

GEOLOGISKT FORUM

NR 90 JUNI 2016
ÅRGÅNG 23

*Äspölaboratoriet
på väg mot framtiden*

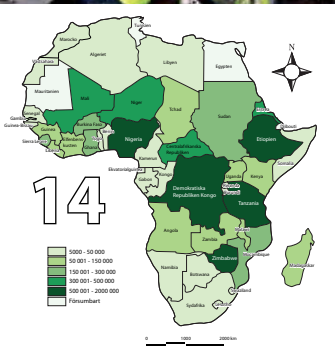
Hot eller möjlighet?

Småskalig gruvdrift i Afrika

Havet som
en termometer



8



GEOLOGISKT FORUM

NUMMER 90/2016

NYHETER OCH REDAKTIONELLT

Mjällåns dalgång: Jordartskartläggning.
Ny skrift om källor. | Geologisk – en digital skolsatsning.
Annons för Geologins Dag den 10 september.
Ny redaktör: Jeanette Bergman Weihed.
Elever kan vinna klirr till klasskassan.
Kalendarium. | Notiser.
Magiska silvergruvan i Sala. Exkursion & årsmöte.
Annons för Medicinsk geologi.

SIDA

3
4-5
6
7
13
29
30-31
32

ARTIKLAR OCH REPORTAGE

På väg mot framtiden: Äspölaboratoriet
Anna Wahlstéen. 8-12
Småskalig gruvdrift i Afrika. Hot eller möjlighet?
Erik Jonsson, Rune Johansson och Karin Högdahl. 14-21
Havet. Världens bästa termometer.
Tore Pässe. 22-25
In Memoriam: Gustaf Lind. 26-27
In Memoriam: Anders Wikström 28

Ansvarig utgivare: Mark Johnson

Populärvetenskaplig redaktör, detta nummer:

Anna Kim-Andersson tel. 0708-20 50 10,
e-post: anna@qi-media.se. För text, layout och bilder svarar
redaktören där inget annat anges.

Redaktionen adress: Geologiska Föreningen

c/o Tellurit AB, Varvsgatan 41, 972 32 Luleå.

e-post: info@geologiskaforeningen.se

Omslagsbild: Källan. Foto av Stina, från Lunds skola i
Folkärna. Bilden var ett av de tävlande bidragen i Geologins
Dags skoltävling 2015.

Upplaga: 750 ex. **Tryckeri:** Masala media.

Ordinarie lösnummerpris: 75 kr.

**För annonser, distribution, prenumerationsärenden, adress-
ändring, köp av tidigare nummer samt reklamationer:**
kontakta redaktionen.

ISSN 1104-4721

En årsprenumeration kostar 250 kr. För dig som är medlem
ingår tidningen i det ordinarie medlemskapet i Geologiska

Föreningen, vilket kostar från 290 kr/år. Som medlem har du
också tillgång till tidningen såsom pdf samt ett digitalt arkiv.
(Läs mer på vår hemsida). Ange alltid namn, adress och
e-postadress (!), vid betalning till vårt Plusgiro: 2108-9 eller
Bankgiro 749-6359. Du kan också betala direkt med kort via
vår hemsida på www.geologiskaforeningen.se/medlem.php

Tidningen har sedan starten 1994 publicerat populärveten-
skapliga artiklar inom geovetenskapens alla områden.

Varmt välkommen att kontakta tidningens nya redaktör
Jeanette Bergman Weihed om du vill medverka i Geologiskt
forum framöver – hör av dig innan du sänder ditt
manuskript. Författarna svarar själva för innehållet i sina
artiklar.

Nästa nummer av Geologiskt forum kommer i september
2016. Kontakta Jeanette Bergman Weihed om du vill veta
mer om septembernumret. jeanette@tellurit.se

Geologiskt forum ges ut av Geologiska Föreningen.
www.geologiskaforeningen.se



Mjällåns dalgång

Jordarts- kartläggning

Trolska raviner och hisnande nipor. Vid Mjällån kan du se en del av Sveriges kvartärgeologiska utveckling – en utveckling som fortfarande pågår. Mjällåns dalgång, norr om Timrå, är ett typexempel på en norrländsk älvdal.

I Mjällåns dalgång kan man studera spår av hela förloppet från inlandsisens avsmältning till finkorniga sediment som avsattes i den havsvik som senare bildades och hur ån sedan successivt har eroderat sig ner genom sedimenten, en process som pågår fortfarande. Dalgångens landskapsformer är mycket väl utvecklade och typiska vilket gör att geovetenskapliga naturvärdena är höga.

Under åren 2010 till 2013 kartlade SGU jordarterna i Mjällåns dalgång från Stavre till Graningesjön. Nu finns en beskrivning av de geovetenskapliga värdena, de ingående jordarterna och mer specifika områdesbeskrivningar: *Beskrivning till jordarterna i Mjällåns dalgång – från Stavre till Graningesjön, Karin Grånäs & Mikael Berg-lund, SGU K545*. Läs mer om Mjällåns dalgång på www.sgu.se.

Mjällåns dalgång. Foto: Karin Grånäs.



Tusen tack!

Jag gjorde mitt första nummer som redaktör för Geologiskt forum för drygt tio år sedan. Mitt första nummer var marsnumret nr 49, 2006. Då var jag upptagen av att förmedla geologi på ett populärvetenskapligt vis och kanske med andra glasögon på än vad geologen själv, forskaren, yrkesarbetaren sätter på nästippen i sin vardag. Jag ville förvalta och förnya och om jag ska utvärdera mig själv så måste jag säga att jag själv anser att jag på sätt och vis lyckats hyfsat med uppdraget – men att en hel del återstår att göra, så klart. Rentav är det mesta trots allt gjort. Förnyelseperspektivet måste alltid finnas med.

Nya redaktören Jeanette Bergman Weihed (läs mer på sidan 7) kommer inte vara sysslolös. Hon får ta över en härlig läsekrets. Hon har ett eget starkt kontaktnät inom den geovetenskapliga sfären, redaktionell kompetens och mycket fina förutsättningar att ta Geologiskt forum vidare till nästa nivå.

Under årens lopp har en lång rad olika skribenter medverkat i tidningen och flera har varit återkommande. Det har varit ärofyllt och fantastiskt roligt att få arbeta med er alla – och att få ta del av all spännande geologi från jordens djup och många hörn och ända ut i rymden. Från djupet av mitt hjärta vill jag sända mitt varmaste tack för ett fantastiskt decennium som redaktör samtidigt som jag vill önska alla läsare, skribenter, företagare, skolor, organisationer, föreningar, geologer – ingen nämnd och ingen glömd – en riktigt skön sommar!

/ Anna Kim-Andersson,
populärvetenskaplig
redaktör



Ny skrift om källor



Den nya bokens omslag. Bilden togs när dansdramat "Brudarnas källa" spelades in 1983. Foto: Stig Tornehed.

Källor i Småland och på Öland. Så heter Källakademin:s senaste rapport som kommit till som beslutat av mångas arbete under flera år i regionen.

Boken "Källor i Sverige" gavs ut 2006 av Källakademin och blev mycket uppskattad. Den har också kommit ut i en ny upplaga. Många läsare påpekade dock att de gärna ville få fler källor detaljbeskrivna, så att de kunde åka ut och studera källor i hembygden.

Källakademin startade då ett särskilt projekt för att få fram en skrift om källor i Småland och på Öland. Regionen valdes utifrån att det fanns dels ett stort underlag i form av inventeringar av källor, främst i Kronobergs län genom insatser av hembygdsföreningarna, dels ett intresse från Länsstyrelserna att få fram en skrift. Slutligen fanns också en grupp källkunniga personer, som var villiga att arbeta ut en skrift. (Liknande projekt har startats i Dalarna och Blekinge.)

Källakademin:s projektgrupp om cirka 20 personer har under flera år arbetat med inventering av intressanta och besöksvärda källor i Småland och på Öland. Dessutom

har ett stort antal teman (särdrag i geologi och topografi, källtyper, vattentäkter, brunnskultur, musik, konst, källkult, Vilhelm Moberg, Linné, skydd och vård, med mera) relaterade till källor i ett regionalt perspektiv beskrivits. Arbetet har nu slutförts och presenteras i en skrift i form av en ringpärm med de allmänna avsnitten i en huvudtext (cirka 60 sidor). I en bilaga för vardera av de tre länen lämnas en detaljerad beskrivning med färgbilder och kartor av en handfull källor inom varje kommun, vilka sammantaget bedömts vara särskilt intressanta och besöksvärda. Ytterligare några källor presenteras i en tabell. Totalt omfattar dessa beskrivningar 166 sidor. På vardera av de tre berörda länsstyrelserna utsågs en kontaktperson till projektet. Detta bedömdes särskilt angeläget, eftersom kunskap om källor är viktig även på myndighetsnivå för miljöövervakning, till exempel för att uppnå det av riksdagen fastställda miljömålet *Grundvatten av god kvalitet*. Kontaktpersonerna bidrog med värdefull information och möjliggjorde dels tillgång till kartor, dels att vi kunnat trycka skriften. Ekonomiska bidrag har erhållits från föreningar, stiftelser, företag och privatpersoner.

Kunskapen om källor har försämrats i samband med landsbygden

avfolkning och stordrift inom jord- och skogsbruk. Den nuvarande markanvändningen samt natur- och miljöförändringar har lett till att många källor tyvärr förstörts eller skadats och att de flesta kvarvarande källor inte vårdas längre. Syftet med Källakademin:s skrift är främst att sprida kunskap om ännu sevärda källor och hälsobrunnar från natur- och kultursynpunkt i respektive kommun och därigenom stimulera hembygdsföreningar, naturskyddsföreningar, markägare, myndigheter och andra att skydda och vårda sådana källor.

