

# GEOLOGISKT FORUM

Nr 118 ♦ 2023

**Guldets märkvärdighet**  
**Kvartärgeologiska stormar**  
**Arsenik som byggsten**  
**Moränryggar**  
**GFF 151 år**





# GEOLOGISKT FORUM

Nr 118 ♦ 2023

ISSN 1104-4721

## Ansvarig utgivare och redaktör:

Jeanette Bergman Weihed

tel. 070-3724828

e-post: [jeanette@tellurit.se](mailto: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](mailto:info@geologiskaforeningen.se)

**Omslagsbild:** I samband med föreningens årsmöte i maj hölls den första upplagan av Svenskt geologiskt vårmöte med efterföljande exkursion till området runt Arlanda. Läs mer på sidan 13. Foto: Lars Stenlid.

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 årsprenumeration av tidningen.

Läs mer om de olika betalningsalternativen och aktuella priser på föreningens webbplats [www.geologiskaforeningen.se](http://www.geologiskaforeningen.se)

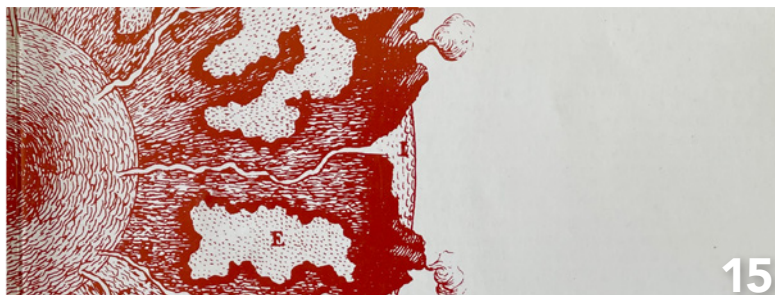
Tidningen publicerar sedan starten år 1994 populärvetenskapliga artiklar inom geovetenskapens alla områden.

Välkommen att kontakta redaktören om du vill medverka i Geologiskt forum. Författarna svarar själva för innehållet i sina artiklar. Nästa nummer av Geologiskt forum kommer i september 2023.



## I DETTA NUMMER

- 3 Ännu ett jubileum
- 3 Miljarder ton kol lagras i svenska torvmarker
- 3 Gruvavfall kan fånga in koldioxid
- 3 Nomineringar önskas
- 4 Moränryggarna vid Högbo bruk
- 8 Vad är det egentligen för märkvärdigt med guld?
- 13 Föreningens årsmöte och SGV
- 14 Geologiska föreningens tidskrift GFF 151 år!
- 20 Det stormar i svensk kvartärgeologi
- 24 Arsenik – gift och mineralogiskt diversifierad naturlig byggsten
- 28 Geologi är stort på vårmöte om renare mark
- 30 Michael Bassett – in memoriam
- 31 På gång
- 31 Märkliga miniatyrdjur en del av evolutionen
- 31 Boka in redan nu!
- 31 Tips!



15



4



28



8



24



20

# Ännu ett jubileum

Föreningen har ju nyss firat 150 år (2021) och vår vetenskapliga tidskrift GFF (tidigare Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar) har också firat jubileum, men ett år senare, dvs. 2022. Det allra första numret kom ut i februari 1872. Magnus Hellqvist, tidskriftens nuvarande redaktör, berättar i detta nummer om GFF:s tillkomst och historia.

Vi får också följa med Hugo Minell till området runt Högbo bruk där det finns moränryggar som inte tidigare beskrivits i detalj.

Människan har hittat och bearbetat guld under flera tusen år, och metallen har alltid fascinerat genom

sin motståndskraft och lyster. En första artikel om guld finns i detta nummer och i nästa nummer berättar Robert Lilljequist mer om guldförekomster i Sverige.

Stormar drabbar oss då och då och får ibland stora konsekvenser. Med ett förändrat klimat kan de komma att bli fler. Men hur kan man hitta spår efter stormar i geologiska avlagringar? Här pågår forskning som Helena Alexanderson berättar mer om.

Arsenik är ett grundämne som på flera platser i landet kan ställa till problem. Just nu pågår ett projekt på Sveriges geologiska undersökning där man kartlägger berggrund som

innehåller arsenikmineral i Arlandaområdet där flera infrastruktur- och byggprojekt pågår.

Arsenik var också fokus för den första upplagan av Svenskt geologiskt vårmöte, som arrangerades i anslutning till föreningens årsmöte. I samband med det ordnades även en exkursion till Arlandaområdet.

Den arsenik som sitter i berggrunden bildar en mängd olika mineral och Per Nysten visar i en artikel vilka olika arsenikmineral man kan stöta på, även i resten av landet.

Magnus Hellqvist visar också hur stort ämnet geologi är när det gäller miljöfrågor. Det var tydligt på nätverket Renare Marks

årliga vårmöte som hölls i mars.

Föreningen har alltså haft sitt årsmöte och en ny styrelse är vald för kommande år. Läs mer om det på sidan 13. Hjärtligt välkomna till alla nya styrelseledamöter!

Och så vill jag önska er en skön sommar! Vi ses igen i september. ♦

Jeanette Bergman Weihed, redaktör



## Miljardertonn kol lagras i svenska torvmarker

En ny rapport från Sveriges geologiska undersökning visar att svenska torvmarker innehåller mellan 3,6 och 4,6 miljardertonn kol. Det motsvarar 1000 gånger så mycket kol som årligen släpps ut av transportsektorn. Torvmarkerna är värdefulla kolsänkor men de omvandlas till utsläppskällor vid dikning. Genom att dämna upp diken och återställa torvmarker kan man minska utsläppen av växthusgaser. Följ qr-koden för att läsa rapporten. ♦



## Gruvavfall kan fånga in koldioxid

Forskare från Luleå tekniska universitet har fått ett sexårigt projekt beviljat från Energimyndigheten för att undersöka om restprodukter från gruvindustrin kan användas för att fånga in och lagra koldioxid. Det gruvavfall som ska studeras i projektet är rikt på kalcium-, kisel- och magnesiumhaltiga mineral, och man kommer att använda ett enzym, karbanhydras, som biokatalysator för att omvandla koldioxid till bikarbonat. Projektet är ett samarbete mellan forskare i biokemisk processteknik och malmgeologi vid LTU och gruvindustrin. Följ qr-koden för att läsa mer. ♦

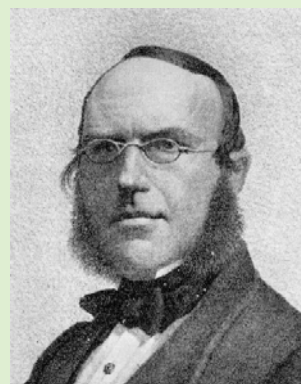


## Nomineringar önskas

Ur Geologiska Föreningens Jubileumsfond delar föreningen varje år ut priser.

I år är det Erdmannpriset inom områdena mineralogi och petrologi som står på tur.

Jubileumsfonden har som ändamål att med priser belöna och stimulera dels betydande vetenskaplig forskning, dels betydande populärvetenskaplig verksamhet.



Axel Erdmann

Du inbjuds nu att nominera en värdig pristagare. Skicka din nominering tillsammans med en motivering och en kort biografi och bibliografi till [ordf@geologiskaforeningen.se](mailto:ordf@geologiskaforeningen.se) senast den 15 augusti 2023.





Till vänster: Moränrygg som på vintern utnyttjas som pulka-backe, på golfbanan. Till höger: Blockigheten kan variera starkt där inte terrängen jämnats ut i samband med uppbyggnaden av golfbanan.

# Moränryggarna vid Högbo bruk

I området runt Högbo bruk finns ett antal moränryggar som påverkar landskapsbilden markant. Det intressanta med ryggarna är att de utgör spår från en avsmältande och mycket aktiv is, i ett ishav, för ca 10 000 år sedan. Samma sak händer just nu på Grönland och Antarktis.

TEXT OCH BILD: HUGO MINELL

Moränryggarna vid Högbo bruk är mycket tydliga i naturen och syns väl på topografiska kartor. Men de flesta finns inte med på den senast publicerade jordartsgeologiska kartan över området.

De mest markanta moränryggarna i området ligger mellan det gamla bruket och ner till Östanbyn. Längden på moränryggarna varierar mellan 700 och 800 m medan bredden varierar mellan 200 och 300 m. Nivåskillnaden mellan den mer horisontellt mellanliggande marken och höjdrönet är 15–20 m och avståndet mellan ryggarna är ca 500 m. Formerna ligger vinkelrätt mot isrörelseriktningen som här tolkas vara

norrifrån. Ryggarna är ofta svagt bananformade med den konvexa delen mot norr.

Ryggarna ligger efter ett lågområde mellan sjön Öjaren och Storsjön söder om Sandviken. Man kan i den topografiska kartan också utläsa välutbildade ryggar i och i anslutning till dessa sjöar. Vid noggrannare studier med hjälp av stereografisk tolkning i flygbilder samt Lantmäteriets laser-skannade kartor framgår att det finns ett sammanhängande område med mindre men uttalade ryggar.

Genom området löper en grusås i nord-sydlig riktning väster om Högbo bruk. Markytan i området ligger ca 70 m ö.h. och högsta kustlinjen

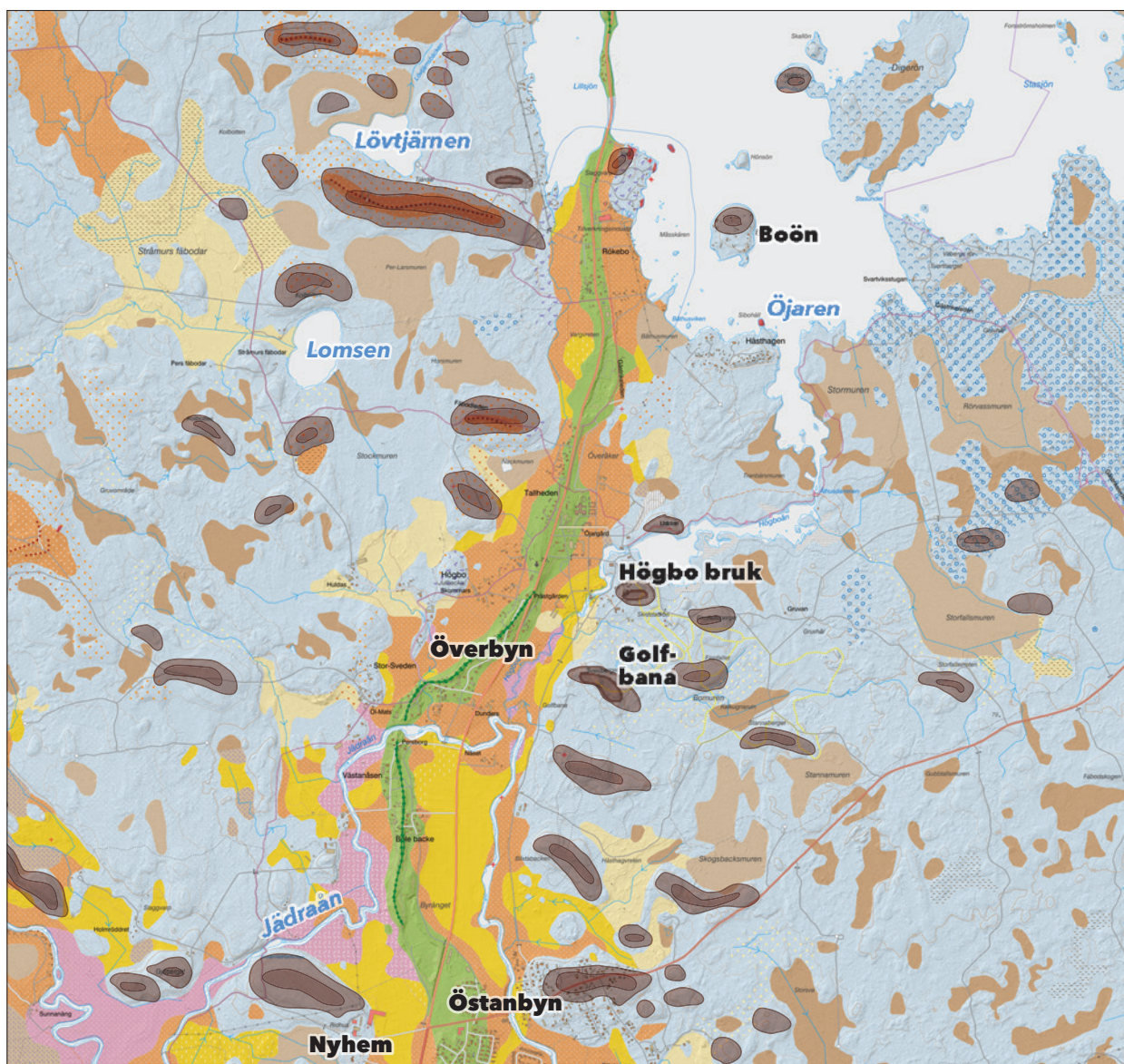
finns på ca 205 m ö.h. vilket indikerar att havet just här hade ett djup på omkring 135 m.

## Rogenmoräner

I flera konkava, delvis sjöfyllda områden i både norra Sverige och i södra Småland förekommer liknande ryggar. Generellt kallas denna typ av ryggar Rogenmoräner eftersom de första gången beskrevs i Rogenområdet i Härjedalen.

Alla system av tvärgående moräner med samma dimensioner som Rogenmoräner har fått detta namn även om de inte har välutbildade barkanliknande former. Internationellt har man också använt benämningen





**Ovan:** Jordartskartan i botten kommer från SGU:s kartvisare "Jordarter 1:25000-1:100000". På den har de tolkade moränryggarna markerats i brunt. Blå färg betyder morän, orange och gult glaciala och postglaciala sediment, grönt isälvsavlagringar. För övriga beteckningar hänvisas till SGU:s kartvisare.

ribbed moraines och i Sverige har de benämnts tvärryggar.

De tidigaste tolkningarna av hur ryggarna bildats, från 1920-talet och framåt, var i turordning ändmoräner (Frödin), bildade i supraglaciala sprickor (Gösta Lundqvist), bildade

i subglaciala sprickor (Granlund) samt bildade genom uppsprickning av basalt moränmättad is eller boudinage (Jan Lundqvist).

Under 1970-talet gjorde jag själv undersökningar i samband med malmprospektering där det visade sig att de berggrundsfragment (sten och block) som fanns i Rogenmoränerna och de kemiska anomalier som dessa orsakade låg mycket nära varifrån moränmaterialet kommit. Dessutom kunde jag se att moränmaterialet utsatts för ihopskjutning.

Jag tolkade då orsaken till att moränerna innehöll huvudsakligen lokalt producerade fragment som en

följd av en starkt erosiv is. På grund av tryckskillnader mot berggrundsunderlaget och anfrysning av berggrundsfragment och bottenmorän orsakade kompression och uppstackning en starkt uppåtriktad transport av moränmaterialet. Detta tolkade jag som en bekräftelse på de internationella teorier om kompression som då var aktuella.