Nu pågår arbete med att göra skriften känd runtom i regionen, så att källintresserade människor i allmänhet och särskilt i hembygds- och naturskyddsföreningar kan besöka sevärda källor i respektive hembygd och därefter ta ansvar för skydd och vård av källorna.

Skriften finns för nedladdning på www.kallakademin.se liksom från respektive länsstyrelses hemsida. Skriften kan också beställas från Lars Kylefors, tel. 070-249 16 48, e-post: lars.kylefors@vosteknik.se till en kostnad av 100 kronor + frakt.

/ Gert Knutsson, projektledare

Geologisk

– en digital skolsatsning om geologi och samhälle

Mer geologi i skolans värld. I mars lanserade Sveriges geologiska undersökning, SGU, en digital skolsatsning för årskurs 7-9 och gymnasiet. Den handlar om geologi, naturresurser, hållbarhet och samhällsplanering.

Syftet med "Geologisk", som den digitala satsningen heter, är att skapa en grundläggande förståelse för geologins betydelse och väcka elevernas intresse för att arbeta med frågor som rör olika aspekter av geologi – till exempel naturresurser, infrastruktur, grundvatten och miljö. Materialet (som finns att nå via webben) är kopplat till läroplanen och innehåller dessutom verktyg för studie- och yrkeslärare.

"Geologisk" består av tre teman med totalt tio övningar som övar förmågorna i svenska, samhällskunskap, biologi, kemi, teknik, geografi och naturkunskap. Varje övning innehåller olika elevaktiva uppgifter med koppling till framtidens arbete och studier.

Läs mer om skolsatsningen här: www.sgu.se/geologisk (och via fliken överst till höger, SGUs startside).



Geologiskt forum berättar mer i septembernumret om Geologisk – en digital skolsatsning om geologi och samhälle. Illustration: Romain Trystram.

Geologins Dag

lördagen den 10 september



Foto: Annika Petersson, Geologiska museet i Borlänge.



www.geologinsdag.nu

www.facebook.com/geologi.idag

I samarbete med:

Boliden Mineral AB • FAB – föreningen för Aktiva i Borrbranschen • Georange • Geotec
Göteborgs universitet • Luleå tekniska universitet • Naturvetarna • Stockholms universitet
Svensk Kärnbränslehantering AB • Sveriges Bergmaterialindustri • Uppsala universitet

Ny redaktör

Jeanette Bergman Weihed
är från och med 1 juli 2016
ny redaktör för Geologiskt
forum. Välkommen!

Berätta om dig själv!

– Jag är berggrundsgeolog med inriktning mot strukturgeologi och malmer, utbildad i Uppsala. Under flera år efter grundutbildningen hade jag olika forskningsprojekt med bland annat studier av Bolidenmalmen, Björkdalsmalmen och den generella strukturella utvecklingen i Skelleftefältet. Dessutom jobbade jag ett par år med prospektering åt North Ltd som då ägde Zinkgruvan innan jag fick anställning på Svergies geologiska undersökning, SGU, som huvudredaktör. Redan när jag studerade i Uppsala började jag att hjälpa vänner och bekanta med att rita illustrationsoriginal till vetenskapliga artiklar, först för hand och sedan med hjälp av dator. Sedan utökades detta med språkgranskning och att också göra layout. Så småningom startade jag egen firma och hade det som bisyssla under ganska många år innan jag började på SGU.

Jag är född i Piteå, till hälften norrbottning och till hälften västerbottning, men uppvuxen i Uppsala och sedan drygt två år bosatt i Luleå. Vi flyttade för att maken, som jobbar på Luleå tekniska universitet sedan snart nitton år, skulle slippa veckopendla. Vi gör nu vårt bästa för att anpassa oss till livet här och har bland annat börjat med längdskidåkning och jakt, gärna i kombination.

Den första tiden här i Luleå fortsatte jag att jobba på SGU, på kontoret som finns här, men i slutet av förra året kände jag att jag ville prova på något nytt så jag beslutade

att starta eget. Jag är alltså tillbaka som egen företagare, men denna gång på heltid.

Vad är roligast med jobbet?

– Det är ju alltid tillfredsställande när något man arbetat länge med äntligen blir klart. Från tiden på SGU minns jag särskilt året då SGU firade 150-årsjubileum (år 2008) och allt som skulle falla på plats inför det. Mycket planering, mycket jobb, men roligt när det äntligen blev firande. Kartan över Sveriges berggrund i skala 1:1 miljon som blev klar 2012 var också rolig att arbeta med. Där var jag inblandad i allt från att sätta upp ett färgschema för de olika bergarterna till att detaljredigera varenda siffra som finns på kartan. Mycket pill blev det.

Annars är alla resor till geologiskt intressanta platser kanske det som jag uppskattat mest från arbetslivet hittills. En stor fördel med geologi är också att det är internationellt gångbart.

Din favorit (geolog)plats?

– Det roligast med geologi är att det finns överallt. Vart man än reser i världen kan man se intressanta geologiska företeelser. Det är svårt att nämna en favoritplats, men det

är något alldeles speciellt med vulkaner. Den senaste vi besökte var på Réunion, en aktiv hot spot.

Tyvärr var vulkanen inte aktiv just när vi var där, men vi fick i alla fall en fantastisk vandring till kratern.

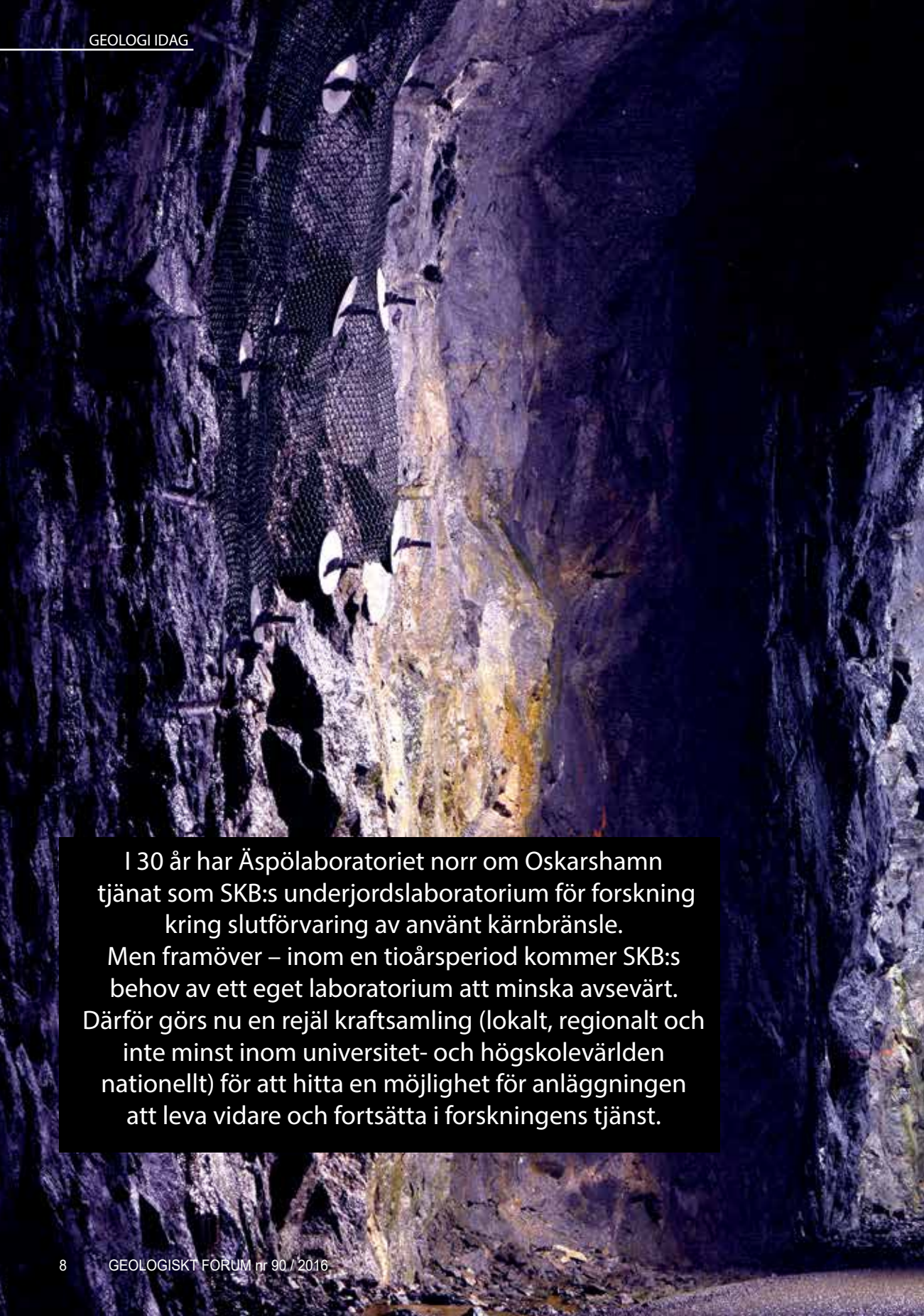
Om jag ska välja en favoritplats i Sverige så blir det nog de väldigt vackert veckade sedimentära bergarterna strax nedanför Vargforsdammen i centrala Skelleftefältet. Där kan man gå och njuta länge – om de inte släpper vatten genom dammen. Annars finns det väldigt mycket fint att titta på i skärgården på Västkusten. Kosteröarna går inte av för hackor.

Hur ser du på det blivande redaktörskapet?

– Jag ser mycket fram emot att vara redaktör för Geologiskt forum och ser det som en chans att även fortsättningsvis behålla kontakten med geologin och att få fler intresserade av detta spännande ämnesområde. Jag ska göra mitt bästa för att bevaka vad som händer i Sverige och i världen inom ämnesområdet, men jag hoppas också att ni som läser berättar om vad ni vill läsa om i tidningen. Ni är välkomna att höra av er! (Kontaktuppgifterna finns på sidan 2).

Jeanette Bergman
Weihed vid Cliffs of
Moher, Irland.

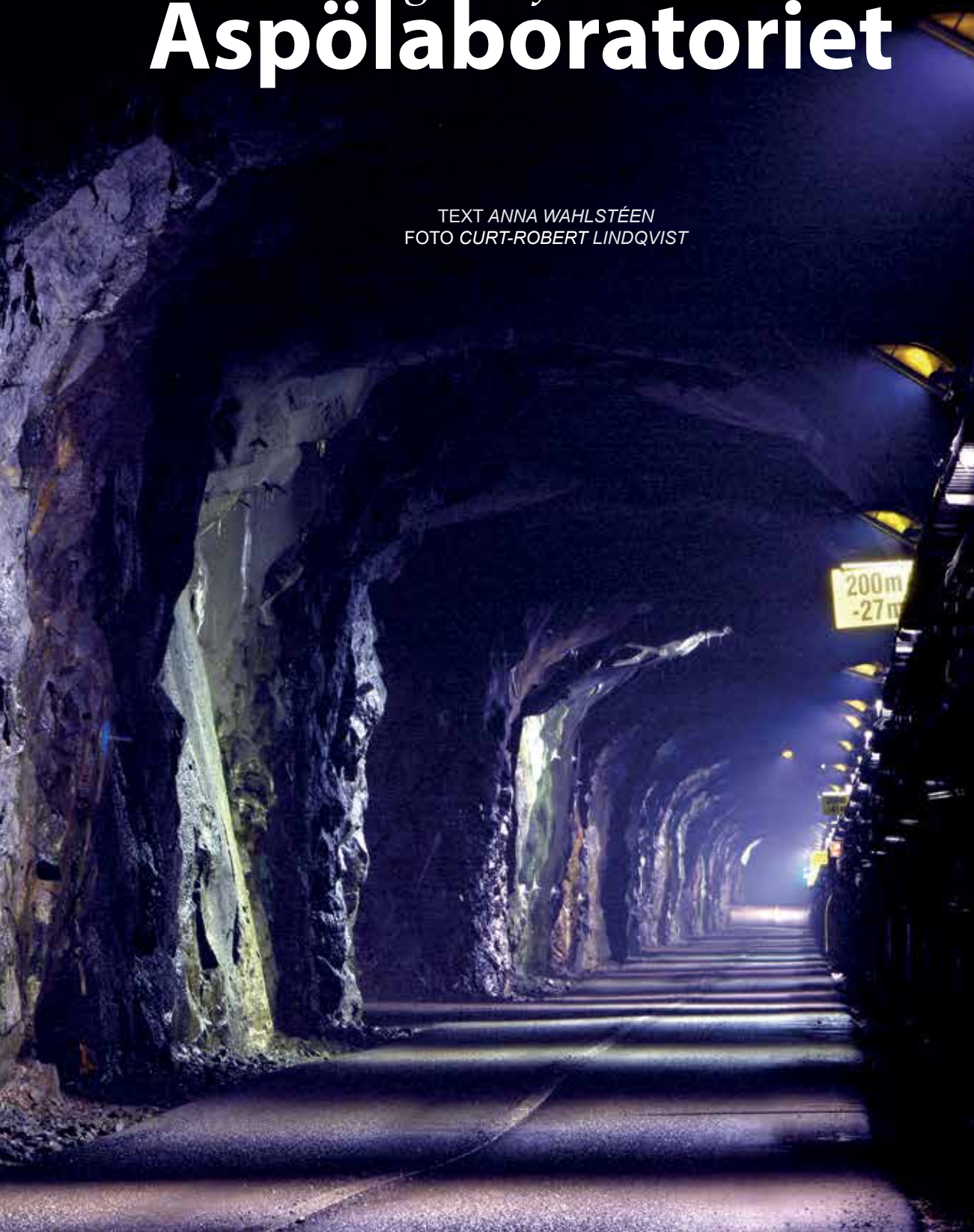




I 30 år har Äspölaboratoriet norr om Oskarshamn tjänat som SKB:s underjordslaboratorium för forskning kring slutförvaring av använt kärnbränsle. Men framöver – inom en tioårsperiod kommer SKB:s behov av ett eget laboratorium att minska avsevärt. Därför görs nu en rejäl kraftsamling (lokalt, regionalt och inte minst inom universitet- och högskolevärlden nationellt) för att hitta en möjlighet för anläggningen att leva vidare och fortsätta i forskningens tjänst.

På väg mot framtiden **Äspölaboratoriet**

TEXT ANNA WAHLSTÉEN
FOTO CURT-ROBERT LINDQVIST



Det är nu 30 år sedan beslutats att SKB, Svensk Kärnbränslehantering AB, skulle bygga ett eget laboratorium. Idén introducerades i SKB:s första forskningsprogram 1986 och fick därmed klartecken av regeringen. Samma år startade förberedelserna. En plats bestämdes; Äspö norr om Oskarshamn hade både den infrastruktur som behövdes, tack vare närheten till kärnkraftverket, och de geologiska förutsättningarna. Bygget genomfördes mellan 1990 och 1995. Därefter har laboratoriet utvecklats till en av SKB:s viktigaste tillgångar i arbetet med forskning och teknikutveckling inför slutförvaring av använt kärnbränsle. Det är här SKB har byggt upp en stor del av den kunskap inom till exempel geologi, hydrogeologi, geokemi, grundvattekemi, mikrobiologi och bergmekanik som tillämpas i dag då byggandet av Kärnbränsleförvaret i Forsmark förereds.

Ny verksamhet sökes

SKB har nu kommit till en punkt då man ser att användning av Äspölaboratoriet successivt kommer att minska. De stora experimenten som pågår i laboratoriet kommer att avslutas inom de närmaste fem till sju åren. Vissa nya projekt kommer att starta men de avslutande testerna som behövs innan Kärnbränsleförvaret kan tas i drift kommer, enligt dagens planer, att genomföras på plats i det framtida slutförvaret i Forsmark.

Mats Ohlsson har varit anläggningschef för Äspölaboratoriet i tio år och arbetar numera med att koordinera de externa kontakterna kring laboratoriet. I den rollen verkar han för att laboratoriet ska få en fortsättning även när SKB:s behov av anläggningen minskar.

– När vi börjar trappa ner verksamheten är det viktigt att det finns någon som kan ta över anläggning-

en, därför gäller det nu att hitta nya användningsområden för laboratoriet, säger han.

Satsningar från forskarvärlden

Flera initiativ är på gång. Bland annat har en tidigare satsning inom universitets- och högskolevärlden tagit fart igen. Det handlar om att göra Äspölaboratoriet till ett nationellt geosfärlaboratorium (National Geosphere Laboratory, NGL), vilket närmast kan beskrivas som en forskningsanläggning där forskare från olika ställen och inom olika discipliner kan genomföra egna experiment. Professor *Georgia Destouni* vid Stockholms universitet ledde arbetet under 2012–2014, och nu är professor *Vladimir Cvetkovic* vid KTH sammanhållande:

– Jag tror chanserna är mycket goda att bygga upp en forskningsinfrastruktur runt Äspö. Det finns ett stort intresse inom forskarvärlden, men det krävs också mycket arbete. Det här är inget som sker av sig självt och det gäller att engagera folk på alla nivåer, från lokal och regional nivå ända upp till EU-nivå för att driva igenom ett sådant här projekt, säger Vladimir Cvetkovic.

Regionalt initiativ

På regional nivå driver Regionförbundet i Kalmar län tillsammans med SKB och Oskarshamns kommun ett tvåårigt projekt för att undersöka möjligheterna att bilda en innovationsmiljö runt Äspölaboratoriet. *Erik Ciardi* på Regionförbundet i Kalmar län är projektledare:

– Projektet finansieras av Tillväxtverket och har som mål att ta reda på vilka samhällsutmaningar som finns där Äspölaboratoriet kan bidra till lösningar. Vi tittar också på vad som behövs i form av infrastruktur och service för att göra laboratoriet till en plats där forskning och näringsliv kan mötas för att utveckla nya produkter, tjänster och företag, säger han och nämner

flera tänkbara utvecklingsområden: hydrogeologi, mätteknik, maskinutveckling, teknik för gruvnäring och brand- och personsäkerhet i tunnlar. Även Mats Ohlsson ser möjligheter med att koppla in näringslivet i det fortsatta utvecklingsarbetet.

– Jag tänker mig att många företag säkert skulle kunna nyttja anläggningen på motsvarande sätt som SKB gjort, alltså att använda den för tester och demonstrationsverksamhet av nya tekniska lösningar. Det kan handla om att utveckla teknik och metoder för att bo och verka i underjorden på en rad olika sätt, säger han.

Extern forskning pågår

På det lokala planet driver Oskarshamns kommun på utvecklingen genom högskolecentret Nova och forskningsplattformen Nova Forskning och Utveckling. Den ger forskare från andra områden än kärnavfallsforskning, tillgång till SKB:s laboratorier i Oskarshamn och den databas där alla mätningar från undersökningar och experiment finns samlade. Inom plattformen pågår för närvarande 34 projekt som involverar 157 forskare från 14 olika universitet i Sverige och andra länder. Här finns även Äspö forskarskola som, under ledning av professor Mats Åström på Linnéuniversitetet, i juni har en tionde forskare som disputerar.