I några av mina arbeten från denna tid framgår också att moräninnehållet kunde variera från basala homogena moräner med hög finjordshalt, i avsaknad av lokala beggrundfragment, till vattenpåverkade moräner (sedimentlinser och låg finjordshalt)

där ett tydligt inslag av lokalt bergsgrundsmaterial förekom.

Från 1980-talet och framåt har kompressionsteorin utvecklats och man har använt sig av erosionsmekanismer där tryckskillnader mellan basala tinade och frusna lager från tidigare avlagrade sediment och moräner legat till grund för utformningen av Rogenmoräner. Subglaciala öppna sprickor har också kommit tillbaka i diskussionen.

Bland svenska forskare som beskriver detta finns Jan Lundqvist, Hättestrand och Kleman samt dessutom en rad utländska forskare.

### Jordartskartan

SGU:s jordartskarta över området (del ur 13G Gävle NV) visar ett moränlandskap där ryggarna kan utläsas med hjälp av höjdlinjer från lantmäteriets topografiska karta. De flesta är dock inte markerade som moränryggar trots att det finns betydligt lägre ryggar markerade omkring en mil mot nordost i Lundbosjön.

Dessa ryggar går under beteckningen ”ryggar som bildats vid eller nära isfronten eller längre in under isen”. Närmare beskrivning av tänkbara bildningsbetingelser saknas.

Moränen är huvudsakligen sandig inom området. Blockighet är inte angiven men är huvudsakligen rikblockig om man bortser från där golfbanan idag ligger. Ett flertal block består av en intermediär vulkanisk gnejs från den lokala berggrunden.

De tvärryggar som ligger i nära anslutning till grusåsen i nordväst är starkt påverkade av vattenaktivitet. De har ett grusigare och sandigare inslag ju närmare åsen de ligger. Deras toppytor har dessutom karterats som svallsediment vilket är förklarligt eftersom de har varit starkt exponerade av havets vågor i samband med landhöjningen.

### Vattnets betydelse

Vattnet har haft två funktioner. För det första har vattnet orsakat en tvättning eller spolning av framsmält morän och i vissa fall sortering till sediment där vattenaktiviteten varit intensiv.

För det andra har vattnet, och därigenom vattentrycket, påver-



kat glaciärisen och därmed också dess glidegenskaper. Till exempel kan detta ha orsakat att isen rört sig med en ökad hastighet (surge) och att den spruckit upp efter vissa zoner i terrängens djupare och mer vattenrika delar.

Sådana basala sprickor har kunnat hålla sig öppna utan att slutas på grund av vattentrycket. I en torr is hade sprickorna slutits samman på grund av stora tryckskillnader (skjuvspänning).

Glaciärisen rörde sig över ett underlag på ca 135 meters djup och den bör ha varit ca 150 m tjock eller ännu mäktigare, annars skulle den ha kalvat och kanske gett spår i form av De Geermoräner.

### Sammanfattning och tolkning

Min tolkning av hur det system av kullar och ryggar som finns i Högbo bruks och den närmaste omgivningen har bildats är som följer.

Ryggarna bildades för omkring 10 000 år sedan då den vikande glaciärisen smälte av mot norr. Dessa ryggar, som sträcker sig vinkelrätt mot isens rörelseriktning, har bildats på djupt vatten där isen inte flutit utan fortfarande varit i kontakt med ett underlag.

**Ovan:** Boön är en av många moränryggar som sticker upp ur Öjaren. Liknande ryggar finns också i Storsjön.

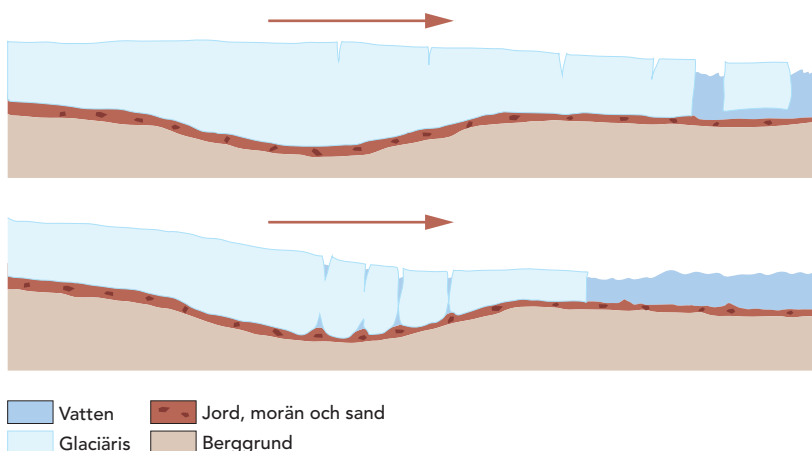
Tvärgående sprickor har öppnats mot det konkava underlagets djupare delar. Avståndet till öppet hav med djupare vatten har varit för stort för att kunna ge sprickorna fri expansion och möjliggöra att glaciärpartier flyter ut i havet.

I isens bottendelar fanns infruset moränmaterial (nedkrossad berggrund) och när detta började smälta fram ansamlades det i sprickorna. Tryckskillnaderna i underlaget har varit stora i anslutning till sprickorna varför material från både berggrund och morän kunnat slitas lös och ansamlas när isen fortfarande rörde sig.

Avsmältningen av glaciärisen var kraftig och det är därför som vattenbearbetat material som sand och grus också förekommer, framför allt i ryggar som har förbindelse med eller ligger i nära anslutning till den grusås som löper genom området.

Sammanhängande grupper av dessa ”tvärryggar” förekommer i och runt Högbo och enskilda ryggar före-





**Övre bilden:** Före avsmältningen var glaciärisen fastfrusen mot ett varierande underlag bestående av berggrund och jord (morän med förekomst av sand).

**Undre bilden:** Vid avsmältningen frigjordes enorma mängder vatten och glaciärisen, utan att behöva vara flytande, fick en stark glidkraft som resulterade i bottenprickor. Den fortfarande pågående rörelsen skrapade ihop och ansamlade avsmält jord och lösbrutna berggrundsfragment i bottenprickorna. När isen smälte bort och landhöjningen tog vid kom moränryggarna upp över havsytan.

kommer spridda norrut över Öjaren och mot Lumbosjön samt söderut över Storsjön.

Spridda moränformer i nord-sydlig och öst-västlig riktning finns i Gävleregionen som spår efter ett stort och sammanhängande uppsprickande istäcke. ♦

### Läs mer

Sundh, M. & Ericsson, B. 2015. Beskrivning till jordartskartan 13 H Gävle NV, NO, SV och SO. Sveriges geologiska undersökning K 513–516.

Minell, H. 1980. The distribution of local bedrock material in some moraine forms from the inner part of northern Sweden. Boreas 9.

Möller, P. 2006. Rogenmorän: ett exempel på glacial omformning av redan existerande landformer. Kvartärgeologiska recensioner 25.



Hugo Minell är disputerad geolog som jobbat med prospektering, inom skogsbruk och som markkonsult, numera pensionerad.  
✉ [hm.minell@telia.com](mailto:hm.minell@telia.com)

# 36:E NORDISKA GEOLOGISKA VINTERMÖTET

10-12 januari 2024  
Svenska Mässan, Göteborg

Geologiska Föreningen





Ordet **guld** kommer från gammalgermanska **gulth**, som betyder den glödande och skinande metallen. På latin skrivs det **aurum** – härlett från Aurora – morgonrodnaden. Därifrån kommer också den kemiska beteckningen Au.

# Vad är det egentligen för märkvärdigt med guld?

Guld har genom hela den mänskliga civilisationen varit en uppskattad och värdefull metall, som mestadels har bearbetats till vackra smycken. Men guld har inte enbart uppskattats för sin vackra lyster och lätthanterliga bearbetning.

TEXT: ROBERT LILLJEQUIST

**GULD UTMÄRKER SIG** genom sin likgiltighet – sin motståndskraft mot alla de nedbrytande krafter som förekommer i naturen. Metallen korroderar inte.

Ofta finner man guld i gedigen form i vattendrag och i floddalar. Guld väger en hel del och kan därför ansamlas gravitativt tillsammans med andra tungmineral i speciella lägen i åar och bäckar.

Guld har en densitet på 19,32 g/cm<sup>3</sup> och smälter först vid en temperatur

av 1064,18 °C. Värmebeständigheten och smidbarheten gjorde att guld tidigare fått namnet *solens svett*. Guld reflekterar ljus intensivt och ger ifrån sig en lyster gulaktig glans.

## Lättbearbetat

Men den största egenskapen hos guld är inte dess lyster utan dess förmåga att låta sig bearbetas. Trettio gram guld kan dras ut till en hårfin tråd som är lika lång som avståndet mellan Lund och Stockholm längs E4:an.

Samma mängd guld kan hamras ut till ett 30 kvadratmeter tunt lakan.

Den kemiska symbolen för guld är Au (från latinets *aurum*) och den alkemiska symbolen är ☉.

Guldets renhet uttrycks i karat. Rent guld anges som 24 karat och kan ibland vara märkt som 999 tusendelar på en guldtagga. 1 karat innebär att guld mängdens vikt i legeringen är 1/24 av den totala vikten. När romerska köpmän samlade ihop hela 24 karat motsvarade detta vikten



**Motstående sida:** Imponerande guldstuff från Kanada, utställd på PDAC i Toronto 2005.

**Till höger:** Denna guldtacka väger 12,6 kilo och har ett dagsvärde på omkring 7,5 miljoner kronor. Bilden är tagen på PDAC i Toronto 2005.

av ett romerskt guldmynt. Det blev också beteckning för guldhalt.

Det nuvarande bruket för finhetsindelning i 24 karat förekommer från mitten av 1500-talet. Mellan 1754 och 30 juni 1988 var den minsta tillåtna guldhalt i juvelerguld i Sverige 18 karat. Sedan 1999, efter anpassning till europeiska regler, är minimihalten ynkliga 9 karat.

### Johannesbrödträdet och vikt

Ordet karat kommer från det grekiska ordet *kerátion* (litet horn) som också är benämningen på frukterna från Johannesbrödträdet. Namnet har trädet fått från bibelns berättelse om Johannes Döparen, som sägs ha överlevt på fröna när han vistades i öknen.

Johannesbrödträdet, *Ceratonia siliqua*, har en frukt som ser ut som en mörkbruna ärtskida och som innehåller fruktkött och frön. Araberna kallade dessa frön *quirat* vilket sedan blev quilate på spanska och carat på engelska. Fröna kännetecknas av en regelbunden form och framför allt av en mycket enhetlig vikt. Vart och ett väger 0,2 gram. Denna observation användes av köpmän från Mellanöstern som tog med sig ädelstenar och guld till Europa. Oansenliga frön blev den perfekta vikten för dyra stenar och metaller.



### Myntmetall och valutaserv

Men vad är det i övrigt som gör guld det så eftertraktat och varför är priset så högt? Guldpriset styrs, liksom det mesta, av tillgång och efterfrågan. När inflation och sjunkande värde på lokala valutor inträffar tar många sin tillflykt till guld. Det känns på något sätt tryggare.

Den största betydelsen har kanske därför guld som en värdesäkring – ett placeringsalternativ. Liksom andra högt värderade föremål blir guldets öde att förpassas till välbevakade kassalv, oftast då i form av guldtackor. Kuriosa i sammanhanget är att världens största guldtacka väger 250 kg, medan den vanligast vikten är lite drygt 12 kg. Idag är det dock endast tre procent av guldproduktio-

nen som används för att tillverka nya guldtackor och guldmynt.

Guldstandarden var grunden för det internationella monetära systemet från 1870-talet till början av 1920-talet, från slutet av 1920-talet till 1932 samt från 1944 fram till 1971. Då avslutade USA ensidigt uppbackningen av den amerikanska dollarn gentemot guld.

I Sverige fanns guldmyntfoten fram till 1931 då den avskaffades, men på sedlarna angavs felaktigt att de var inlösbare ända in på 1960-talet.

Valutaserverna i form av guld (Sverige har drygt 190 ton) finns förvarade i Federal Reserve Bank i New York. Där förvarar de flesta länder sitt guld. Guldtackorna i Sveriges Riksbank härrör i stor utsträckning från kisleförekomsterna i Skelleftefältet i Västerbotten.

### Annan användning

Förutom som myntmetall och till valutaservar finns det många andra användningar av guld. Mot slutet av

**Till vänster:** Baljor och frön av Johannesbrödträdet, *Ceratonia siliqua*. Det är dessa frön som gett namn åt viktenheten karat.



1900-talet blev det en allt viktigare industriell produkt.

Bland annat har guld kommit att bli en kritisk ingrediens i datorer, komponenter inom kommunikationsutrustning, rymdfarkoster, flygplan och mycket annat. Industri-användningen svarar numera för ett årligt behov av uppemot 400 ton guld, vilket motsvarar knappt 15 procent av den årliga produktionen i världen.

Men den största delen av guldproduktionen, 75–80 procent, används inom smyckesindustrin. Det är naturligtvis guldets fantastiska lyster, dess vackra färg, dess smidbarhet och förmågan att motstå missfärgning som gör detta.

Guldprodukter som säljs i Sverige måste vara stämplade enligt lagen om ädelmetallarbeten. Men det räcker inte med att finhalten stämplas in. Det måste också finnas minst en stämpel till, nämligen en namnstämpel som visar vem som tillverkat föremålet.

#### LEGERINGSMETALLEN GÖR FÄRGEN

Vanligast är att guldet legeras med silver och koppar i ungefär lika delar, men ju mer koppar desto rödare färg. Det som kallas svenskt rödguld, eller ibland roséguld, består av ungefär 75 procent guld, 8 procent silver och 17 procent koppar.

Grönt guld får man då man bara använder guld och silver. Tydligast färg får man vid ungefär 14 karat. Man kan också tillsätta ett par procent kadmium för tydligare grön ton.

Vitt guld får man om man blandar i nickel eller palladium och eventuellt silver eller platina. Vitast färg får man med nickel men risken för allergi har gjort att man gått över till palladium i stället. Då blir färgen något mer gråaktig.

Det finns även andra blandningar som ger grått, lila, blått och till och med svart guld, men de är inte så vanliga.

Det är inte möjligt att avgöra guldets äkthet baserat på dess färg eftersom färgen beror av vilken legeringsmetall som använts. Men förutom att förändra kulören på guld så används legeringsmetallerna också för att förändra guldets övriga egenskaper. Framför allt vill man med tillsats av t.ex. koppar göra guldets hårdare så att det kan användas till bl.a. guldmynt.

#### KUNG KRÖSUS

Krösus (grekiska Κροῖσος, latin Croesus) var den siste kungen i det antika riket Lydien i västra delen av Mindre Asien. Han förlorade sitt rike till perserna i kriget mot Kyros II 546 f.Kr. men levde därefter i över tjugo år.

Krösus är känd som ofantligt rik och högmodig, och har därför gett upphov till epitetet krösus om någon med dessa egenskaper. Han sägs även vara den förste i världshistorien som infört ett system med mynt. Krösus påbörjade bygget av Artemistemplet i Efesos, ett av världens sju underverk.