Exempel på projekt som är knutna till Nova Forskning och Utveckling är projektet TRUST (TRansparent Underground STRucture) som utfört geofysiska mätningar både i tunneln och på markytan för att utveckla mätteknik kring tunnelbyggande. Forskare från tyska German Research Center for Geosciences som arbetar med forskning kring geotermi, alltså att utvinna energi från jordens inre, har genomfört några försök i Äspölaboratoriet och är intresserade av fortsatt samarbete.



Flygbilden ovan: 30 års mätningar och undersökningar i Åspölaboratoriet och dess omgivningar har lett till att detta är en av de bäst kartlagda platserna i världen. Detta kan komma till nytta när SKB öppnar laboratoriet för nya användningsområden.

Bild, föregående uppslag: Åspölaboratoriets tunnelsystem ger unika möjligheter till forskning och teknikutveckling under jord.

Breddar nätverken

Just nu pågår ett intensivt arbete med att hitta intressenter, både inom forskarvärlden och näringslivet nationellt och internationellt. Mats Ohlsson och Vladimir Cvetkovic har under våren besökt universiteten i Luleå, Uppsala och Lund samt Chalmers tekniska högskola för att informera om framtidsplanerna för Äspölaboratoriet. Motsvarande rundresa planeras i Tyskland. På varje lärosäte finns dessutom kontaktpersoner som i sin tur ansvarar för de lokala kontakterna med forskare och studenter på plats. Dessa är Auli Niemi, Uppsala universitet, Maria Ask, Luleå tekniska universitet, Gerhard Barmen, Lunds universitet, och Lars O Ericsson på Chalmers tekniska högskola. Vid Stockholms universitet är Georgia Destouni kontaktperson och även ansvarig för ett särskilt initiativ som går ut på att utveckla användningen av SKBs databas. Vid Linnéuniversitetet är Mats Åström och Mark Dopson viktiga ambassadörer.

Även det regionala projektet är inne i en fas där man kontaktar intressenter. Här vänder man sig främst till näringsliv och forskningsinstitut för att kartlägga vilka behov som finns och vilka utvecklingsområden som fortsatt arbete ska fokusera på.

– Det finns en tydlig trend i världen att bedriva forskning och utveckling i den så kallade undermarksrymden. Det finns flera underjordslaboratorier i världen så vi är inte ensamma, men jag tror att Äspölaboratoriet har goda förutsättningar att haka på den utvecklingen och bli ledande inom flera områden, anser Mats Ohlsson.

Anna Wahlstéen, vetenskapsinformatör, SKB.

Teknikutveckling för underjordsverksamhet är något som Linda Alakangas, doktorand inom Äspö forskarskola, arbetar med. Hon utvecklar en mätcell för onlineanalyser av grundvattenkemi.

Georgia Destouni, professor vid Stockholms universitet, driver en särskild satsning för att utveckla användningen av SKBs databas inom forskning kopplad till NGL, National Geosphere Laboratory.



Vladimir Cvetkovic, professor vid KTH, ser positivt på möjligheterna att skapa ett nationellt geofärlaboratorium runt SKBs underjordsanläggning på Äspö.



Erik Ciardi, Regionförbundet i Kalmar län, är projektledare för det regionala initiativet att driva på utvecklingen runt Äspölaboratoriet.



– Om vi får upp intresset kring Äspölaboratoriets möjligheter och lyckas bygga en infrastruktur kring anläggningen så kan det på sikt medföra en utbyggnad, säger Mats Ohlsson, koordinatör, externa kontakter, Äspölaboratoriet.





Stora Vika Kalkbrott. Anton från Nynäshamn's gymnasium deltog i Geologins Dags skoltävling 2015.

Elever kan vinna klirr till klasskassan!

Årets upplaga av Geologins Dags skoltävling gifter ännu en gång ihop fotografins ädla konst med geologi. Eleverna får fotografera ett valfritt motiv med en geologisk anknytning eller ett geologiskt ursprung och beskriva det.

Geologi finns överallt runt omkring oss i vardagen och tävlingen tränar elever att se på geologi som något nära och påtagligt, berättar Nelly Aroka som är projektledare för Geologins Dag. Dessutom har utbredningen av smarta telefoner med inbyggd kamera gjort det möjligt för de flesta elever att delta då utrustningen ofta finns nära till hands. Alla årskurser är välkomna, från första klass till gymnasiet. Även folkhögskoleklasser får vara med.

– Geologi lyser fortfarande med sin frånvaro i läroplanen. Visst kommer några delar in som komplement inom bland annat geografi, samhällskunskap och historia, men det räcker inte, anser Nelly Aroka. Elever i grundskolan lär sig om platttektonik och om historiska gruvors roll i Sveriges välfärd men

får inget samlat grepp om ämnet geologi. Det är inte ovanligt att kopplingen mellan geologi och dagens samhälle uteblir i undervisningen. Geologi kan kännas svårt eller abstrakt att lära ut om man saknar verktyg. Därför vill Geologins Dag hjälpa lärare att få in mer geologi i undervisningen.

– Vi vill stärka geologins roll i klassrummen genom att tillhandahålla färdiga övningar och gratis informationsmaterial. Men man får inte glömma att geologi även är riktigt kul. Nyfikenheten och upptäckarlusten måste tas tillvara och därför anordnar vi varje år Geologins Dags skoltävling.

Så här tävlar eleverna: Varje bild ska ha en beskrivning och information om fotografens namn, klass, skola och adress till skolan. Geologins Dag kan komma att använda foton i marknadsförings syfte och då anges fotografen som upphovsperson med förnamn och skola. Max ett foto per elev gäller. Bilderna ska vara tagna inom Sverige och ha en hög upplösning (cirka 1 MB). Läraren ombeds att sammanställa klassens bidrag och skicka materialet elektroniskt (format JPEG, TIFF eller PNG) till e-post: geologinsdag@sgu.se.

Av de inkomna fotografierna utser Geologins Dags styrelse en

första-, andra- och tredjepristagare i december månad. Dessa erhåller en prissumma på 10 000 kr, 6 000 kr och 4 000 kr till klasskassan. Första-pristagaren vinner även en träff med en geolog till klassen. Geologen håller en lektion (ofta utomhus) och kan ta vid där lärarens kunskaper tryter om geologi i det stora perspektivet och i det som ligger nära.

ÄR DU LÄRARE ELLER ELEV och vill delta i skoltävlingen? Då har du tid till den 30/11 att skicka in ett bidrag. Vinnaren presenteras på Geologins Dags hemsida den 16/12. Välkommen och lycka till!



Lunds skola i Folkärna vann Geologins Dags skoltävling förra året. Vem blir årets vinnare?

SMÅSKALIG GRUVDRIFT I AFRIKA

Hot eller möjlighet?

I många länder i Afrika är småskalig gruvdrift (eng. *small-scale mining*, eller *artisanal mining*) en viktig inkomstkälla för ofta fattiga landsbygdsbor. Inte minst gäller detta i områden där alternativen är få eller obefintliga. Det går inte att blunda för de miljö- och hälsoproblem som är relaterade till denna verksamhet, men med undantag för guldbrytning är miljöeffekterna ändå förhållandevis små.

TEXT Erik Jonsson, Rune Johansson och Karin Högdahl

De geologiska material som kan utvinnas med småskaliga metoder har en stor spännvidd; allt från metalliska malmmineral, via industrimineral, jordarter och bergarter, till ädelmetaller, ädel- och prydnadsstenar och till och med fossil. Med rätt stöd och utbildning finns det goda möjligheter att utveckla denna sektor, både för att förbättra levnadsförhållandena för berörda gruvarbetare och deras familjer, och för att generera lokala inkomstkällor i fattiga områden. Ökad kunskap är också en förutsättning för att minimera den småskaliga gruvverksamhetens miljöpåverkan och för att få en rimligare och mindre hälsovådlig arbetsmiljö.

Enligt Världsbanken berörs eller lever idag omkring 100 miljoner människor av småskalig gruvbrytning. Denna verksamhet utgör alltså en viktig alternativ inkomstkälla för många människor i utvecklingsländer och då inte minst i Afrika, där det enligt danska GEUS kan handla om 35-50 miljoner. Inte sällan är det den enda möjligheten att komplettera vad den egna jorden kan leverera till matbordet (på engelska så kallad *subsistence farming*). Följande text handlar om småskalig gruvbrytning i Afrika, men är mestadels tillämplig för liknande verksamhet i andra delar av världen.

En typisk bild av småskalig gruvbrytning kan vara en grupp som gräver och vaskar efter ädelstenar eller guld i en flodgrusbank. Verkligheten är dock betydligt mera diversifierad. Vad som räknas som småskalig gruvbrytning varierar från land till land, vilket innebär att definitionen i

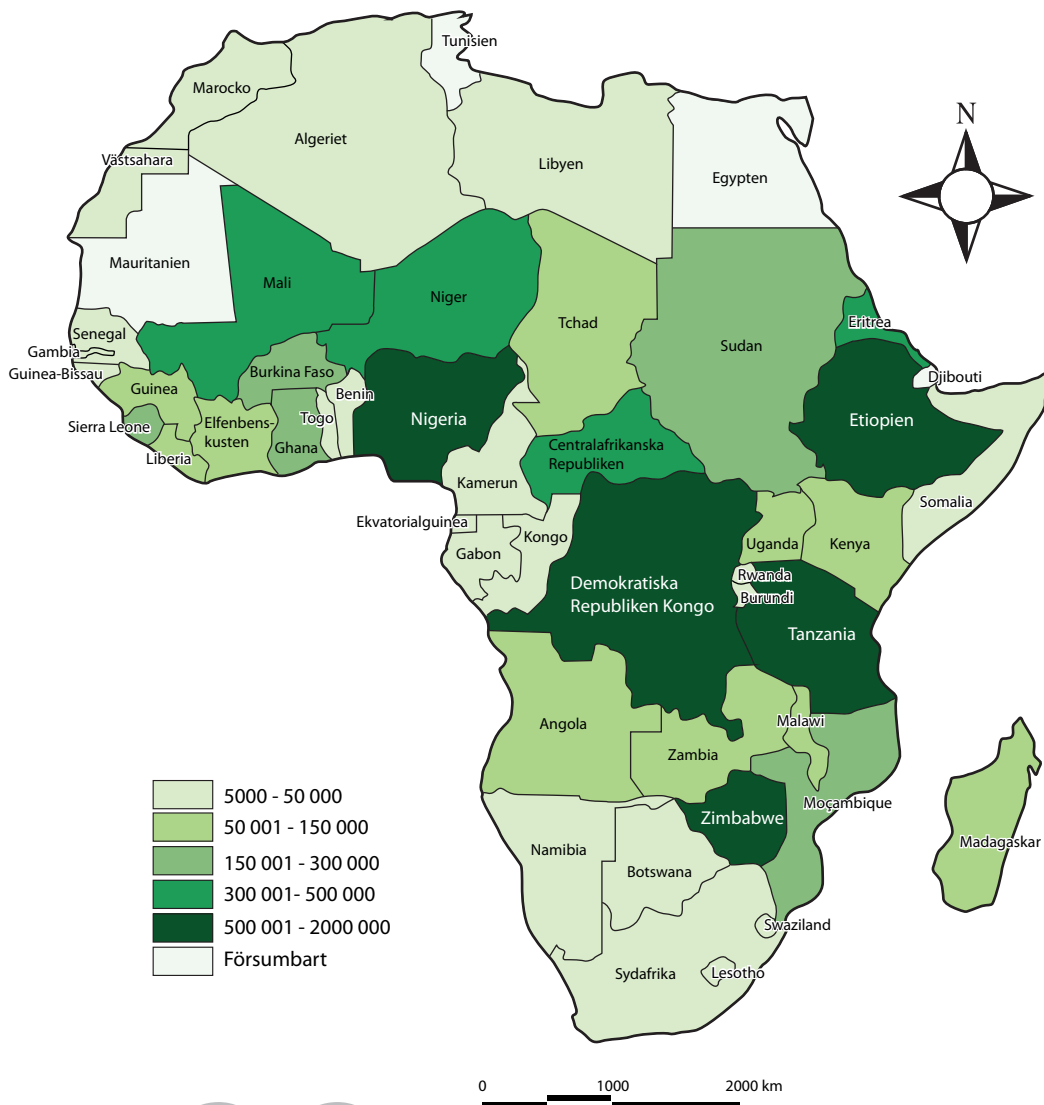
sig inte är entydig. Vanligen baserar den sig antingen på i vilken grad arbetet är mekaniserat, eller på hur många som arbetar med en viss förekomst, eller hur stor areal man (legalt) bedriver verksamheten inom. I vissa länder används också kombinationer av sådana bedömningsgrunder. Småskaliga gruvprojekt bedrivs mestadels av enstaka personer, eller i form av mindre, ofta informella, grupper. Större kollektiv och sammanlutningar finns dock, liksom legalt organiserade faktiska företag som arbetar enligt mer etablerad metodik.

Typiskt är ändå att det rör sig om en mycket sparsamt mekaniserad verksamhet, inte sällan helt baserad på handredskap, vilket begränsar vilka geologiska förekomster som kan brytas. Den basutrustning som används är enkla redskap som hammare, slägga och mejslar för arbete med fast berg, samt spade, sikt, vaskpanna och vaskränna för utvinning av mineral från lösa avlagringar. I ökenmiljö används speciella pannor för "torrvaskning". Vaskrännor som kan matas med spade kan byggas av plank, bambu eller annat material med "matting" i form av ribbat tyg- eller plastmaterial eller till och med växtblad om de är tillräckligt stora. I vissa områden kan enklare bergborrar också användas. De något mera utvecklade operationerna innefattar typiskt tryckluftsborrar och någon grävmaskin.

Geologiska förutsättningar, eftersökta mineral och marknader

Geologin i ett givet område, och därmed vad som kan brytas, är förststå en variabel som inte går att påverka. Vanligen inriktar sig lokalbefolkningen, samt tillresta, på de sedan länge välkända typerna av mineralförekomster i en region. Hit hör guld och ädelstenar, de senare ofta i form av de olika ädelberyllerna ("akvamarin" och "smaragd"), turmaliner, korund ("safir" och "rubin"), topas och diamanter. Ibland görs förststå också nyfynd, vilket kan leda till "bonanza"-artade tillströmningar av lycksökare från långt ifrån. I vissa områden bryts också mindre värdefulla malmmineral, till exempel kopparsulfider eller oxidiska kopparmalmer (till exempel i Kopperbältet i norra Zambia och södra Kongo. Ofta finns även andra möjligheter,

Till vänster: Kontrast till brytning av ädelstenar och ädla metaller. Hydrotermala mineraliseringar i centrala Marocko bryts i ganska stor skala på välkristalliserade mineral för försäljning till samlare och museer. Här finns både en lokal marknad samt sedan länge etablerade kontakter med internationella handlare. Bilden visar några lokala småskaliga gruvarbetare med den senaste produktionen av stuffer med röd vanadin. Nära Mibladen, norr om Atlasbergen. Foto: E. Jonsson.



men dessa är antingen inte kända eller betraktas inte som intressanta alternativ. Exempel på den senare klassen är förekomster av industrimineral-/bergarter och byggssten, liksom leror och

vissa jordarter. Dessa mineral- och bergartsmaterial ger aldrig stora och snabba pengar som exempelvis ädelstenarna, men kan istället generera en jämn och tillförlitlig inkomst, om än ganska låg. En annan typ av geologiska material som kan ge en mera kontinuerlig inkomst är enklare samlingsföremål och souvenirer som exempelvis fossil, agater och andra relativt rikligt och jämnt förekommande vackra stenar. Som exempel på det sistnämnda finns idag en ganska väl utbyggd småskalig industri kring brytning av fossil i Nordafrika, och speciellt i Marocko. Produktionen omfattar allt från slipade föremål av fossilförande kalksten till större produkter som

I mycket fattiga områden är också handknackning av aggregratberg (för exempelvis vägbyggen) vanligt, men förkrossande dåligt betalt.

Uppskattad utbredning av människor verkssamma inom småskalig gruvdrift i Afrika. Modifierad efter Common Fund for Commodities (CFC), 2008.

bord, badrumsinredning, golvplattor, samt många olika kvalitets- och storleksklasser av fossil för samlare och museer. Mineralstuffer för samma avnämare är också lokalt viktiga i ett antal afrikanska länder, och innefattar allt från välkristalliserade malmmineral till dito halvådelstenar och kvartsvarianter. I många fall är också skalan mellan råådelsten och god stuffkvalitet flytande för vissa mineral (exempelvis i Namibia och

på Madagaskar). I mycket fattiga områden är också handknackning av aggregatberg (för exempelvis vägbyggen) vanligt, men förkrossande dåligt betalt.

En viktig förutsättning för den småskaliga gruvverksamheten är tillgången till etablerade och fungerande marknader. Det kan då lika gärna handla om kontakter med lokala eller internationella uppköpare som en reell marknadsplats. För de värdefulla materialen, som guld och ädelstenar, finns lokala och internationella uppköpare och i flera länder har regeringen upprättat ett system med "inköpscentraler" för dessa material. Ett problem är dock att misstänksamheten mot uppköparna, även de som representerar regeringen, är stor från gruvarbetarnas sida som ofta saknar kunskap och utrustning för att bedöma, och diskutera, värdet av de ädelstenar de säljer. Utan en fungerande lokal marknad kan få om ens några småskaliga projekt som hanterar stora volymer av billiga material existera. Detta gäller exempelvis förekomster av lera, kalksten eller calcrete, sand, bygg-, ornament- och blocksten, liksom inte sällan basmetaller som koppar-, bly- och

Nedre bild: Småskalig brytning av ädel turmalin i delvis djupvittrade granitpegmatiter sydväst om Karibib, centrala Namibia. Gruvarbetarna arbetar ensamma eller i lösligt sammanhållna grupper, men kan ibland gå ihop om att hyra eller låna in tyngre utrustning för "kampanjer", som här då man tar bort stora massor av tidigare uppgrävt lösmaterial som hindrat fortsatt brytning i området. Detta ordnas i det här fallet genom en regional organisation som man måste vara medlem i för att utnyttja förmånerna. Foto: E. Jonsson.

Nedan, övre bild:

Översiktsbild, från en välorganiserad och "något större småskalig gruvverksamhet" i form av en wolframgruva i Ankoleprovin- sen, Uganda, nära gränserna till Kongo (DRK) och Rwanda.