#### Guldrusch och Krösus

Eftersom guld i alla tider varit eftertraktat har också nya fynd av guld ibland lett till guldruscher. De största under modern tid har varit i Kalifornien 1848, i Australien 1851 och i Klondyke, Alaska 1886. Senare anhopningar av gulddetare fanns i Brasilien omkring 1980.

Vaskavlagringar är det klassiska förekomstsättet för guld och har varit källan för guldtvinning sedan urminnes tider. En vaskavlagring uppstår då guldrik berggrund vittrar så att guldets frigörs och sedan ansamlas på botten av vattendrag. De flesta av guldruscherna har haft vaskavlagringar som mål.

De flesta associerar Krösus till någon som är oändligt rik. Källan till Krösus rikedomar anses vara floden

Pactolus (eller Sarabat), som är en biflod till Hesmu eller Gediz i Anatolien i Turkiet. Dess strömmande vatten dränerar en guldförande berggrund som täcker flankerna av berget Tmolus (på moderna kartor står berget angivet som Boz Sira Daglari). Det hävdas att det var här som Midas, på inrådan av Bachus, badade för att bli av med den besvärande ovanan att omvandla allt han rörde vid till guld. Ännu idag används getskinn i vattendragen, ditlagda för att dra åt sig guldpartiklar.

#### Guld och kvicksilver

Redan tusen år före vår tideräkning gjorde människor upptäckten att guld dras till kvicksilver. Detta ledde till utvecklingen av en amalgameringsprocess som fortfarande är i bruk inom den småskaliga och hantverksmässiga utvinningen av guld.

Metoden bygger på att man blandar krossad guldmalm eller sand med gulddinnehåll med flytande kvicksilver. Guldets fäster då vid kvicksilvret och bildar amalgam, en tung solid grå massa, som samlas på botten av kärlet varifrån det kan samlas upp. Sedan skiljs guldets från kvicksilvret genom destillation.

**Nedan:** Ecuadorianer leter guld i vägkanten, där lastbilar från en närliggande gruva spillt ut guldrikt material.





Denna process är givetvis mycket miljöfarlig och används idag inte längre av större gruvbolag. Men i småskalig utvinning, ofta i utvecklingsländer, används den fortfarande.

### Alkemister och guld

Det tog alkemister flera århundraden att hitta något som kunde lösa upp guld. Det man upptäckte var att en blandning av salpetersyra och saltsyra i koncentrerad form med volymförhållandet 1:3 eller 1:4 kunde lösa både guld och platina. Blandningen fick namnet kungsvatten.

Guldframställningskonsten kallades av grekerna för *khemia* och under arabernas storhetstid förvandlade ordet till *al-kimiya* och sedan i Västeuropa till alkemi. Ordet

lever kvar som kemi. Så man kan säga att framställningen av guld har utvecklats till våra dagars kemiska forskning.

### Guldproduktion genom tiderna

Man vet inte exakt när människor först började bryta guld. Några av de äldsta kända guldföremålen har hittats i gravar i Bulgarien byggda mellan 4700 och 4200 f.Kr. Det tyder på att guldbrytningen är minst 7000 år gammal. Det finns också mycket gamla guldföremål från Anatolien i nuvarande Turkiet och från Trakien på Balkanhalvön.

Från bronsåldern finns gott om guldföremål, särskilt i Irland och Spanien, och flera möjliga källor till guld är tänkbara.

Under romartiden bröts guld i stor skala bland annat vid Las Médulas i Spanien. Man tror att guld var ett viktigt motiv till den romerska invasionen av Storbritannien (ledd av Claudius) under det första århundradet efter Kristus, även om det bara finns en känd romersk guldgruva, nämligen vid Dolaucothi i västra Wales.

I södra Indien bröts guld i Kolar Gold Fields från 200-talet e.Kr. och ända in på 2000-talet. Uppskattningen är att den totala guldproduktionen under denna tid uppgick till 1000 ton.

Under medeltiden i Europa fanns den största brutna guldfyndigheten i Kremnica i nuvarande Slovakien.

Den första rena guldgruvan i Sverige var Ädelfors i Småland. Där



FOTO: LYNN GREYLING, CREATIVE COMMONS CC0 1.0.

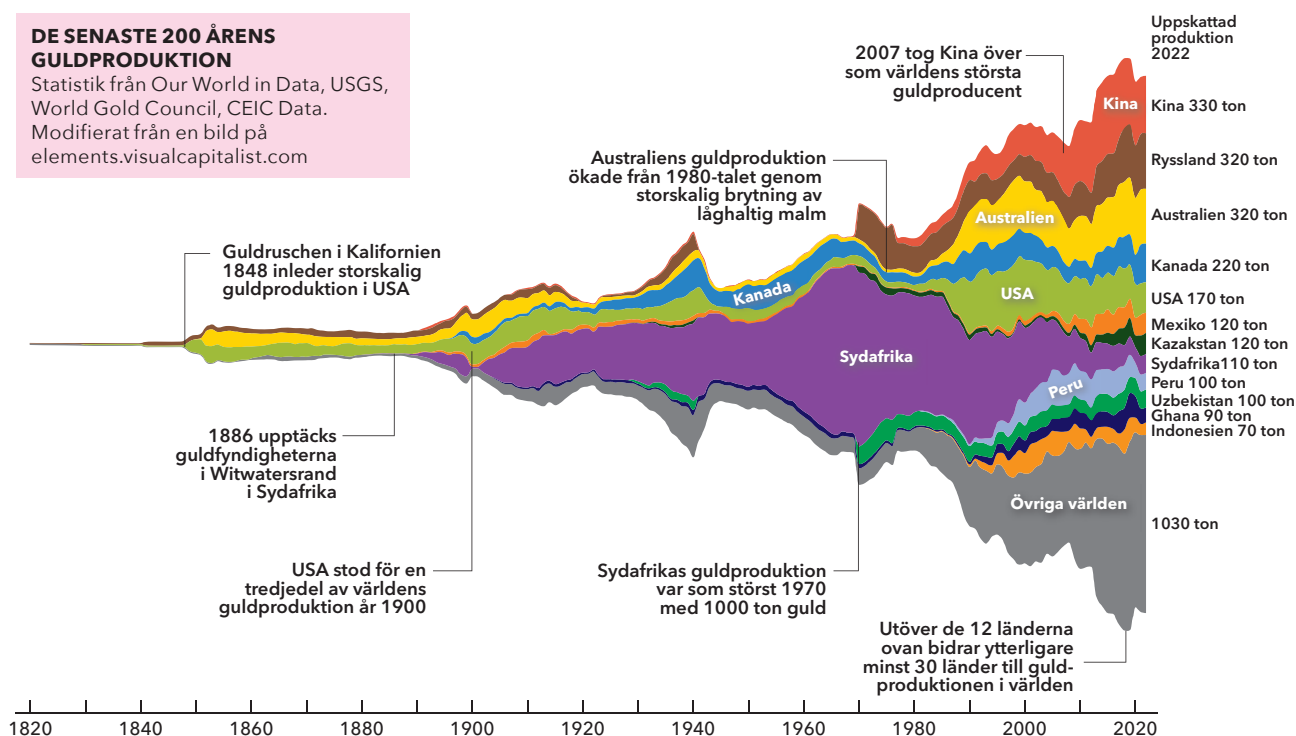
Guld betraktades i det gamla Egypten som gudarnas metall. Här bröts guld i gruvor redan för sextusen år sedan. Faraonerna dyrkades som gudar och fick mängder av guld med sig i graven. Kistlocket till Tutankhamons grav bestod av 200 kilo guld.

**Till vänster:** Amalgamerat guld i en kalebasskål, Nicaragua. Kvicksilver används fortfarande på många platser i småskalig guldframställning, vilket skapar både hälsoproblem och miljöproblem.

## DE SENASTE 200 ÅRENS GULDPRODUKTION

Statistik från Our World in Data, USGS, World Gold Council, CEIC Data.

Modifierat från en bild på elements.visualcapitalist.com



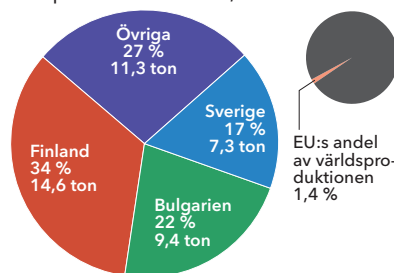
framställdes det första guldet 1741. Verksamheten bedrevs sedan till början av 1800-talet varefter allt avstannade. Ett nytt försök gjordes på 1890-talet, men verksamheten blev aldrig lönsam. Totalt utvanns omkring 220 kg guld, varav hälften som ett resultat av 1890-talets guldbrytning.

### Världsproduktionen

Det bryts årligen omkring 3 000 ton guld i världens gruvor. Den totala produktionen år 2022 har beräknats till 3 610 ton. Dessutom tillkommer omkring 1 000 ton guld som åter-

**Nedan:** EU:s produktion av guld utgör endast en mycket liten del av den totala gulddproduktionen i världen. Källa: SGU:s publikation Bergverksstatistik 2021.

Världsproduktion 2021: 3063 ton  
EU:s produktion 2021: 42,6 ton



vinns, bl.a. från elektronikprodukter som mobiltelefoner och liknande.

De största gulddproducenterna 2022 var Kina, Ryssland, Australien och Kanada. De tre första länderna producerade omkring 330 ton var medan Kanadas produktion låg på omkring 220 ton.

Inom EU producerades år 2021 42,6 ton guld. Sverige är efter Finland och Bulgarien det europeiska landet som har den största gulddproduktionen. I Sverige finns just nu två gruvor i drift där guld är den huvudsakliga produkten: Björkdal och Kankberg. Båda dessa ligger i Västerbotten. Därutöver utvinns guld som biprodukt från flera av sulfidmalmsgruvorna, t.ex. Aitik i Norrbotten och Garpenberg i Bergslagen.

Men mer om svenska gulddgruvor kommer i nästa nummer av Geologiskt forum. ♦



Robert Lilljequist är fil.lic. och Eurogeolog. Bor numera i Estopona, Spanien.

✉ robertlilljequist@gmail.com

**Ovan:** Trots att guldbrytning pågått i tusentals år har omkring 86 procent av allt guld som finns tillgängligt idag brutits under de senaste tvåhundra åren. Diagrammet visar hur olika länder dominerat brytningen från 1820 till idag.



FOTO: CSABA NAGY, PIXABAY

### HUR MYCKET GULD FINNS DET?

Guld är en av de mest sällsynta metallerna i naturen. Jordskorpan innehåller i genomsnitt 0,004 g guld per ton medan man tror att guldhaltarna i jordens inre är betydligt högre än på ytan.

I världshaven finns också guld med halter som varierar mellan 0,01 och 4 mg per kubikmeter vatten.

Den totala mängden guld i jordskorpan ned till ca 36 km kan beräknas till omkring 84 miljarder ton. Men guldets i jordskorpan är väldigt ojämnt fördelat på grund av olika geologiska anriktningsprocesser. Det är dessa processer som gör att man faktiskt kan bryta guld på vissa platser.

Guld förekommer framför allt i gedigen form eller som legeringar med andra metaller, t.ex. silver, palladium och kvicksilver.





# Föreningens årsmöte och SGV

## Årsmötesförhandlingar

Föreningens årsmöte hölls i år i WSP:s intressanta lokaler på Arenavägen i Stockholm. Det var glädjande att kunna rapportera både en mycket positiv verksamhetsberättelse och ett positivt ekonomiskt resultat för förra året. Nästan alla siffror pekar uppåt och mest glädjande är att föreningen har fått så många nya medlemmar!

Under årsmötet beslutades om nya medlemsavgifter (350 kr för vanlig medlem, 150 kr för studentmedlem). Dessutom valdes ny styrelse för 2024: Emma Rehnström (ordförande), Carl Regnéll (sekreterare), Christian Öhrling (skattmästare), Magnus Hellqvist (redaktör GFF), Jenny Andersson, Joel Andersson, Mathilda Nyzell (ledamöter), Ariella Madsen (studentledamot).

Efter årsmötet bjöds på fika och mingel innan nästa punkt som var den första upplagan av Svenskt geologiskt vårmöte (SGV).

## Svenskt geologiskt vårmöte (SGV)

Fokus för mötet var arsenik- och sulfidförande berggrund i Mälardalen och Emma Rehnström (Skanska) gav en inledande bakgrund.

Karin Högdahl (Uppsala universitet) sammanfattade Mälardalens berggrundsgéologi. Rodney Allen (Volcanic Resources AB) visade hur man kan känna igen primära strukturer i deformerade ytbergarter för att bli bättre på att uttröna protoliter och processer.

Efter lunch berättade Nils Jansson (Luleå tekniska universitet) om sulfidrika och sulfidfattiga malmer i Bergslagen och Per Nysten (SGU) visade vilka arsenikbärande mineral som finns i Sveriges berggrund (se även artikeln på sidan 24). Mathis Warlo (Luleå tekniska universitet) berättade om nya analysmetoder för att analysera och detektera sulfidmineral med en upplösning i nanometerskala.

Efter fika följde tillämpad géologi. Paul Evins (WSP) presenterade strategier för att kartlägga och utvärdera sulfidberg i olika faser av projekt. Lena Alakangas (Luleå tekniska universitet) beskrev de processer som pågår i sulfidförande bergmaterial som ligger på hög. Slutligen presenterade Malin Andersson och Espen Torgersen (Norges geologiska undersökning) de erfarenheter man gjort med sulfidförande berg i Norge.

En paneldebatt med Paul Evins (WSP), Karl-Johan Loorentz (Trafikverket), Emma Rehnström (Skanska), Nils Jansson (LTU), modererad av Jenny Andersson (SGU) följde sedan. Debatten involverade också stora delar av publiken vilket var glädjande! Man enades om att sätta samman en arbetsgrupp för att arbeta vidare med sulfidbergsproblematiken.

## Exkursion

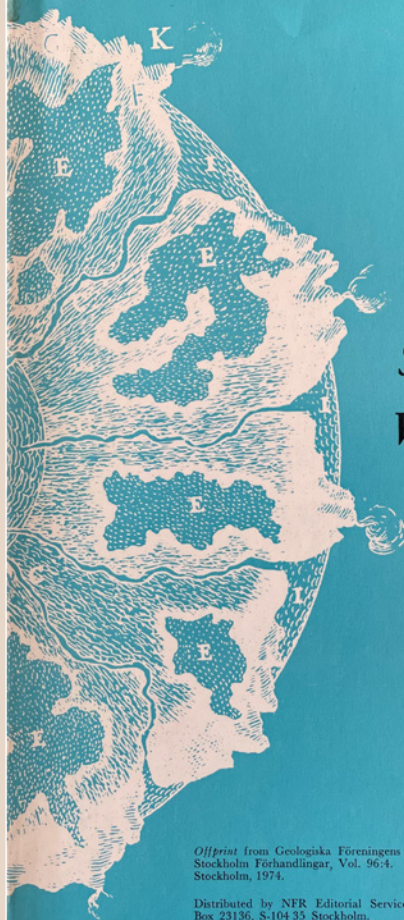
Dagen efter hölls en exkursionen runt Arlanda för att studera sulfidförande berggrund. Bland annat studerades bandade ytbergarter genomslagna av turmalinförande pegmatiter, en vulkanisk bergart med stora roterade granater och grov- och finkorniga arsenikförande mineral i en ytbergartssekvens genomslagna av pegmatit och diabasliknande gångar.