Här bryts material både ur fast klyft under jord, samt ur vaskavlagringar invid (till höger i bilden). Foto: E. Jonsson.

zinkmineral. För att en småskalig handel med basmetallerna ska fungera och existera långsiktigt krävs vanligen närhet till ett anrikningsverk som vill köpa mindre mängder handanrikad malm, alternativt en lokal uppköpare som tar materialet vidare till nästa steg. För högvärdesmaterial (inklusive niob-tantalmineral) kommer en sådan marknad nästan alltid att organisera sig själv, medan det för lågvärdesmaterial kan krävas hjälp för att få igång en fungerande organisation. Här behövs både en lokal marknad och/eller etablerade kontakter med internationella handlare

Konflikter och "konfliktmineral"

Konflikter i anslutning till småskalig gruvdrift kan vara specifika för ett visst land eller region, men rent allmänt och sannolikt mest utbredd är den som rör rätten





till land. I Zimbabwe har den hårt kritiserade landfördelningspolitiken lett till stridigheter som de flesta känner till, men tillgång till land och hur det nyttjas/exploateras är över lag en källa till problem och tvister i det subsahariska Afrika. Trots att många länder antagit regler som skall göra mark tillgänglig för människor som arbetar legalt med småskaliga gruvprojekt (eller i alla fall försöker göra så), är det inte ovanligt att markägare stoppar eller förhindrar verksamheten. Markägarnas motstånd är ofta förståeligt eftersom tjuvjakt inte sällan förekommer på både boskap och vilt. I andra fall kan det handla om att småskaliga projekt bedrivs på gränsen till eller inom naturskyddade områden och reservat, där de blir till ett problem för både den lokala miljön och för djurlivet.

Ett annat problem är direkt kriminell verksamhet i form av småskalig, inte sällan nattlig brytning inom etablerade mellan- till storskaliga gruvområden, så kallad "poaching" (eng. för tjuvjakt). Framför allt berörs förekomster av guld eller ädelstenar men det finns exempel (Zambia/Kongo) på att även kopparmalm bryts på detta sätt. Ibland har dock bolagen kunnat dra nytta av den småskaliga verksamheten. Småskaliga operationer som fokuserat på sekundära förekomster av guld har gett prospekteringsbolagen nya uppslag och man har i vissa fall till och med samverkat med varandra under någorlunda ordnade former. De större gruvbolagens allt mer expansiva CSR-politik (eng. *corporate social responsibility*) kan bidra positivt i dessa sammanhang. I Namibia finns exempel på gruvföretag som stödjer småskalig gruvbrytning, bland annat genom sponsring av

Ovan:

Illegal, småskalig guldgruvbrytning i vittringsjord precis utanför en organisation, "medelstor" guldgruva, Busia, östra Uganda.

Foto: E. Jonsson.

Nedan:

Presentation och utbildning för ett kooperativ av småskaliga gruvarbetare, Karibib, Namibia.

Foto: K. Högdahl.



personlig skyddsutrustning, hjälp med tillgång till rent vatten, byggmaterial och annat som underlättar brytningsarbetet och förbättrar boendesituationen.

Termen "konfliktmineral" uppkom i huvudsak som ett resultat av brytningen av ett antal mineral i Centralafrika. Det första brett uppmärksammade konfliktmineralet var diamanter, som bröts för direkt finansiering av lokala krigsherrar under oroligheterna i Västra Afrika under 1990-talet (då begreppet "blood diamonds" myntades). Mindre välkänt är kanske att inbördeskriget i Angola under 1970-1990-talen till en betydande del finansierades av diamanter, framförallt för UNITA-gerillan som under Jonas Savimbi kontrollerade merparten av nordöstra Angolas diamantförekomster.

Konfliktmineral som uppmärksammats under senare tid är bland annat niob-tantal-malm i form av kolumbitgruppens mineral som är niob- och tantalrika järn-mangan-oxider. De har sedan länge brutits i östra Kongo (Demokratiska republiken), inte minst i den konflikttrabbade Kivuprovin-sen. Mycket av brytningen i detta område styrs av lokala krigsherrar och miliser, vilka precis som UNITA på sin tid, delvis finansierar sin verksamhet med gruvbrytningen.

Miljö och hälsa

Miljö- och hälsoproblem är ofta omtalade i samband med såväl stor- som småskalig gruvbrytning. Beträffande småskalig gruvbrytning i Afrika är det huvudsakligen två problem som dominerar. Det ena problemet är hälsorisker direkt relaterade till brytningen eftersom arbetet ofta utförs utan någon som helst typ av skyddsutrustning. Det kan röra sig om att utsättas för damm, slag, ras etc., liksom att liten eller ingen hänsyn tas till stabiliteten i gruvhåll som

kan vara nog så djupa eller till och med utgöra orter under jord. Det andra problemet är hälso- och miljöproblem relaterade till utvinningen av finkornigt guld.

En effektiv och lättillgänglig, men hälsovadlig metod att ta vara på finkornigt eller mikroskopiskt guld är genom amalgamering, som innebär att man låter guld bindas till kvicksilver. Genom en form av enkel destillation kan därefter kvicksilvret kokas bort, och ett måttligt kvicksilverkontaminerat guld återstår. Hela processen innefattar flera steg som alla kan leda till spridning av kvicksilver, både till gruvarbetaren och till närmiljön, samt på sikt till en stor del av den omkringliggande biotopen och människor som vistas i och nedströms utvinningsområdet. Även om amalgamering idag används runt om på jorden finns möjliga alternativ; GEUS har bland annat med framgång drivit projekt i Asien för att ersätta amalgamering med en teknik baserad på den ofarliga natriumboraterföreningen borax.

Brytning av metalliska malmer kan – beroende på malmtyp – leda till spridning av i varierande grad farliga metaller eller på annat sätt påverka omgivningen negativt genom till exempel förorening. I regel finmalmer de som arbetar med småskaliga basmetallprojekt inte materialet så långt som krävs för flotation, varför spridning av fint sulfidamm normalt inte är ett problem. Det relativt grovkorniga material som hanteras medför mycket måttliga risker. I fallet med brytning av oxidiska malmmineral för utvinning av tenn, tantal, niob eller wolfram finns just inga risker alls för spridning av giftiga metaller, förutom i de relativt ovanliga fall där sådana förekomster också uppvisar förhöjda halter av de radioaktiva grundämnena uran och torium.

Stöd och utveckling – vad kan göras?

De som arbetar med småskalig gruvverksamhet saknar oftast grundläggande kunskaper om de geologiska förutsättningar som krävs för att brytningen ska bli inkomstbringande och utbildning är med andra ord ett måste på alla nivåer. Allt från hur och var man kan inhämta befintlig geologisk information (exempelvis från en nationell geologisk undersökning) till tolkning av geologiska observationer, bestämning av bergarter och mineral och deras potentiella värde. Detta är särskilt relevant för mineral som inte tidigare utvunnits i den aktuella regionen.

Annan viktig kunskap som ofta saknas och bör förmedlas rör säkerhet, brytningsteknik, miljöhantering och miljöskydd, liksom teknisk utbildning i de fall där utrustning som är mer avancerad än enkla handredskap används. Listan, som kan göras mycket längre, visar på det breda och akuta behovet av grundläggande utbildning. I de mer utvecklade länderna kan kunskapsförmedlingen lösas nationellt, men alltför ofta saknas kompetens och/eller erfarenhet inom ett eller flera områden. Utbildningsinsatser måste därför riktas både till berörda gruvarbetare och deras organisationer samt till de som på sikt ska ansvara utbildningen ("train the trainers").

Upprättande av och stöd till fungerande marknader

kan betyda mycket, både lokalt och regionalt. Till exempel kan en statlig organisation för uppköp av metalliska malmer eller koncentrat som koppar- eller tennmineral vara den garant som krävs för att alla få handeln att långsiktigt fungera. I ett sådant system kan också ingå viktiga komponenter som kemiska analyser, hjälp med mineralidentifiering och bedömning av mineralens marknadsvärde. Inte sällan efterfrågas, av myndigheter såväl som av gruvarbetarna själva, "standardprislister" på olika mineral och smyckestenar, vilket till skillnad från metalliska malmer är omöjligt att åstadkomma för dessa produkter, då spännvidden för ett och samma mineral kan vara enorm.

Förutom utbildning är stöd för anskaffning av teknisk utrustning ett sätt att göra småskalig gruvdrift självbärande, men inte helt lätt att organisera. I Namibia har man sedan ett antal år från regeringshåll drivit på bildandet av regionala organisationer för dessa gruvarbetare. Tanken har varit att organisationerna skall drivas lokalt till nytta för både de enskilda gruvarbetarna och kollektiven. I dag finns någon form av organiserad verksamhet i tre till fyra av landets 13 regioner. Det hittills mest lyckade exemplet är ERSMA (*Erongo Small-scale Miners Association*) som drivs med stöd från flera finansiärer (historiskt inkluderande både stora gruvbolag, EU-projekt och statligt stöd) samt genom medlemsavgifter. Förutom att verka som ett sammanhållande organ för kontakter med staten och samhället i stort erbjuder ERSMA utbildning till sina medlemmar samt driver olika projekt för att utveckla verksamheten. Genom delverksamheten *Topaz Tool Hire* kan medlemmarna för begränsade perioder hyra utrustning till kraftigt subventionerade priser. Verksamheten är uppskattad och välutnyttjad, men lider kontinuerligt av dålig ekonomi och svårigheter att hålla utrustningen i funktionellt skick. Det är uppenbart att denna "kommunala" tillgång till tyngre utrustning hjälper gruvarbetarna på ett konkret och nyttigt vis, men också att verksamheten i denna form varken är problemfri eller självbärande.

Inte minst viktigt i sammanhanget är övriga ekonomiska och samhällseliga stödfunktioner utanför den direkta mineral- eller gruvsfären. Som exempel är tillgång till allmänt ekonomiskt stöd liksom funktionella mikrolån i många fall en förutsättning för att bygga upp en mera långsiktigt hållbar verksamhet. Mycket viktiga är också de legala aspekterna för hur småskalig gruvverksamhet ska bedrivas, av vem och på vilken mark. Här krävs tydliga regelverk som verkligen tillämpas, inte minst för att förebygga konflikter.

Hot eller möjlighet?