Exkursionen leddes på ett föredömligt sätt av Jenny Andersson, Per Nysten, Mattias Göransson och Iwona Klonowska och belyste tydligt de svårigheter och problemställningar som områdets géologi innebär. ♦

Emma Rehnström, ordförande



SYMPOSIUM · KRISTINEBERG · SYMPOSIUM · KRISTINEBERG · SYMPOSIUM · KRISTINEBERG



## Scandinavian Weichselian

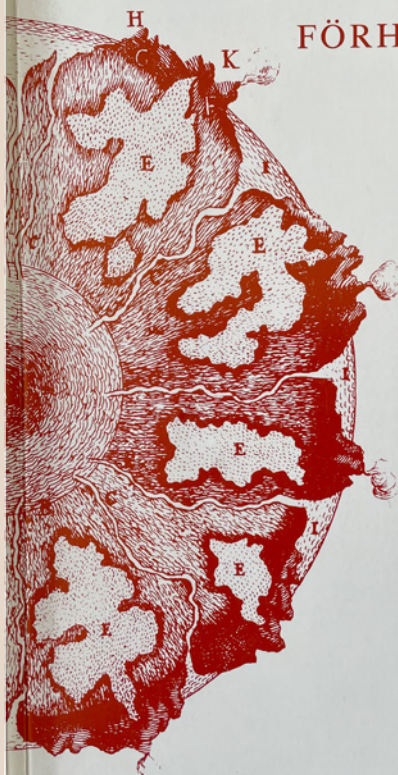
Offprint from *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, Vol. 96:4, Stockholm, 1974.

Distributed by NFR Editorial Service, Box 23136, S-104 35 Stockholm.

# GFF

## GEOLOGISKA FÖRENINGENS I STOCKHOLM FÖRHANDLINGAR

Volume 115 • Part 4  
Stockholm 1993



# GFF

issued quarterly by

THE GEOLOGICAL SOCIETY OF SWEDEN

# GFF

(formerly *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*)

volume 117 part 4 pages 185–248

Stockholm December 1995

ISSN 1103-5897



# GFF

volume 144 part 1  
pages 1–76



# Geologiska föreningens tidskrift GFF 151 år!



A quarterly journal published by The Geological Society of Sweden



A Scandinavian Journal of Earth Sciences



TEXT: MAGNUS HELLOVIST

Under lång tid hanterade Geologiska föreningen och GFF:s redaktör tidskriften och utgivningen i egen regi. Det har även organiserats på olika sätt när det gäller redaktioner, faktagranskare, biträdande redaktörer och liknande. Men en stor förändring skedde 2009 då GFF fortsättningsvis hanterades av förlaget Taylor & Francis, som även är utgivare av många andra vetenskapliga tidskrifter. Så idag är GFF en internationell vetenskaplig tidskrift med spridning över hela världen och åtkomlig via Taylor & Francis webbplats.

### En av världens äldsta geologiska tidskrifter

I det första numret av GFF beskrev Nordenskiöld själv huvudorsaken för utgivandet av tidskriften. En viktig del i Nordenskiölds förslag, att det skulle bli en tidskrift, var att han påpekade att man borde trycka en kortfattad redogörelse för "sällskapets" sammanträden. Detta fortsatte att vara en viktig del av tidskriften under många år, och det var först under mitten av 1960-talet som rapporteringen från möten försvann från tidskriften.

Den första vetenskapliga artikeln i det första numret i den första volymen (1872) var skriven av kvartärgeologen Hampus von Post på titeln "Kalkgranit funnen i Sverige". Men där fanns också artiklar skrivna av Adolf Nordenskiöld, Alfred Elis Törnebohm och V. Karlsson.

Hampus von Posts artikel är en intressant tidsbild, då den beskriver hur han hittar förekomster av bergarter med okänt ursprung (den "*fasta klyften*") och ofta i anslutning till rullstensåsar. Det som saknas, är en mer ordentlig kunskap om inlandsisens påverkan, som blir vedertaget under denna tid.

Till höger: **Adolf Nordenskiöld** (1832–1901) var född i Helsingfors. Han var en finlandssvensk adelsman i släkten Nordenskiöld, geolog, mineralog, polarfarare, upptäcktsresande, ledamot av Svenska Akademien och även ledamot av Sveriges riksdag. Han avled på Dalbyö i Västerljungs socken, Södermanland. Målningen av Georg von Rosen finns på Nationalmuseum. Den är något beskuren.

### Något ojämn utgivningstakt

Även om GFF är en pigg 150-plus-åring så har volymerna inte följt med i riktigt samma takt. År 2022, det år då tidskriften blev 150 år, utkom volym 144. Detta beror på att vissa volymer har utkommit över två år istället för ett, och det har hänt vid fjorton tillfällen. Redan de första sju årgångarna av tidskriften representerar tillsammans 14 år.

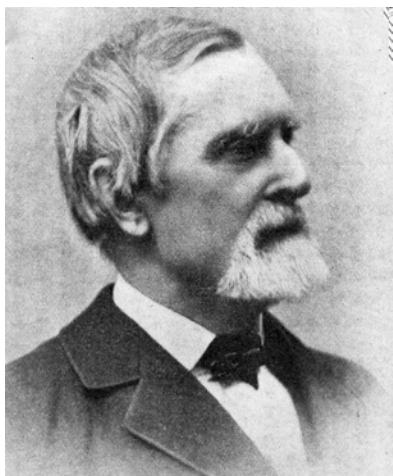
Det är inte heller lätt att jämföra publicering och antalet publiceringar i olika volymer. Det beror bland annat på att antalet tecken per sida har förändrats genom åren. Under de tidiga åren ökade det totala antalet sidor för varje volym. Till exempel har volym 40 som utkom 1918 totalt 942 sidor. Men med tiden stabiliserades antalet sidor per volym på omkring 400.

Rekordet i sidantal har volym 32 som gavs ut år 1910 – den har nästan 1600 sidor. Orsaken till det stora sidantalet var den Internationella geologiska kongressen som hölls i Stockholm just det året.

Det är mycket som förändrats med GFF sedan starten: layout, format, innehåll och mycket annat. Och det är väl så att en vetenskaplig tidskrift måste leva med sin tid. Men en sak kan konstateras och det är att GFF är den äldsta nordiska tidskriften för enbart geologi. Och det finns bara fem äldre tidskrifter i världen som utges av geologiska sällskap och föreningar. GFF har fortfarande en stark position som en central och viktig tidskrift för svensk och nordisk geologi. Det är ett imponerande faktum!







**Hampus von Post** (1822–1911) publicerade den allra första artikeln i GFF. Han studerade bland annat kemisk teknologi, kemi och geologi, både i Sverige och utomlands, men trots sina akademiska meriter avlade han aldrig någon akademisk examen. Han var många år lärare i kemi, fysik och geologi vid Ultuna lantbruksinstitut. Han avböjde vid ett flertal tillfällen att bli professor. Han accepterade dock 1875 att få professors namn, heder och värdighet.



**Gerard De Geer** (1858–1943) var en svensk friherre, geolog och professor vid Stockholms högskola. Han var även liberal politiker och riksdagsledamot.

De Geer är även upphovsman till lervarvskronologin och hans studier av svenska strandlinjer efter istiden bekräftade tidigare framlagda teorier som satte landhöjningen i samband med istiden. Gerhard De Geer skrev också en artikel i GFF på det artificiella språket Ido.

### Många språk som blev ett

Genom tidskriftens historia har det dominerande språket varierat och är en rolig detalj att följa.

Vid ett sammanträde i föreningen den 6 mars 1890 (GFF volym 12, s. 134), antogs regler i fyra punkter kring vilket språk som gällde för publicering. Där fastställdes att nordiska författare måste skriva på sina respektive skandinaviska språk (svenska, norska eller danska), men isländska var inte tillåtet. Men om man skrev på ett skandinaviskt språk accepterades en sammanfattning på engelska, tyska eller franska.

Detta modifierades sedan år 1909 så att alla författare kunde välja att skriva på ett skandinaviskt språk eller på engelska, tyska eller franska.

I början dominerade naturligtvis svenska eftersom tidskriften till stor del innehöll beskrivningar från medlemmars resor och upptäckter tillsammans med föreningsangelägenheter med bland annat rapporter från sammanträden. Men det förekommer artiklar på norska redan i sista numret (nr 14) av den första volymen 1872.

Med tiden började artiklar på andra språk än skandinaviska att bli allt vanligare. I nummer 7 i volym 4 kom den första artikeln på tyska, skriven av den schweiziska geologen, botanikern, entomologen och paleontologen Oswald Heer. Artikeln hade titeln *Ueber einige Insektenreste aus der raetischen Formation Schonens* och i den kopplade han samman sitt geologiska och entomologiska forskningsfält.

Idag är engelska det helt dominerande språket i GFF. Den allra första artikeln på engelska publicerades redan år 1906 i volym 28, vilket var långt innan engelska blev vanligt som språk för vetenskaplig publicering. Artikeln var skriven av Sven Leonhard Törnquist och hade titeln *Sundry geological and palaeontological notes*. Den var framför allt en redogörelse för hans fältarbeten och paleontologiska studier i bland annat Dalarna och Skåne. Den personliga touchen som var vanlig i början av GFF:s historia framkommer i början av artikeln, där han beskriver med några ord hur han råkat ut för en olycka och

därför blivit mycket försenad med att rapportera om sina noteringar och att publiceringen blivit uppskjuten.

Även det franska språket har funnits med i GFF. Den första artikeln som skrevs på franska var *Les dépôts mésozoïques précrétacés de la Scanie* (ungefär ”Skånes mesozoiska avsättningar före krita”), publicerad i volym 32 år 1910 av den svenska geologen, botanikern och polarforskaren Alfred Gabriel Nathorst.

Han publicerade för övrigt en artikel till Geologiska föreningens 25-årsjubileum, i volym 18 år 1896, där han bland annat förklarade hur stor betydelse tidskriften hade för utvecklingen av svensk geologi. Samtidigt ville han förklara för den unga generationen på väg in i geologin då, att de ”kunna knappast göra sig föreställning om de svårigheter” som fanns innan Geologiska föreningen bildades.

Det kanske mest avvikande språkvalet står nog den artikel som publicerades i volym 41 år 1919 för, på det artificiella språket Ido (en reformerad variant av esperanto). Artikeln, *Geokronologiala relato inter la Alpala e la Skandinava glaciaci*, var skriven av Gerhard de Geer och han lämnade tacksamt nog en svensk resumé i slutet. Där visar det sig att han delvis skrivit denna artikel till den schweiziska geologen Albert Heims 70-årsdag och valet av språket Ido var en idé från Gerhards sida att skriva, som han själv uttrycker det, på ett språk med ”sammansättning av de europeiska kulturspråkens vanligaste ordrotter”. Sedan verkar det inte ha förespeglat honom att nästan ingen förstod vad han skrev.

Vid slutet av 1930-talet dominerade artiklar på engelska och tyska, med en kortare återkomst för artiklar på svenska under 1940-talet. Men från 1950-talet och framåt har engelska varit det helt igenom dominerande språket, även om reglerna från 1909 fortfarande gällde och en artikelförfattare kunde välja att skriva på andra språk.

Från volym 100 och år 1978 infördes engelska språket som det enda möjliga för publicering, vilket Peter Bengtson i sin eminenta sammanställning till hundravalymjubileet betecknade som det sista steget i

GFF:s språkpolicy. Samma policy gäller fortfarande, men ingen kan säga vad som händer i framtiden med språk och artificiell intelligens.

### Alla dessa redaktörer

Från början hette ju tidskriften *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* men den kom med tiden att kort och gott kallas *GFF*.

Sedan starten och till idag har tidskriften haft 25 redaktörer eller huvudredaktörer, beroende på hur arbetet har organiserats. Den första i raden av redaktörer var geologen Alfred Elis Törnebohm under åren 1871–1873. Från början var redaktören även sekreterare i Geologiska föreningens styrelse och det var så ända till Ragnar Sandegrens andra period som redaktör 1952–1956. Efter detta delade man upp jobbet på en separat sekreterare och en redaktör för GFF.

Ragnar Sandegren satt för övrigt totalt hela sjutton år som redaktör. Det är dock Eugène Svedmark som

fortfarande innehar rekordet som redaktör med sina tjugo år, under tidsperioden 1884–1903.

På god tredje plats finner vi Björn Sundquist som satt som redaktör i drygt sexton år, 1985–2001, eller som han själv beskrev det i en artikel i GFF när han avslutade sitt redaktörskap: *Six thousand days of service to geology*.

Det redaktionella arbetet har också förändrats genom åren. Från början var GFF en angelägenhet framför allt för medlemmar av Geologiska föreningen, och mycket av det som publicerades var rapporter och artiklar från aktiva i föreningen samt rapporter från sammanträden.

Under många år hade GFF ämnesredaktörer som hjälpte huvudredaktören med att granska artiklar inom sina respektive ämneskunskaper. Senare, under åren 1994–2001, fanns en rådgivande redaktion bestående av fjorton personer som stöd för redaktören Björn Sundquist i

granskningsprocessen. När Joakim Mansfeld tog över introducerades funktionen biträdande redaktör och en ny redaktion tillsattes.

Den största förändringen kom under 2009 då GFF gick in i ett samarbete med förlaget Taylor & Francis. Mikael Calner, som var redaktör åren 2011–2013, beskriver i en kort redogörelse det nya systemet som innebar tre biträdande redaktörer med sina respektive ämnesinriktningar kvartärgeologi, paleontologi och berggrundsgeologi. De hjälpte huvudredaktören att fördela artiklar och hittar granskare för dessa bland lämpliga ämneskollegor, var dom än finns i världen. GFF utvecklades under 2000-talet och är än idag en vetenskaplig tidskrift med en granskningsprocess i enlighet med *peer review*-systemet.

Ett annorlunda tilltag var en nyhet som infördes under 1920-talet, genom att det fanns en del i tidskriften som kallades *Geolognytt*. Där kunde

**Ragnar Sandegren** (1887–1966) var både redaktör för GFF och sekreterare i föreningen under många år och satt hela sjutton år som redaktör. Sandegren studerade geologi, framför allt kvartärgeologi, i Stockholm, bl.a. för Gerhard De Geer, och blev sedan statsgeolog på Sveriges geologiska undersökning där han jobbade fram till 1952.



**Eugène Svedmark** (1847–1922) är den som suttit längst som redaktör för GFF. Han hade posten i hela 20 år. Svedmark studerade geologi i Uppsala och disputerade 1875. Han uppehöll under flera terminer 1877–1880 på förordnande professuren i mineralogi och geologi. Därefter arbetade han på Sveriges geologiska undersökning fram till 1908.