Småskalig gruvverksamhet har förekommit sedan urminnes tider och kommer med största säkerhet att bedrivas under överskådlig framtid. Frågan om den utgör ett hot eller en möjlighet beror i första hand på hur verksamheten bemöts och hanteras. I stora delar av Afrika (och världen) är småskalig gruvbrytning en viktig komponent för många människors överlevnad och bidrar därmed till fattigdomsbekämpning. Många av problemen med själva brytningen och dess effekter är

kända men det finns inga principiella hinder för att mildra eller till och med eliminera merparten av dem.

I flera områden är den geologiska potentialen för småskalig verksamhet också större än vad som nyttjas idag; detta gäller inte minst för material som kan brytas med bättre framförhållning och långsiktighet än exempelvis ädelstensförekomster där det kan gå veckor eller månader mellan fynden. Kontrasten mot att välplanerat bryta ett i och för sig avsevärt mindre värdefullt material, som granit för byggnadssten eller kalk för cementtillverkning, är avsevärd. Med hjälp av utbildning, allt från kännedom om mineral och förekomsttyper, miljö- och säkerhetsaspekter, ekonomi, lagar och teknik för brytning till värdering och förståelse för marknader kan verksamheten utvecklas till att inom tydliga regelverk erbjuda en stadig inkomst och rimliga arbetsmiljöer med ett minimum av yttre miljöpåverkan.

ERIK JONSSON är statsgeolog vid Sveriges geologiska undersökning, SGU, samt adjungerad professor vid institutionen för geovetenskaper (mineralogi, petrologi och tektonik), Uppsala universitet.

RUNE JOHANSSON är pensionerad statsgeofysiker vid SGU, tidigare ansvarig för SGUs utlandsuppdrag och projektledare för Meeting-Points Mining-verksamheten i södra Afrika.

KARIN HÖGDAHL är docent i geologi, verksam som universitetslektor vid institutionerna för geovetenskaper, Uppsala universitet, samt geologi och mineralogi, Åbo Akademi, Finland.



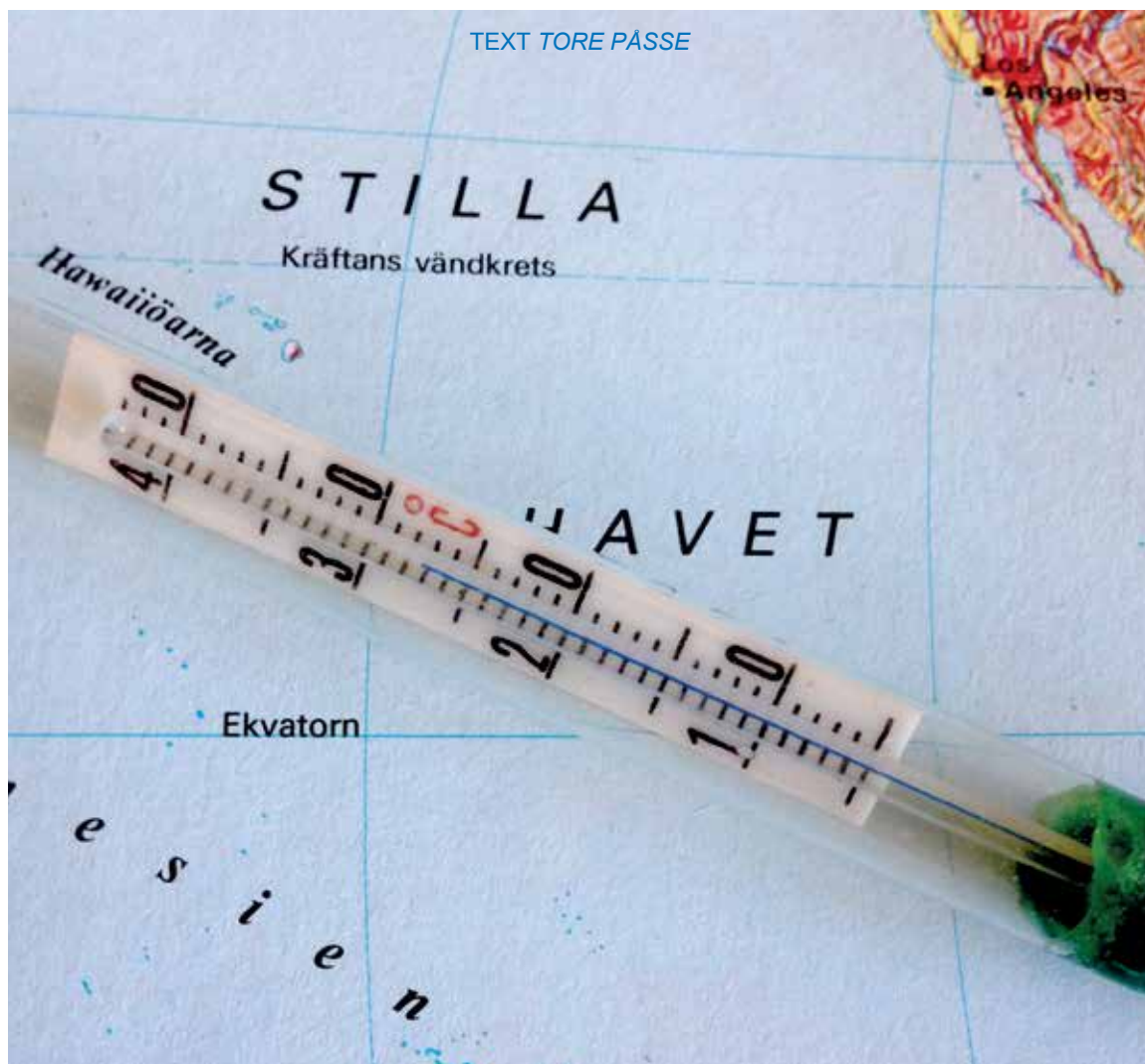


Medelstor småskalig operation; prospektering och diamantutvinning i måttlig skala i paleofluvial förekomst (alltså en "gammal vaskavlagring") i nordöstra Angola. Bilden visar en maskinframgrävd äldre flodfåra med stora block, vilka kan ha agerat "fällor" för vatten-transporterade diamanter. Foto: R. Johansson.

Världens bästa termometer HAVET

Havets nivå har höjts med 20 centimeter under de senaste 150 åren.

Denna höjning påstås helt bero på mänsklig påverkan av klimatet. Men hur vet man att denna höjning inte beror av naturliga svängningar i klimatet? Här redogör kvartärgeolog Tore Pässe för en sin syn på orsakerna till den pågående havsnivåhöjningen.



Under tidig medeltid var klimatet förhållandevis varmt. Denna varmperiod kom att följas av Lilla Istiden under 1600- och 1700-talet. Ännu har ingen kommit med någon bra förklaring varför sådana här klimatsvängningar sker. Trots denna kunskapslucka vågar klimatforskarna påstå att de naturliga processer, som bevisligen tidigare påverkat klimatet och därmed havets nivå, inte längre är aktiva. Undertecknad kommer i denna artikel att hävda att den pågående höjningen av havet är en direkt fortsättning av den höjning vi kunnat följa ända sedan istidens slut.

Charles Lyell (1797–1875) nämns som den moderna geologins fader. Hans gärningar brukar sammanfattas med ett citat "the past is the key to the present". Fritt översatt blir det "vill vi förstå vad som händer idag måste vi förstå vad som hänt tidigare". Denna tes borde användas inom klimat- och havsnivåforskningen.

Kan havets nivå vara konstant?

Många tror att den nu pågående höjningen av havet är ett bevis för mänsklig påverkan av naturen. Denna tro är kanske inte så märklig då klimatforskare försöker tona ner det faktum att havets nivå tidigare ständigt förändrats, vilket ju åtmin-

stone före år 1850 helt och hållet måste ha skett genom naturliga processer. För att få de nu pågående havsnivåförändringarna att framstå som något exceptionellt påstår klimatforskarna att havets nivå under en mycket lång tid varit konstant. Denna konstanta havsnivå används som "bevis" för att havet idag enbart höjs på grund av människans utsläpp av växthusgaser. Men eftersom temperaturen ändrats under tidigare skeden så måste väl även havets nivå då ha ändrats? Så borde det i alla fall vara om man använder logikens lagar.

Havets höjning startade efter det att istiden kulminerat för 20 000 år sedan. Från denna tid och framåt har havet stigit 120 meter, det vill säga i medeltal sex millimeter per år. I början och i slutet av denna period har höjningen skett långsammare. Under det senaste millenniet har höjningen varit ungefär 1,5–2 millimeter per år. År 1850 låg havets nivå 20 centimeter lägre än idag. Detta innebär en genomsnittlig höjning på 1,2 millimeter per år under de senaste 150 åren.

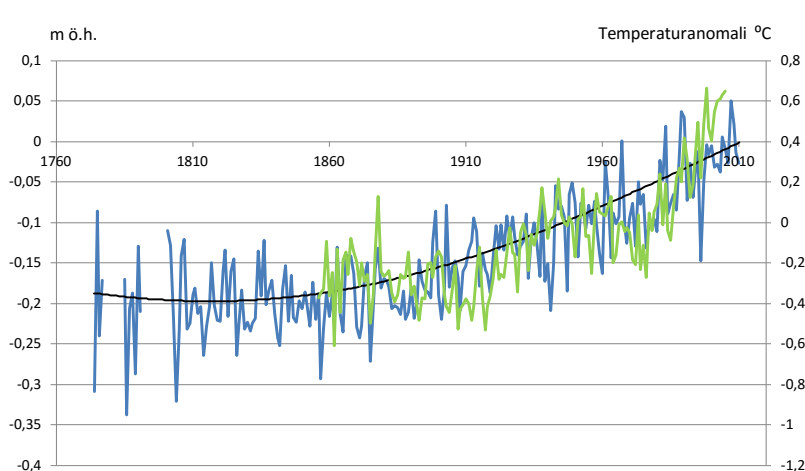
Varför höjs havet?