FOTO: WILHELM LUNDBERG / VÄSTERGÖTLANDS MUSEUM, PDM.



man läsa om allt från tjänstetillsättningar, olika möten och kongresser och nyheter från Sveriges geologiska undersökning (SGU) till resmål och arbetsmöjligheter. Denna nyhetspost i tidskriften och dess innehåll förändrades efter tidsandan och intresse, men fanns kvar ända till slutet av 1970-talet. Från volym 99 och året 1977 så var detta ett avslutat kapitel.

Det är omöjligt att välja ut värdefulla nyheter ur alla Geolognytt som publicerats. Men jag kan i alla fall återge ett utdrag ur den första nyhetsförmedlingen. Där kan man läsa att professor J.G. Andersson har anlänt till riksmuseet med en stor samling fossil från Kina, en rapport om nya "mineralspecies" från Långbanshyttan vilket kallas ett "hart när outtömligt förråd" och att det installerats ett nytt "instrumentarium" för kristallografisk röntgenforskning vid Stockholms högskolas mineralogiska institution. Saxat ur ett geologiskt nyhetsflöde 1921.

### In i den nya teknikens tid

Utvecklingen av tidskriften under 150 år, från Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar till GFF, skulle också kunna beskrivas som en exposé över den tekniska utvecklingen för en tidskrift och dess tillgänglighet.

Enormt mycket har hänt kring tryckprocessen, olika metoder för att producera text och bild till tryckoriginal och den senare utvecklingen av programvaror för detta. Men den utvecklingen är en annan och teknisk historia som vi alla mer eller mindre har upplevt och lever med. Det svåra för oss som lever med dagens teknik är kanske att begripa vilket enormt arbete som tidigare krävdes för att över huvud taget få fram en tidskrift.

Idag sker det mesta som rör tidskriften på Internet, från uppladdning av manuskript till färdig publicering och alla kontroller däremellan. Bland annat kontrolleras att artikeln uppfyller tidskriftens mål och syfte. Innehållet granskas vetenskapligt och språkligt. Sedan gör författaren en revidering varefter det avslutande steget följer: en sista granskning utförd av författare, redaktör och biträdande redaktörer. Allt detta är en procedur



I en översikt av det här slaget blir det ofrånkomligen en kavalkad av äldre herrar. Men där finns **Elsa Warburg** (1886–1953), en av de första kvinnliga paleontologerna i Sverige. Hon var verksam vid Mineralogiska-geologiska institutionen i Uppsala där hon sedermera blev utnämnd till professor. Hon publicerade 1910 en artikel i GFF om Nittsjö i Dalarna.

Elsas främsta forskningsområde var trilobiter och dessa användes i ett tjuvnytt mot en kollega då Elsa döpte en nyupptäckt art till *Isbergia planifrons*, ungefär "Plattskal-len Isberg". Isbergs motdrag kom dock några år senare i form av musslan *Warburgia crassa* eller "den feta Warburg".

som krävs för att hålla en hög vetenskaplig kvalitet och att göra tidskriften attraktiv internationellt. Inom en nära framtid kommer GFF att bli helt och hållet Internet-baserad.

### Stor spridning som ökar

GFF är idag en internationell vetenskaplig tidskrift som har en stor spridning. Jag skulle kunna räkna upp en rad olika siffror på ranking, spridning och annat, men det ändrar sig hela tiden och blir snabbt inaktuellt. Men det är tydligt att GFF når ut till fler och fler personer och organisationer i världen för varje år.

Den förra redaktören Christian Skovsted rapporterade 2014 att antalet bibliotek med tillgång till GFF hade ökat med 16 procent mellan 2012 och 2013 och att antalet nedladdade artiklar hade ökat med 59 procent (!) till över 16 000.

År 2022 hade 3 168 bibliotek och organisationer tillgång till GFF via ett kontrakt med Taylor & Francis. Och samma år gjordes 35 796 nedladdningar av GFF-artiklar. Detta är de högsta siffrorna någonsin och visar att det finns ett mycket stort intresse för Geologiska föreningens tidskrift GFF. Vilken pigg 151-åring!

Avslutningsvis vill jag säga att GFF är föreningens ansikte mot medlemmar, mot vetenskapen inom geologi och i andra närliggande ämnesområden, mot forskning och utveckling inom olika sektorer som universitet och företag, bibliotek och organisation och inte minst utåt i världen. Detta har den nu bidragit med genom en utveckling under 151 år och eftersom behovet av geologisk vetenskap och kompetens stadigt växer, så kommer jag och många andra att kämpa för att GFF ska fortsätta att vara samma starka kraft i minst 150 år till!

Ja just det, varför bytte egentligen tidskriften namn från *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* till *GFF*? Tidskriften hade haft smeknamnet GFF ända sedan 1963 och vid en omröstning 1992 bestämde medlemmarna i föreningen att tidskriften fortsättningsvis skulle heta just GFF. Namnet GFF blev så officiellt namn från 1994. ♦



Magnus Hellqvist är FD i kvartärgeologi, arbetar på Geoveta AB och är redaktör för föreningens vetenskapliga tidskrift GFF.

✉ magnus.hellqvist@geoveta.se

# Det stormar i svensk kvartärgeologi

Kl. 4 f.m. Sjön stiger från norr, vattnet är inne i fyrgården.  
Kl. 8 f.m. Sjön fortfar att stiga, stormen rasar förfärligt, windtrycket är 9 a 10 [beaufort] och i detta nu (kl. 8,10 f.m.) är wattenhöjden nära 2 werktum öfwer golwen i fyrmästarhuset.  
Kl. 9,50 f.m. [...] Sjön bryter mot husknutarne och fyrtornet och går helt och hållet öfwer landet både söder och norr om fyren.  
Kl. 10,15 f.m. Wattnet stiger ytterligare och rusar in och ut genom portarne i fyren.

TEXT: HELENA ALEXANDERSON

**TEXTEN OVAN ÄR** ett utdrag ur Falsterbo fyrmästares dagbok från den 13 november 1872 och den beskriver en del av förloppet under den så kallade Backafloden – en stormflod som översvämde stora kustområden i södra Östersjön och skördade trehundra människors liv främst i Tyskland och Danmark.

I Sverige drabbades särskilt Skånes ost- och sydkust där 23 personer omkom och över 100 bostäder förstördes. Detta inträffade innan mätningar av havsnivån pågick men man har uppskattat att havet som mest nådde 2,4 m över medelvattenytan

vid Falsterbo. Trettio år senare var det dags igen. Julorkanen 1902 slog till och orsakade översvämningar och förödelse, liksom nyårsstormen 1904. Fler stormar har följt.

I senare tid kommer du kanske ihåg Gudrun (2005), Sven (2013) och Malik (2022). Dessa stormar har fått olika konsekvenser i olika delar av landet: på en del håll är det vinden som orsakat de största skadorna medan höga vattennivåer eller stora vågor har orsakat större skador i andra områden.

Under 1900- och 2000-talen har både stormar och höga havsvatten-

stånd blivit allt bättre dokumenterade i och med att mätstationerna blivit fler och instrument och analyser bättre. Men de geologiska effekterna av stormfloder i Sverige är ännu dåligt beskrivna.

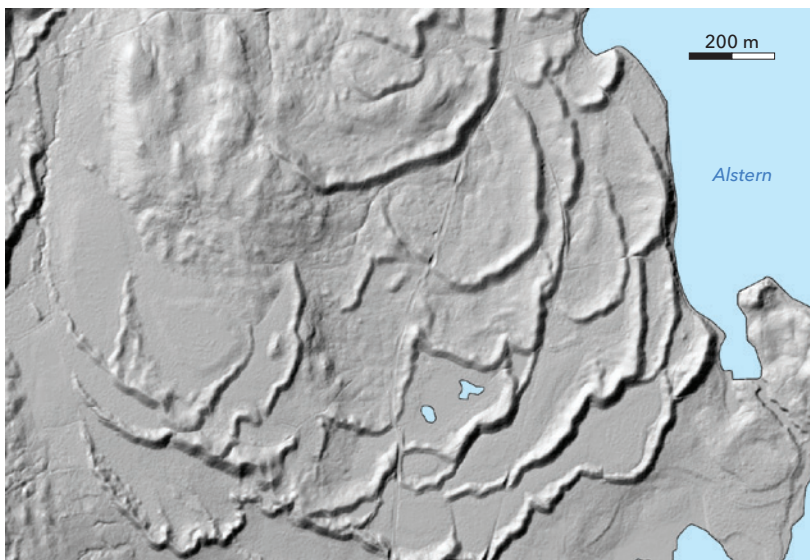
Globalt stigande havsnivåer och förändrade stormmönster har aktualiserat behovet av kunskap om stormar och stormfloder, inte minst med tanke på att stora delar av världens befolkning bor i kustnära och låglänta områden och riskerar att drabbas hårt.

Sverige är ännu inte särskilt utsatt jämfört med många andra länder, men i södra Sverige, där kusterna domineras av lösa sediment och landhöjningen numera är liten, är risken för kustöversvämningar i samband med stormar något som kommuner, fastighetsägare och andra intressenter alltmer måste ta hänsyn till och därför behöver kunskap om.

## Ett geologiskt tidsperspektiv

Från geologiskt håll kan vi bidra med ett längre tidsperspektiv, bortom observationsdata som med vissa undantag bara sträcker sig drygt hundra år tillbaka i tiden.

**Bild 1:** Skuggad höjdmodell över några av flygsanddynerna vid sjön Alsterns nordvästra hörn, Brattforsheden, Värmland. Dynernas form visar att de bildats av nordvästliga vindar. Höjddata från Lantmäteriet.





## VINDTRANSPORTERADE SEDIMENT

Flygsand är sand som transporterats och avlagrats av vinden i sandtäckan eller flygsanddyner. Den övre bilden till höger visar flygsand med korsskiktning i en dyn på Brattforsheden i Värmland. Lössjord är ett vindavlagrat finkornigt sediment som består av en porös, kvartsrik silt. Den undre bilden till höger visar lössjord med tydlig men ojämn jordmån (podsol) vid Hökberg i Dalarna. Vindblåst damm består av de finkornigaste partiklarna som transporterats svävande uppe i luften länga sträckor. Diagrammet nedan visar kornstorleksfördelningen hos olika vindtransporterade sediment.

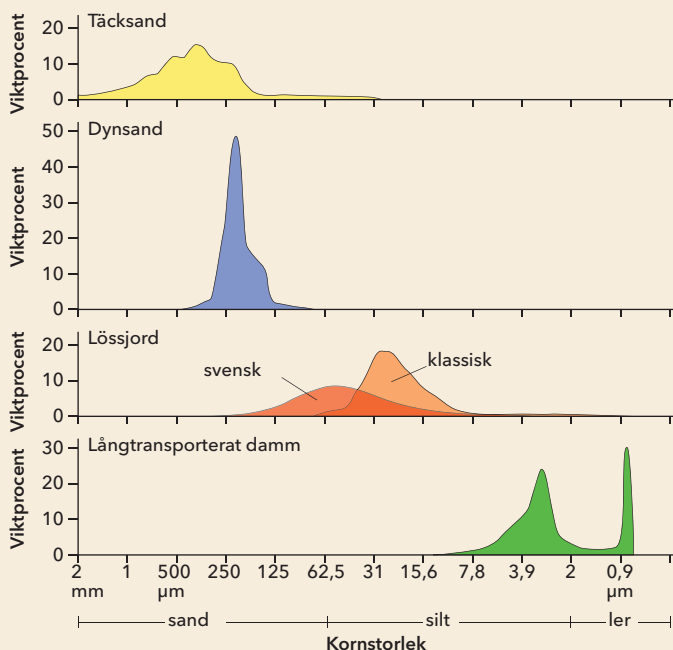


FOTO: HELENA ALEXANDERSON



FOTO: THOMAS STEVENS

Ett långt tidsperspektiv gör det möjligt att koppla variationer i stormmönster till förändringar i klimat och behövs för att kunna göra rimliga riskbedömningar utifrån hur ofta stormar och stormfloder förekommer och hur omfattande de är. Detta gäller inte minst extrema händelser.

Backafloden 1872 faller till exempel helt utanför "det normala" och statistiska beräkningar baserade på observationsdata ger en återkomsttid på 7000–16 000 år för en sådan händelse. Det ger en alltför låg sannolikhet med tanke på att vi vet från våra grannländer i söder (Polen, Tyskland) att liknande, omfattande stormfloder ägt rum åtminstone ett par gånger under de senaste 500 åren.

Så hur gör man då för att med hjälp av geologi rekonstruera stormar och stormfloder?

Även om Sverige inte är känt för sina vindavsättningar, som flygsand-

dyner och lössavlagringar (se faktarutan), finns det sådana även här. Om dessa, eller andra typer av stormavsättningar, kan identifieras och dateras kan det ge oss mycket information om hur atmosfärcirkulation, vindklimat och stormighet har förändrats under perioden sedan den senaste inlandsisen försvann.

Vid flera svenska geovetenskapliga institutioner pågår forskning om vind- och stormavsättningar och de olika universiteten har delvis olika fokus vilket gör att vi tillsammans betydligt ökar kunskapen om dessa avlagringar och de processer som bildat dem.

### Flygsand

Flygsanddyner i södra halvan av Sverige, upp till Värmland och Dalarna, har undersökts i ett projekt lett av mig (Helena Alexanderson, Lunds universitet). Genom att studera flygsanddynernas utseende (bild 1) kan

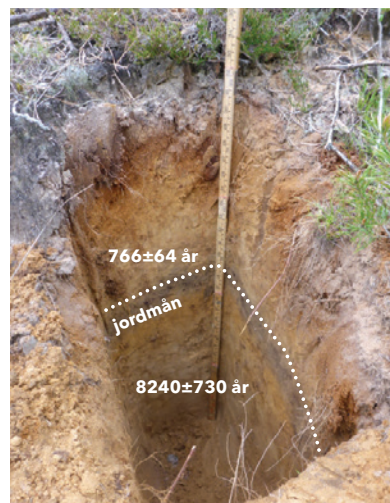
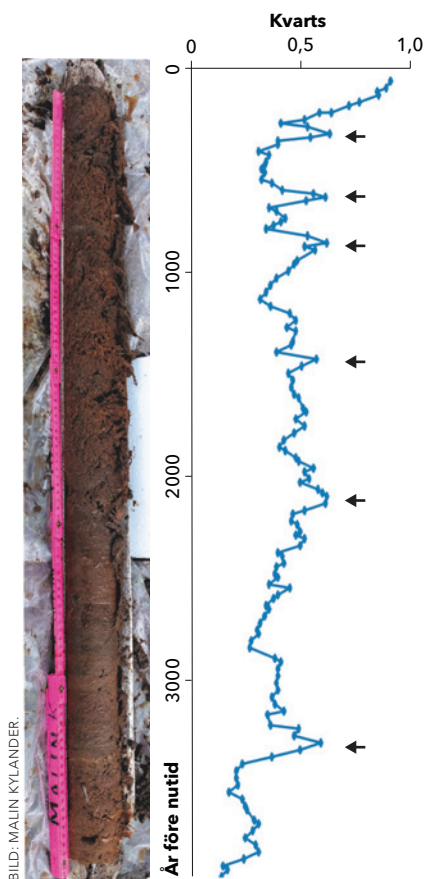


FOTO: HELENA ALEXANDERSON

**Bild 2:** Flygsand med begrävd jordmån i dyn vid Munkaledet, Västergötland, visar att sanddrift ägt rum här vid minst två olika tillfällen. Sanden under jordmånen är ca 8200 år gammal medan sanden över jordmånen avsattes för knappt 800 år sedan. Den streckade vita linjen visar den gamla markytan.



**Bild 3:** Torvborrhäls från Store Mosse i Småland. Hela sekvensen omfattar fem meter torv och sträcker sig 5000 år tillbaka i tiden. Kurvan till höger visar den relativa mängden kvarts i torven. Kvarts dominerar i korn av sandstorlek och toppar i kvartskurvan kan därför tolkas som ett tecken på starkare vindar och ökad stormighet. Kvartsinnehållet bestäms genom analys av det infraröda spektrumet från torvkärnan.

vi rekonstruera vilken vindriktning som rådde då dynerna bildades och delvis även hur miljön såg ut. Till exempel om där fanns mer eller mindre vegetation.

Borrningar eller skärningar genom dynerna avslöjar hur sedimenten ser ut och om det finns begravda jordmånar som visar på att dynerna varit aktiva under mer än en period med stabila marktytor däremellan (bild 2). Luminiscensdatering av flygsanden ger sedan besked om när sanden avsattes.

Vi har kunnat visa att flertalet dyner bildades ganska snart efter att inlandsisen försvann och då huvudsakligen av nordvästliga vindar.



FOTO: HELENA ALEXANDERSON.

**Bild 4:** Ett delvis mycket tunt lager sand spolades in över land under stormen Otto i februari 2023 (Lomma, Skåne). I det här fallet kommer lagret antagligen inte bevaras, men vid en större händelse kan mer sand avsättas och visar då hur långt in på land som vattnet minst har nått.

Men en del dyner var aktiva flera tusen år senare, även efter att vegetationen vandrat in, vilket annars kunde ha förväntats stabilisera och binda sanden.

Både i Småland och Västergötland finns det till exempel flygsand som avsatts för sex-sjutton tusen år sedan. Någonstans kring den tiden verkar dock den mesta dynbildningen och sanddriften i södra Sverige ha avstannat, kanhända på grund av ett fuktigare klimat som gjorde att sanden bands mer effektivt.

Enstaka förekomster av flygsand från de senaste femtusen åren har emellertid påträffats, bland annat i Värmland och Skåne. Just nu pågår arbete med flygsand i Småland och Halland där vi kunnat identifiera flera perioder med sanddrift och vinderosion under de senaste ca 15 000 åren.

### Lössjord

Flygsand är ganska korttransporterad, men finare kornstorlekar kan transporteras längre med vinden och avsätts som massiva lager som draperar underlaget. Sådana siltiga lössavsättningar är framför allt kända från längre söderut på kontinenten, där mycket mäktiga lössjordar avsät-

tes framför inlandsisen och idag bildar bördiga jordbruksmarker.

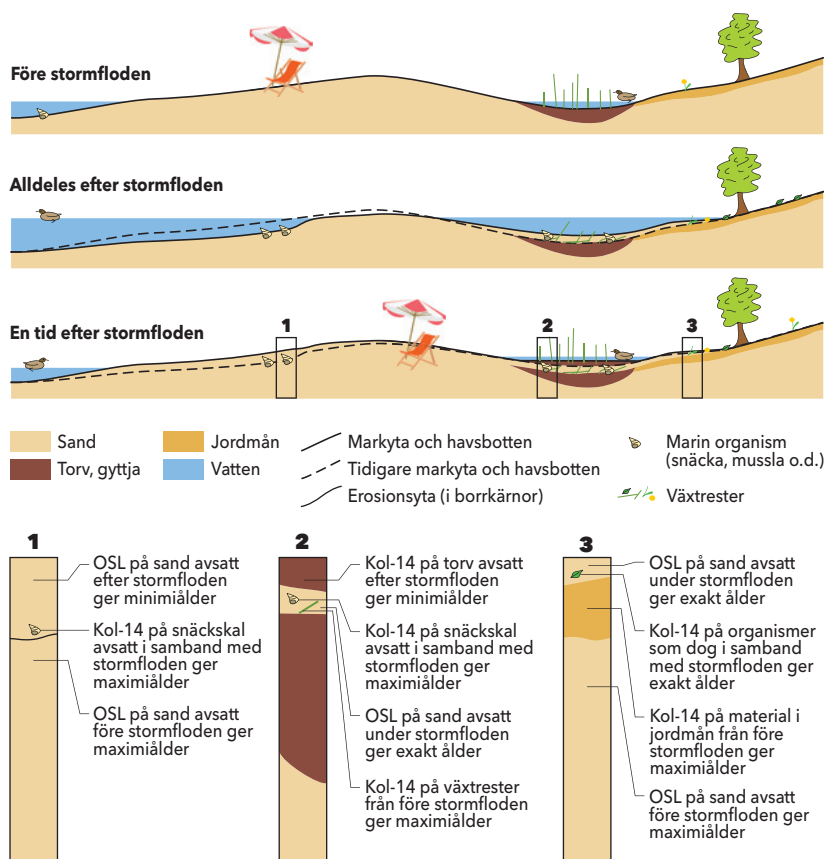
I Sverige finns fläckvis förekomster av något som lokalt och informellt kallas "rödfemna" och som huvudsakligen är en sandigare variant än den klassiska siltiga lössjorden (se faktaruta), vilket gjort att det varit omdiskuterat om det faktiskt är löss eller inte. Liksom för flygsanden handlar det om att identifiera lössjorden och åldersbestämma den, vanligen med luminiscensdatering.

Thomas Stevens och hans grupp vid Uppsala universitet har i ett pågående projekt genom sedimentologiska undersökningar av sådana avsättningar i Värmland och Dalarna visat att de massiva sandiga siltiga lager som finns där är lössjord. Lagren är oftast tunna och på flera platser delvis uppblandade med underliggande sediment.

Liknande observationer har gjorts i Västsverige av Mark Johnson och studenter vid Göteborgs universitet. Luminiscensdatering ger spridda åldrar, troligen på grund av omblandning av sediment i de tunna och ytnära lagren. Men huvuddelen av lössjorden verkar vara avsatt från efter deglaciationen fram till sju-åttatusen år sedan. Enstaka åldrar så unga som omkring femtusen år förekommer dock.

Lössjordarna ligger på högre höjd än dynerna och deras avsättningsmönster tyder på att de avsattes av vindar från nordost. Intressant nog stämmer inte vindriktningen överens med den som tolkats från intelligande dyner.





**Bild 5:** Bilden visar hur och på vilka material luminiscensdatering (OSL) och kol-14-datering kan användas för att åldersbestämma stormavsättningar. Exemplet visar så kallade överspolnings-sediment som avsätts under stormfloder men principerna är i stort sett samma för andra typer av avsättningar. Tvärprofilerna överst visar en kustremsa med topografi och geologi. Obs! Ej skalenlig. Nedanför visas de förväntade lagerföljderna i punkterna 1-3, och vad som kan analyseras för att bestämma åldern. Borrhämnarna kan tänkas motsvara en halv till ett par meter.

## LÄS MER

Alexanderson, H. & Bernhardson, M. 2019. Late glacial and Holocene sand drift in south-central Sweden. *GFF* 141, 84–105.

Stevens, T. m.fl. 2022. Age, formation and significance of loess deposits in central Sweden. *Earth Surface Processes and Landforms* 47, 3276–3301.

Kylander, M.E. m.fl. 2023. Storm chasing: Tracking Holocene storminess in southern Sweden using mineral proxies from inland and coastal peat bogs. *Quaternary Science Reviews* 299, 107854.

Hallin, C. m.fl. 2022: Stormfloder – en kunskapsöversikt av metoder för att identifiera och kvantifiera extrema havsvattenstånd. LUNDQUA Report 44.

Alla publikationer är öppettillgängliga.

## Vindblåst damm

De finaste partiklarna, som transporteras längst av vinden, kan man med fördel studera i mossar, där de vindtransporterade mineralkornen (damm, se faktarutan) sticker ut gentemot den omgivande torven och är lättare att identifiera.

Genom att ta upp borrhämnar från torvmossar (bild 3) och undersöka dem geokemiskt kan även de tunnaste lager av inblåst damm-, silt- och sandkorn identifieras. Torven som kornen ligger i kan dateras med kol-14-metoden och resultatet blir en mer eller mindre kontinuerlig kurva som visar hur stormigheten har varierat med tiden i området.

Malin Kylander vid Stockholms universitet leder ett projekt där man borrar i bland annat Store Mosse i Småland och genom att kombinera information från flera olika mossar i regionen har man byggt upp en sådan stormighetskurva som är representativ för de senaste femtusen åren i södra Sverige (bild 3). Resultaten visar

på sex stormigare perioder under denna tid: 4 495–4 290, 3 880–3 790, 2 885–2 855, 2 300–2 005, 1 175–1 065 och 715–425 år före nutid.

## Stormfloder

Det geologiska arbetet med stormfloder är det som kommit kortast väg forskningsmässigt. Sverige ligger här långt efter våra grannländer Danmark och Polen. Av kända historiska stormfloder är Backafloden 1872 den hittills mest undersökta men det har inte gjorts några geologiska undersökningar för att hitta spår av den.

Detta håller nu på att ändras. Förra året publicerades en litteraturstudie med en översikt av kunskapsläget om stormfloder i Sverige under ledning av Caroline Hallin vid Lunds tekniska högskola. Det arbetet har lett vidare till ett tvärvetenskapligt projekt med fokus på kustöversvämningar där geologi utgör en viktig del.

Spår av stormfloder hittas förstas främst i kustnära områden, antingen i form av landformer som bildats vid stormfloderna eller sediment som

avsatts i samband med översvämningarna. Det kan till exempel vara strandhak som eroderats, eller sand eller marina mikrofossil som spolats in i en lagun eller strandnära våtmark (bild 4). Beroende på vilken typ av avlagring som studeras kan olika dateringsmetoder användas, till exempel kol-14-datering, luminiscensdatering eller blydatering (bild 5). Vad som funkar bäst för svenska kuster får vi förhoppningsvis snart reda på! ♦



Helena Alexanderson är professor i kvartärgeologi vid Lunds universitet.  
✉ helena.alexanderson@geol.lu.se



kalcit

Bild 1: Gedigen arsenik som blomkålsliknande aggregat invuxna i kalcit. Bildutsnittet är ca 10 × 5 cm.

# Arsenik – gift och mineralogiskt diversifierad naturlig byggsten

Det ytterst giftiga grundämnet arsenik är känt som det gyllengula sulfidmineralet auripigment sedan antiken enligt Plinius d.ä. Det är dock okänt vem som först isolerade ämnet.

TEXT OCH BILD: PER NYSTEN

**SOM UPPTÄCKARE** av grundämnet arsenik anges ofta Albertus Magnus som levde 1193–1280. Namnet kan härledas från det grekiska ordet *arsenikos* (ἀρσενικός) som betyder manlig. Arsenikoxid,  $\text{As}_2\text{O}_3$  erhålls som biprodukt vid brytning av komplexa metallrika malmer och metallisk arsenik kan fås genom reduktion med träkol ur oxiden.

## Geologiskt uppträdande

Primära arsenikförekomster finns som hydrotermala gångar, till exempel i Erzgebirge i Sachsen, samt bundet till massiva sulfidmalmer där Bolidenmalmen kan tjäna som ett bra exempel. Arsenikföreningar förekommer också i vissa granitiska pegmatiter i form av arsenikkis och löllingit ( $\text{FeAs}_2$ ).

Föreningar mellan metaller, syre och arsenik (arsenater eller arseniter) finns på flera ställen i Bergslagen, i New Jersey i USA, Tsumeb i Namibia och i t.ex. Falotta i de schweiziska alperna. Vittring av de primära arsenik-sulfiderna resulterar lokalt i mer eller mindre lösliga arsenater och till och med rena arsenikoxider som lokalt kan skapa hälsoproblem (t.ex. i Kank i Tjeckien). Speciellt gäller detta om de hamnar i varpmassor och sandmagasin.

## Mineralkemi och mineralogi

Arsenik har atomnummer 33 och kan räknas som en halvmetall med oxidationstalen  $-3$ ,  $0$ ,  $+3$  och  $+5$ . Grundämnet arsenik är grått och mjukt.

Det vanligaste primära mineralet både globalt och i Sverige är arsenikkis ( $\text{FeAs}_2$ ). Dessutom finns det arseni-



der (domeykit  $\text{Cu}_3\text{As}$ ), legeringar (stibarsen  $\text{SbAs}$ ), sulfider (realgar  $\text{As}_4\text{S}_4$ ) och sulfosalter samt sekundära arsenater, arseniter och oxider (arsenolit  $\text{As}_2\text{O}_3$ ) med arsenik som huvudelement. Elementär arsenik (arsenik eller arsenolampurit) är också känd som mineral.

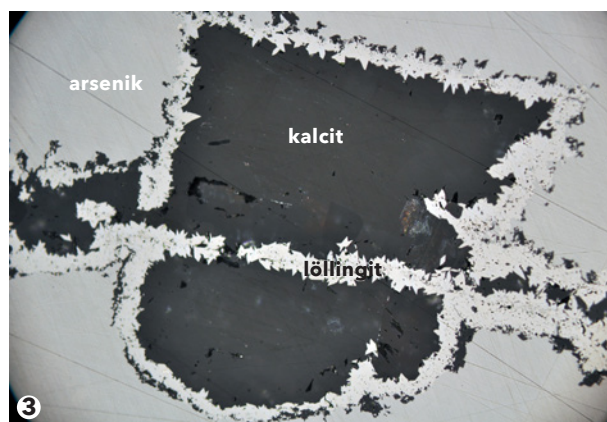
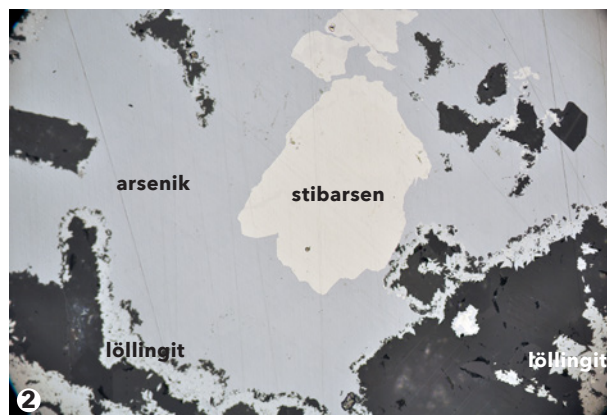
Arsenik har tidigare använts för träimpregnering och för bekämpning av ogräs, svampar och insekter samt för framställning av halvledarmaterialet galliumarsenid ( $\text{GaAs}$ ). I början av 1800-talet tillverkades grönfärg (s.k. kejsargrönt eller parisergrönt) till tapeter och tyger av en kopparhaltig arsenikförening.

### Arsenik i Sverige

Arsenik finns i vissa svenska malmförekomster och granitiska pegmatiter, men förekommer även i låga koncentrationer spritt i berggrunden.

De första typerna av förekomster är relativt välkända medan det senare uppträdandet av arsenik är mindre känt vilket kan leda till problem av toxikologisk karaktär. För närvarande pågår ett projekt i SGU:s regi finansierat av Stiftelsen för Bergteknisk Forskning (BeFo) och Naturvårdsverket i vilket jag ingår som deltagare. Projektområdena omfattar dels Arlanda-Rosersberg i Uppland, dels Järna-Nykvärn i Södermanland).

Inom Arlandaområdet pågår en intensiv exploatering och byggnation inkluderande utnyttjande av bergmaterial som hämtas i bergtäkter. Förhöjda halter av arsenik har bland annat dokumenterats från bergbörade brunnar



i Sigtuna kommun och från bergtäkter i anslutning till Arlanda vilket lett till att åtminstone en täkt har stängts.

Vår uppgift är att identifiera bergartsstråk med förhöjda halter av arsenik och visa hur man kan undvika dessa. Till vår hjälp har vi utfört mätningar med handhållen XRF (röntgenfluorescens), bulkkemisk provtagning, tunnslipsmikroskopi samt analys med elektronmikroskop. Resultaten kommer att redovisas inom något år.

Här vill jag visa några exempel på arsenikmineral, både från aktiva och nedlagda gruvor i Sverige, baserat på material som jag samlat in och analyserat. Malmmineralen illustreras huvudsakligen med hjälp av bilder på polerade prov tagna i reflekterat polariserat ljus (malmmikroskopi). Jag har även tagit med ett par exempel på arsenatmineral innehållande  $(\text{AsO}_4)^{3-}$ -grupper.

### Storliden vid Malå

Grov gedigen arsenik finns i Storliden som blomkålsliknande aggregat tillsammans med trolig stibarsen ( $\text{SbAs}$ ), löllingit ( $\text{FeAs}_2$ ) och pyrargyrit-proustit ( $\text{Ag}_3\text{SbS}_3$ – $\text{Ag}_3\text{AsS}_3$ ) i kalcitfyllda hydrotermala gångar i anslutning till den kopparrika sulfidmalmen (bild 1–3). Liknande former av arsenik är även kända från Lindsköldmalmen nära Adak i Skelleftefältet.

### Håkansboda, Västmanland

Den komplexa koppar-kobolt-malmen vid Håkansboda innehåller rikligt med både arsenikkis ( $\text{FeAsS}$ ) och koboltglans ( $\text{CoAsS}$ ) samt glaukodot,  $(\text{Co,Fe})\text{AsS}$ . Arsenikkisen bildar kristaller i skarnig marmor och koboltglans förekommer företrädesvis som kuber och pentagondodekaedrisk kristaller i magnetkis och i kopparkis.

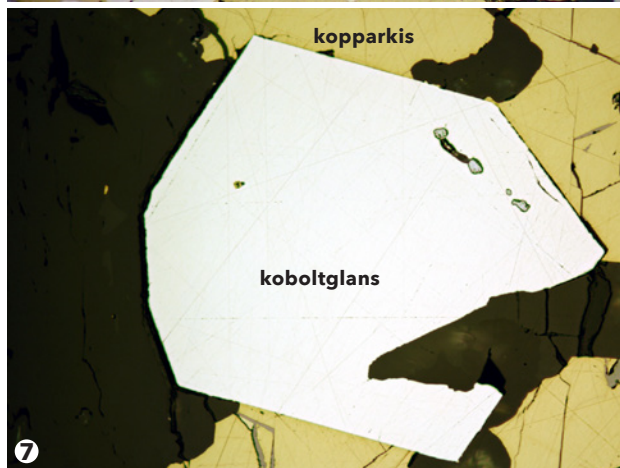
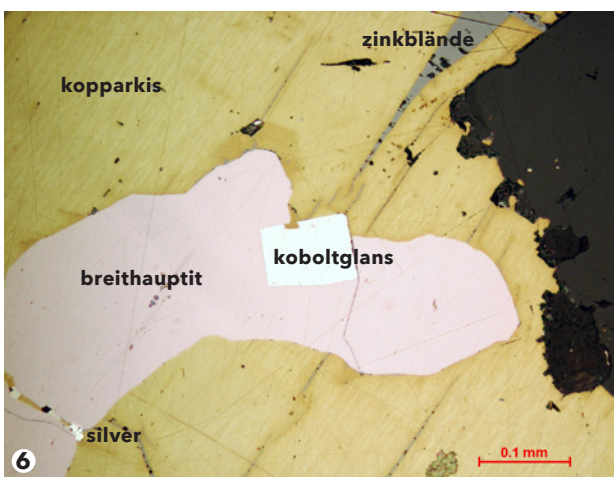
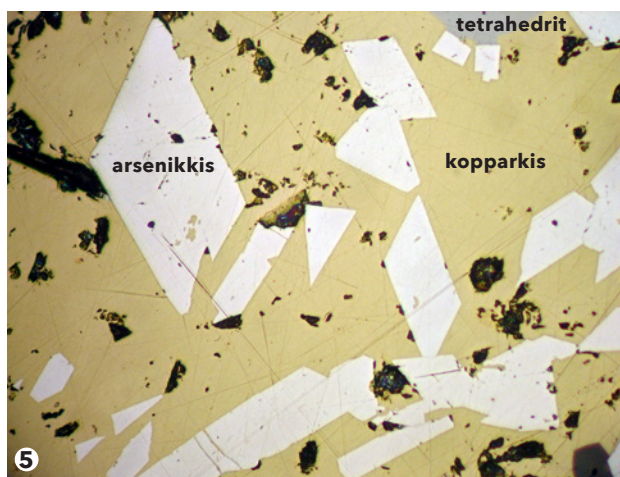
Glaukodot bildar silvervita, metallglänsande kristaller som formmässigt påminner om arsenikkis, inväxta i magnetkis (bild 4). Kristallerna varierar huvudsakligen i storlek mellan 1 och 2 cm men speciellt koboltglans kan uppnå betydligt större storlek (max 5 cm).

**Bild 2:** Trolig vit stibarsen ( $\text{SbAs}$ ) omgiven av grå arsenik med en bård av löllingitstjärnor (trillingar) i kalcit.

**Bild 3:** Löllingitkristaller på gränsen mellan kalcit och arsenik.

**Bild 4:** Koboltglanskristall med gul kopparkis och blekgul pyrit som inneslutningar, omgiven av blekt brunbeige magnetkis. Bildbredden i mikroskopbilderna varierar mellan 1 och 4 mm.





Håkansboda är tillsammans med Tunaberg i Södermanland världsberömda lokaler för sina exceptionellt fint utbildade kristaller av koboltglans. Under 1980-talet undersöktes malmen vid Håkansboda på 255-metersnivån där man påträffade en malmkropp rik på kopparkis och tennantit ( $\text{Cu}_6\text{Cu}_4(\text{Fe,Zn})_2(\text{As,Sb})_4\text{S}_{13}$ ) med invuxna arsenikkis- och koboltglanskristaller.

### Sala, Västmanland

I den nordvästra delen av den välkända bly-zink-silver-(antimon-kvicksilver)-malmen i Sala finns en liten förekomst som heter Pehrs koppargruva. Jag har studerat mineralprover från denna med malmmikroskopi och elektronmikrosond.

Förekomsten är tidigare sparsamt dokumenterad och den bröts under åren 1800–1809 enligt en informations-skylt som sitter vid gruvan. Malmen ligger delvis i dolomitmarmor och delvis i finkornig metavulkanit som är utbildad som vulkanisk breccia.

Kopparmineral är ovanliga i huvudmalmen vid Sala silvergruva men vid den här nämnda förekomsten finns sparsamt med kopparkis i marmor (s.k. gul kopparmalm) och tetrahedrit tillsammans med arsenikkis (s.k. grå kopparmalm). De senare mineralen sitter i ådror i metavulkaniten och har en tjocklek upp till någon centimeter

**Bild 5:** Väl utbildade arsenikkiskristaller i kopparkis från Pehrs koppargruva, Sala. I bildens övre del ses gråfärgad tetrahedrit.

**Bild 6:** Koboltglanskristall på gränsen mellan kubanit och kopparkis (gul) samt breithauptit (rosa). Spår av gediget silver (vit) ses i nedra vänstra hörnet. Burklandmalmen, Zinkgruvan.

**Bild 7:** Koboltglanskristall som är invuxen i kopparkis vid gränsen mot silikatmineral. Burklandmalmen, Zinkgruvan.

**Bild 8:** Manganberzeliit  $[(\text{Ca,Na})_3(\text{Mn}^{2+},\text{Mg})_2(\text{AsO}_4)_3]$  som körtel i hematitförande skarn, Långban. Stoffen är ca 7 x 8 cm. Bildbredden i mikroskopbilderna varierar mellan 1 och 4 mm.

(bild 5). Malmtypen innehåller även gedigen vismut och vismutsulfoalter. Associerad med kopparkisen hittas även molybdoscheelit.

Väl utbildade arsenikkiskristaller som är några millimeter stora finns även på vissa platser rikligt i den magnesiumskarniga dolomitmarmorn som är värdbergart för bly-zink-silvermalmen i Sala.

### Zinkgruvan, Närke

I Burklandmalmen vid Zinkgruvan förekommer ett flertal ovanliga mineral varav några är rika på arsenik. Väl utvecklade kristaller av koboltglans som är upp till några centimeter stora finns invuxna i kopparkis och kubanit ( $\text{CuFe}_2\text{S}_3$ ) tillsammans med nickelarsenid (nickelin,  $\text{NiAs}$ ) och nickelantimonid (breithauptit,  $\text{NiSb}$ ).



## ARSENIK

Relativ atommassa	74,92160 u
Utseende	Metalliskt grå
Densitet	5 727 kg/m <sup>3</sup>
Aggregationstillstånd	Fast
Smältpunkt	1 090 K

- Arsenik kan vara grå, gul och svart, vanligast är grå.
- Den bildar en stabil isotop As<sup>75</sup>.
- Kristallstrukturen är romboedrisk skiktad och spröd
- Mohs hårdhet är 3,5.
- Om arsenik upphettas i luft bildas As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vars ångor luktar vitlök, något man även kan känna om man slår på arsenikkis.
- Används till insektsbekämpning, växtbekämpning, bekämpning av sjukdomar, tryckimpregnering av virke, som legering med bly i bilbatterier, ammunition, som halvledare (GaAs), i optiskt glas, keramik och datorer.
- På 1700-talet användes Scheele-grönt (hydrerat koppararsenat) för att färga godis!
- Används för behandling av annars dödlig akut promyelocytisk leukemi och för att lokalisera tumörer.
- Arsenik är cancerogent.
- Låga halter av arsenik kan stimulera kapplöpningshästar och arbetshundar.
- I människokroppen bryter arsenik produktionen av ATP (adenosintrifosfat) i den viktiga citronsyracykeln vilket leder till organkollaps.

**Bild 10:** Sarkinitkotte [Mn<sub>2</sub>(AsO<sub>4</sub>)(OH)] med baryt i hålrum i Mn-skarn från Harstigen. Det brunbeige knottiga mineralet är karyopilit (ett hydrerat Mn-silikat). Provet är funnet av Axel Hamberg 1885. Bildbredd 15 mm.

FOTO: TOREBJÖRN LORIN.



**Bild 9:** Fetglänsande grå hedyfankörtel (Pb<sub>3</sub>Ca<sub>2</sub>)(AsO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Cl invuxen i brun kloropyroxen (schefferit), Långban. Stucken är ca 6 × 8 cm.



Två olika typer av safflorit, (Co,Fe)As<sub>2</sub>, förekommer. En av dem är rik på kobolt medan den andra är rik på järn. Mindre mängder av arsenikkis har även hittats tillsammans med safflorit (bild 6–7). Mineralogiskt finns det likheter mellan Håkansboda, Tunaberg (Södermanland) och Burklandmalmerna.

### Långban, Värmland

Järn-manganmalmen i Långban omges av dolomitisk marmor och skarnmineral (pyroxen, amfibol, granat, olivin). Bundet till skarnet och i malmen förekommer körtlar och sliror av en stor mängd exotiska arsenatmineral (bild 8–9). Arsenater, arseniter och arsenosilikater finns även i form av sprickfyllnader och i öppna hålrum eller drusrum som delvis vackert utbildade kristaller. En liknande mineralogi är dokumenterad från flera gruvor i Filipstads bergslag: Harstigen (bild 10), Pajsberg, Jakobsberg och Nordmark,

samt från Sjögruvan nära Grythyttan och från Norbergs bergslag. Dessutom finns det liknande arsenatmineral i manganoxidförekomster i Lappland, bl.a. Ultevis. ♦

### Läs mer

Björnberg, C. 2009. The copper sulphide mineralization of the Zinkgruvan deposit, Bergslagen, Sweden. Examensarbete i geologi vid Lunds universitet, Berggrundsgéologi 240, 62 s.

Enhag, P. 2000. Jordens grundämnen och deras upptäckt, Del II. Industrilitteratur, 512 s.



Per Nysten är docent i geologi, tidigare vid Uppsala universitet och SGU.

✉ per.nysten@gmail.com



Till vänster: Natalia Pustilnik berättar om situationen i Ukraina. Till höger: Alexander Stockhaus berättar om in situ-behandling av sediment.

# Geologi är stort på vårmöte om renare mark

I mars ordnade Nätverket Renare Mark sitt årliga vårmöte i Linköping. Jag deltog i det genom mitt arbete inom miljögeologi och kunde lätt konstatera hur viktigt geologi och geovetenskap är i miljöarbetet idag. Under mötesdagarna diskuterades allt från leror, gruvavfall och miljöpåverkan i Ukraina till PFAS, DDT, efterbehandling och mycket annat. Dessutom fanns mycket att hämta kring metoder och tekniker.

TEXT: MAGNUS HELLOQVIST

**NÄTVERKET RENARE MARK** startade år 2001 som en obunden intresseorganisation som samlar företag, organisationer och privatpersoner som arbetar med olika aspekter av förorenad mark. Nätverket ordnar seminarier, möten och utbildningar. Ett återkommande evenemang är vårmötet som samlar alla som arbetar med förorenad mark.

Geologi och geovetenskap är en mycket viktig del av miljöarbete, vilket blir särskilt uppenbart när det gäl-

ler frågor om förorenad mark. Detta syntes också tydligt på årets vårmöte. Det är inte bara vad som visas i föredrag och postrar som har mer eller mindre geologiskt innehåll, utan det märks även på vilka som deltar.

Många av de företag och organisationer som deltog har en geologisk koppling i sitt arbete med förorenade områden, t.ex. Sveriges geologiska undersökning (SGU) och Sveriges geotekniska institut (SGI). Dessutom

har många av deltagarna helt eller delvis en bakgrund inom geologi och geovetenskap. Eftersom jag sedan trettio år varit lärare på kurser och utbildningar i ämnet träffade jag på många tidigare studenter som nu arbetar i olika sammanhang.

Den geologiska aspekten av miljöarbete behandlas vanligen inom vad som sammanfattas som miljögeologi, men som egentligen omfattar alla delar av det geologiska ämnesområ-



det. I ett internationellt perspektiv är miljögeologi en stor inriktning inom geologi och geovetenskap.

Inom det miljögeologiska fältet arbetar man både specifikt och integrerat med allt från berggrundsgeologi, jordarter, sediment, grundvatten och ytvatten till geokemi och mycket annat. Dessutom används många vanliga geologiska arbetsmetoder som geofysik, borrhälsmetoder och provtagningsteknik. Geologi är ju grunden och har väldigt stor roll för det som sker i miljön.

Hela vårmötet bestod av en lång rad höjdpunkter med engagerade presentatörer och det var svårt att välja. Mötet inleddes med ett gemensamt föredrag av Nataliia Pustilnik från WWF Ukraine som berättade engagerat om situationen i Ukraina. Det pågående kriget har en enorm påverkan på både mark, vatten och våtmarker. Efter krigets slut kommer det att behövas omfattande åtgärder för miljön, vilka delvis redan har påbörjats.

Lika engagerade var också Dan Berggren Kleja (SLU/SGI) och Peter Englöw (Sweco) som berättade om efterbehandlingen av arsenik i Hjältevad där de använt den komplicerade men oerhört spännande efterbehandlingsmetoden jordtvätt. Detta är kanske också det projekt som pågått längst i tid, ända sedan slutet av 1960-talet och det är inte klart ännu.

En av de stora snackisarna på mötet (liksom i den allmänna debatten idag) var detta med PFAS som är en komplicerad förorening när den förekommer i mark och grundvatten. Stora resurser läggs både på att ta hand om PFAS och att förstå mer om dessa ämnen, och det finns stora utmaningar med detta.

Utöver de mer återkommande ämnena fick vi även insikter i exempelvis förekomsten av klorerade pesticider som DDT i jorden. Trots att det är länge sedan detta ämne förbjöds hittar man det ännu, bland annat i marken där det tidigare legat plantskolor. Både SGU och konsultföretag är inblandade i projekt där man undersöker sådana.

Det är svårt att återge allt intressant från mötet, men jag kan ändå konstatera att både företag, organi-

### PFAS

Per- och polyfluorerade alkylsubstanser eller högfluorerade ämnen är ett samlingsnamn för en stor och komplex ämnesgrupp på mer än 10 000 identifierade ämnen med varierande egenskaper och bred användning i samhället, bl.a. som impregnering och i brandskum.

Gemensamt för alla PFAS-ämnen är att de är mycket svåra att bryta ner. Vissa är vattenlösliga och rörliga i mark och vissa kan ha skadliga effekter för både människa och miljö. Alla PFAS-ämnen är syntetiskt framställda och finns inte naturligt.

PFAS är organiska ämnen som består av en kolkedja där väteatomerna helt eller delvis är utbytta mot fluoratomer. En helt fluorerad kolkedja kallas perfluorerad, en delvis fluorerad kolkedja kallas polyfluorerad.

Källa: Kemikalieinspektionen.

### RUFS

Regeringsuppdraget förorenade sediment, RUFS, har haft som syfte att ta fram förbättrad kunskap för hantering av förorenade sediment i sjöar, vattendrag och kustvatten. Uppdraget har genomförts i samverkan mellan Naturvårdsverket, Sveriges geologiska undersökning (SGU), Statens geotekniska institut (SGI), Havs- och vattenmyndigheten (Hav) och länsstyrelserna under perioden 2019-2022. Du kan ladda ner slutrapporten från Naturvårdsverkets webbplats (sök RUFS) eller följ qr-koden.



sationer och myndigheter engagerar många i miljöarbetet och att geologin är en oerhört viktig pusselbit.

Som exempel kan nämnas två projekt som SGU respektive Sala kommun bedriver: Alexander Lewerentz från SGU berättade om arbetet med kritiska metaller och mineral i historiska gruvavfall och Michael Nilsson från Sala kommun presenterade det komplicerade arbetet att åtgärda förorenad mark kring Sala silvergruva, en plats som samtidigt också har höga kulturvärden.

Ett annat spännande område som presenterades är SGU:s omfattande maringeologiska arbete med sediment på havsbotten. Inom detta område har SGU tillsammans med flera andra myndigheter medverkat i RUFS, ett regeringsuppdrag som



FOTO: MAGNUS HELLOVIST.

**Ovan:** Efter vårmötet for jag direkt till Göteborg universitet och studenterna på masterkursen i miljögeologi. Det här är en utmärkt möjlighet att arbeta med framtidens miljögeologer.

syftat till att öka kunskapen om förorenade sediment och att utveckla arbetet med dessa. Sediment är ju bland de mer komplicerade men samtidigt mycket spännande geologiska delarna att arbeta med.

Efter mitt deltagande i vårmötet reste jag direkt till Göteborg för att starta upp årets masterkurs i miljögeologi på Geocentrum som en del i det viktiga arbetet med kunskaps- och erfarenhetsåterföring. Jag kunde direkt i kursen implementera senaste nytt inom området och även för studenterna tydligt peka på hur rätt det är att utgå från geologin och geovetenskapen när de i framtiden ska arbeta med miljöfrågor. ♦



Magnus Hellqvist är FD i kvartärgeologi, arbetar på Geoveta AB och är redaktör för föreningens vetenskapliga tidskrift GFF.

✉ magnus.hellqvist@geoveta.se



# Michael Bassett – in memoriam

Professor Michael Gwyn Bassett gick bort söndagen den 15 januari 2023 efter en lång tids sjukdom. Han skulle ha fyllt 80 den 31 mars. Michael Bassett var en av de mest betydande forskarna i sin generation och arbetade huvudsakligen med paleontologi och stratigrafi i tidig paleozoikum.

Han var allmänt känd som en framstående expert på paleozoiska brachiopoder, biostratigrafi och faciesutveckling, över hela världen, men särskilt i Storbritannien och Skandinavien. Han lämnade också viktiga bidrag till förståelsen av brachiopoder, särskilt deras systematik, tidiga ontogeni och fylogeni.

Michael föddes i Barry, utanför Cardiff i södra Wales, och utbildade sig lokalt. Han studerade först geologi vid University of Wales och tog en BSc Honours-examen och fortsatte sedan sin utbildning vid University College, Swansea, där han doktorerade med en stor monografi om siluriska brachiopoder.

En kort tid efter sin examen 1967, fick han anställning som Assistant Keeper (Intendent) på National Museum of Wales i Cardiff, där han kom att arbeta under nästan 40 år. Han blev snart befordrad till Senior Keeper och Chef för den geologiska avdelningen. Denna post innehade

han i nästan trettio år, fram till sin pensionering 2008.

Han tjänstgjorde även som professor och föreläsare vid Cardiff University och tillbringade långa forskningsvistelser utomlands, i synnerhet på Naturhistoriska museet i Oslo och i Sverige där hans Gotlandsforskning bedrevs vid Uppsala universitet och Naturhistoriska riksmuseet.

Michael arbetade även som generalsekreterare och förste vice ordförande i International Commission on Stratigraphy, IUGS, och gav betydande forskningsbidrag till utvecklingen av den internationella geologiska tidsskalan.

Under sin långa vetenskapliga karriär fick Michael ett stort antal utmärkelser och erkännanden för sin framstående forskning. År 2000 belönades hans långvariga svenska forskningsinsatser med ett hedersdoktorat från Uppsala universitet och i december 2006 utsågs han till ordförande för The Palaeontological Association, ett av världens ledande sällskap för paleontologiska studier.

Under sin tid som Keeper of Geology lyckades Michael med att etablera National Museum of Wales som ett internationellt erkänt forskningscentrum, och han skapade starka och breda internationella forskningslän-

kar, inte bara med nordamerikanska och europeiska länder utan också med Argentina, Kina och utvecklingsländer, som t.ex. Kazakstan, Iran och Uzbekistan.

Han spelade också en nyckelroll i arbetet med att skapa framgångsrika utställningar på sitt museum. Några exempel är den banbrytande *Dinosaurier från Kina* 1986–1987, *Mammoth and the Ice Age* 1991–1992 och *Flight* 2001. Den mycket populära, prisbelönta basutställningen *Evolution of Wales* är också del av hans bestående arv.

Från tidig ålder var Michael en pensionerad rugbyspelare och aktiv i flera walesiska klubbar. Dessutom hade han två perioder som spelare och tränare i Uppsala Rugby FC i under sina besök som gästforskare i Sverige.

Efter pensioneringen fortsatte Michael sin forskning tillägnad bl.a. geoturism på Gotland samt gotländska brachiopoder och deras utveckling. Han deltog även aktivt i handledning av ett flertal doktorander vid Uppsala universitet.

Nu lever Michael Bassett kvar i vårt minne som en framstående vetenskapsman och en nära vän. ♦

Lars Holmer, Leonid Popov, Mansoureh Ghobadi Pour,  
Jan Ove R. Ebbestad, Vivianne Berg-Madsen,  
John S. Peel, Graham Budd



# På gång

**9-14 juli.** Goldschmidt 2023 Conference, Lyon, Frankrike.  
Läs mer: [2023.goldschmidt.info/](https://2023.goldschmidt.info/)

**14-20 juli.** XXI INQUA Congress, Rom, Italien.  
Läs mer: [inquarema2023.org](https://inquarema2023.org)

**5-6 augusti.** Sten och Mineralmässa, Falkängen, Hällekis, Kinekulle  
Läs mer: [skaraborgsgeologiska.se/valkommen-till-arets-massa/](https://skaraborgsgeologiska.se/valkommen-till-arets-massa/)

**2-3 september.** Stenmessen Fyn, Aarup Hallen, Aarup, Danmark.  
Läs mer: [stenmessen.dk/stenmessen-fyn/](https://stenmessen.dk/stenmessen-fyn/)

**9 september.** Geologins dag i hela Sverige.  
Läs mer: [geologinsdag.nu](https://geologinsdag.nu)

**4-5 oktober.** Svemins Miljökonferens, Örebro och Zinkgruvan.  
Läs mer: [svemin.se](https://svemin.se)

**7-8 oktober.** Sten- och smyckemässa, Västerås.  
Läs mer: [www.vags.org/show.shtml](https://www.vags.org/show.shtml)

## Boka in redan nu!

Den **9 november** arrangeras den gemensamma prisutdelningen av Geosektionens utmärkelse Årets geolog och Geologiska föreningens Jubileumsfondspris, i år Erdmann-priset inom områdena mineralogi och petrologi.

Prisutdelningen äger rum i Luleå och är ett samarrangemang mellan Geologiska föreningen, Geosektionen och SGA Baltic Student Chapter i Luleå. Mer information kommer i nästa nummer.

## Tips!

Naturhistoriska riksmuseet arrangerar guidade visningar av sina samlingar och planerat för hösten är följande:

Bioinformatik och genetik, 17 sept  
Geologiska samlingarna, 15 okt  
Paleontologiska samlingarna, 19 nov

Biljettsläpp sker ett par veckor före varje visning. Håll utkik på deras webbplats, **nrm.se**.

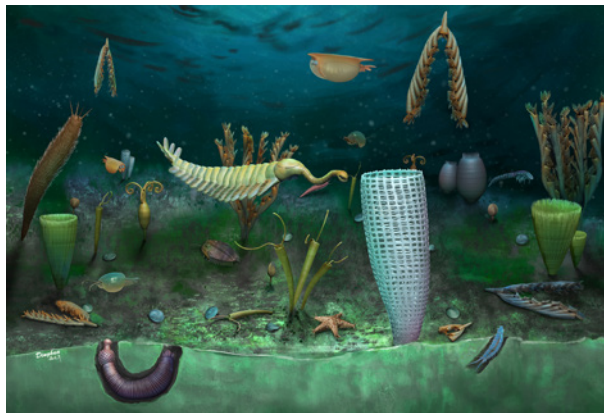


BILD: YANG DINGHUA

## Märkliga miniatyrdjur en del av evolutionen

Under den kambriska perioden (för 539–485 miljoner år sedan) exploderade mängden livsformer på jorden, men man har trott att många av dessa märkliga organismer dog ut kort efter att de först uppstod. En ny fyndplats av fossil och en utvecklad laboratorieteknik har ändrat på detta. De nya fynden visar att några av djuren faktiskt levde vidare i ytterligare 40 miljoner år, fast i miniatyrform.

Den nya fyndplatsen finns i ordoviciska bergarter i Castle Bank i Wales. De organiska lämningarna där liknar på många sätt dem som finns i den välkända Burgess Shale i Kanada, där rester av djur finns bevarade som tunna

kol-avtryck i sedimenten. Skillnaden är att fossilfynden i Wales sällan är mer än några millimeter stora.

Forskare vid Uppsala universitet har använt en syralösning för att kunna separera fossilen från de bergarter de ligger inbäddade i. Sedan har man analyserat de små detaljerna med högupplösande mikroskop. Man fann då en mängd fantastiskt välbevarade djurvävnader, vilket bekräftar förekomsten av fossil av Burgess Shale-typ även i den senare delen av ordovicium.

Bland de fossil som identifierades finns marina maskar och olika kräftdjur som liknar dagens djur, men också typiska arter från djurgrupper som inte längre existerar, inklusive olika svampar och gåtfulla leddjursrovdjur som kallas opabiniider.

De påfallande små storlekarna hos dessa fossil jämfört med deras kambriska motsvarigheter tyder på en evolutionär process som kallas miniatyrisering. Detta innebär att små organismer under specifika förhållanden har en fördel gentemot större former och därför blir allt vanligare. Många av de djurgrupper som identifierats i Castle Bank har representanter som är ytterst små även idag.

Eftersom de miniatyriserade djuren blev vanliga i haven vid denna tidpunkt, efter den kambriska perioden, borde de analysmetoder som använts i denna studie kunna ge fler insikter om ursprunget till de små organismer som dyker upp vid denna tid.

Resultaten har publicerats i Nature Ecology & Evolution (<https://doi.org/10.1038/s41559-023-02038-4>). Följ qr-koden här intill för att läsa mer om resultaten. ♦



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

## Geologiska Föreningen tackar sina stödprenumeranter!

### Platinasponsorer



NEW **BOLIDEN**

**SKANSKA**

LULEÅ  
TEKNISKA  
UNIVERSITET



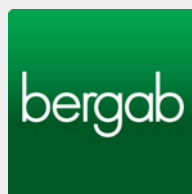
**LUNDS**  
UNIVERSITET



**Stockholms**  
universitet

Institutionen för geologiska vetenskaper  
Institutionen för naturgeografi

### Guldsponsorer



**KAUNIS IRON**



UPPSALA  
UNIVERSITET

Geoveta

**NITRO**  
**CONSULT**

### Silversponsorer



**Zinkgruvan Mining**  
a subsidiary of **lundin mining**



**GeoVista**



**GeoPro**

**SWECO**



GÖTEBORGS UNIVERSITET



**breccia**



[www.geologiskaforeningen.se](http://www.geologiskaforeningen.se)