Havets nivå har ändrats av att inlandsisarna och polarisarna smält och gett havet ett tillskott av vatten. Denna process har givit en permanent ökning av havets nivå. Det finns emellertid ytterligare en pro-

cess. Under perioder med varmt klimat utvidgas vattnet och havsnivån stiger. Det motsatta sker under perioder med kallt klimat då havet sjunker. Denna process gör att havet går upp och ner utan något permanent "tillskott" av vatten. Jag har valt att kalla denna fysikaliska process för termometerprocessen eftersom havets nivå ändras på samma sätt som i en kvicksilvertermometer, det vill säga genom att vattnets volym ändras direkt proportionellt mot temperaturen.

De pågående havsnivåförändringarna registreras genom pegelmätningar (vattenståndsmätningar). Om man jämför dessa mätningar med temperaturdata så ser man ett tydligt samband mellan global medeltemperatur och havsnivå i ett kort perspektiv. Under år med kallt klimat sjunker havsnivån medan den stiger då temperaturen blir högre. Att havets nivå sjunker under kalla år visar att en stor del av de havsnivåförändringarna beror just på termometerprocessen. Tidig medeltid var en ovanligt varm period medan åren runt 1600–1700 var extremt kalla. Jag behöver väl knappast påpeka att dessa klimatsvängningar måste ha påverkat havsnivån eftersom fysikens lagar givetvis gällde även under den mörka medeltiden.

Många tar det för självklart att en ökning av temperaturen gör



Diagrammet: Jämförelse mellan havsnivåförändringar (blå kurva) och den globala medeltemperaturen (grön kurva). Observera att havsnivån sjunker under kalla perioder. Temperaturdata kommer från CRU (CRU = Climatic Research Unit of the University of East Anglia). Havsnivåkurvan har beräknats av Pässe & Daniels (2015). Den svarta kurvan är en medelvärdesberäkning av havsnivåförändringarna. Denna kurva antyder att havets höjning började omkring 1820, det vill säga långt innan industrialismens genombrott.

att isar smälter och att detta i sin tur gör att havet stiger. Hur konstigt det än kan låta så är det faktiskt inte en ökad global medeltemperatur som höjt havet permanent med 120 meter! Detta kan man se genom att jämföra kurvan för havsytans stigning med hur klimatet ändrats under de senaste 20 000 åren. För att beskriva detta delar jag in de senaste 20 000 åren i tre faser. Under den äldsta fasen, 20 000–11 500 år BP (före nutid), smälte stora delar av inlandsisarna bort. Under nästa fas, 11 500–8 000 år BP, försvann inlandsisarna över Kanada och Skandinavien. Under den sista fasen, 8 000 år BP fram till idag, smälte delar av polarisarna bort. Havsnivåns förändringar över tiden visar hur mycket is som smält under de olika faserna. Hälften av smältvattentillförsel till havet skedde under den första fasen, det vill säga under istiden, alltså under en extremt kall fas. 40 meter smältvatten bildades under den mycket varma mellanfasen, medan den sista fasen har gett ett tillskott av 16 meter vatten. Trots att den globala medeltemperaturen sjönk under denna fas steg havet. Jämförelsen visar att det inte finns något samband mellan global medeltemperatur (eller ökande temperatur) och isavsmältning. Isarnas smältning följer istället den så kallade glaciala cykeln. Denna beror i sin tur på jordaxelns lutning i förhållande till solen. I grunden är det alltså solens instrålning som är bränslet till den "motor" som gör att isen smälter. Motorn i avsmältningen är den rörelse som sker i polarisarna. Dessa (och tidigare inlandsisarna) bildas av "övervinterande snö" som packas ihop och blir till is. Is är ett plastiskt material och rinner ut mot kanterna. Efter att isen transporterats ut mot kanterna smälter den av vid sin front. Denna smältning sker på grund av att det lokala klimatet är något varmare vid fronten men också på grund av att isen kalvar när den når havet. Polarisarnas rörelse ger ett ständigt flöde av is som kontinuerligt bidrar med smältvatten till havet. En del av vattnet kommer att avdunsta, falla ut som snö och på nytt ingå i det kretslopp som driver polarisarnas rörelser. Transporten och smältningen av is har varit större än nybildningen av is ända sedan istidens slut. Så kommer det att vara fram till den dag vi går mot en ny istid.

Till skillnad från polarisarna tycks avsmältning och tillväxt av små lokala glaciärer, i bergskedjorna värden över, bero på temperaturen. Dessa glaciärer får minskad utbredning under varma perioder men ökad utbredning igen under kalla perioder, som under till exempel Lilla Istiden. Om smältningen av de lokala glaciärerna märkbart påverkar dagens havsnivå så får man förutsätta att detta också skett under tidigare klimatsvängningar. Man kan också förutsätta att förändringarna genom termometerprocessen och av de lokala glaciärerna följs åt eftersom båda beror av temperaturen. Havets upp- och nedgångar förstärks då av denna samverkan. Dagens uppgång av havets nivå sker ungefär till hälften genom termometerprocessen. Den andra hälften beror på avsmältningen av polarisarna genom att is transporterats ut mot kanterna.

Beräkning av havets förändringar

I Sverige grundas havets stränder upp trots den pågående höjningen av havsnivån. Orsaken till detta är att landet samtidigt höjs. Ett undantag från detta är Skånes sydkust där landet höjs långsammare än vad havet höjs. Detta gör att havet stiger där, även om denna stigning är mycket långsam. (När man försöker ta reda på hur havets nivå förändras är det strandens nivåförändringar man mäter. För att kunna beräkna havets förändringar måste man därför ha data som visar hur jordskorpan ändrats med tiden. Beräkningar av havsnivåns förändringar med utgångspunkt från mätdata av landhöjningen har gjorts i en rad artiklar av Pässe, varav den senaste artikeln (Pässe & Daniels 2015) kan hämtas på SGU:s hemsida. Klimatforskarnas åsikt om att havsnivån tidigare varit konstant kan delvis härledas till att man inte tagit hänsyn till jordskorpan rörelser. I de strandlinjeundersökningar som klimatforskarna använder sig av negligeras nämligen jordskorpan rörelser när man beräknar havets förändringar. Dessa kurvor uppvisar därför mycket allvarliga fel.

Havet som termometer

En global temperaturhöjning för 150 år sedan, vid den tiden knappt mätbar, har skapat en global havsnivåhöjning. Detta visar att havsnivåbestämningar skulle kunna vara en bra metod, nästan som en termometer, att ta reda på hur det globala klimatet tidigare förändrats. För att utnyttja denna metod måste man emellertid skilja på det permanenta tillskottet av vatten som orsakats av solens instrålning och de temporära förändringarna av havsnivån som kan korreleras med temperaturen.

Havets svängningar kallas på geologspråk för transgressioner (vid uppgångar) och regressioner (vid nedgångar). Genom att undersöka gamla lagerföljder, som bildats vid havets stränder, kan man följa växlingarna mellan transgressioner och regressioner. Lagerföljderna visar att havsnivån skiftat mellan upp- och nedgångar ungefär 20 gånger sedan istidens slut, det vill säga havsnivån har skiftat med ungefär 500 till 600 års mellanrum. Upp- och nedgångarna har varit i storleksordningen 2 till 0,5 meter. Dessa transgressioner och regressioner framträder bäst i tidigare nedisade områden, nära den forna nedisningsgränsen. Där har havets permanenta höjning och landet rört sig i ungefär samma hastighet, det vill säga dessa rörelser har då tagit ut varandra. De transgressioner och regressioner som bildats i dessa områden kan då härledas till termometerprocessens förändringar. Ett av de få områden i världen där det är möjligt att undersöka detta fenomen är södra Skandinavien inklusive södra Östersjön.

Det finns två orsaker att välja på för att förklara varför transgressionerna/regressionerna har uppkommit, antingen förändringar orsakade av isavsmältning/isbildning eller så termometerprocessen. Jag vägar här

påstå att det är den senare processen. Skälet till detta är att de mest omfattande regressionerna inträffade under varmetidens optimum. Att dessa sänkningar då skulle bero på nybildning av is i polarområdena kan uteslutas. Även om själva drivkraften för de klimatsvängningar som skapat havsnivåförändringarna är okänd finns det inget skäl att negligera fenomenet i synnerhet som detta kan leda till förståelse varför klimatet tidigare och nu genomgår förändringar.

Men spelar det någon roll om den nuvarande havsnivåförändringen beror av mänskliga utsläpp till atmosfären eller på pågående naturliga processer, havet höjer ju sig i båda fallen? För att kunna göra trovärdiga prognoser av havets framtida förändringar krävs att man har kunskap om vilka processer som tidigare styrte klimat- och havsnivåförändringarna. Klimatforskarnas prognoser bygger på att tidigare klimatsvängningar aldrig påverkat havets nivå och därför anser de att man helt kan räkna bort de naturliga processer som bevisligen tidigare höjt havet. Havsnivån har sedan istidens slut genomgått cirka 20 kraftiga transgressioner. Den nu pågående havsyttehöjningen kan förmodas vara en i raden av dessa, det vill säga en transgression skapad av en temperaturhöjning. Geologisk data visar att den nu pågående transgressionen förmodligen klingar av om cirka 150 år och sedan övergår i en regression. Den fortsatta transgressionen kommer att höja havet ytterligare 20 centimeter. Med ett sammanlagt belopp på 40 centimeter kommer då denna transgression att vara den minsta transgressionen som skett efter istiden.

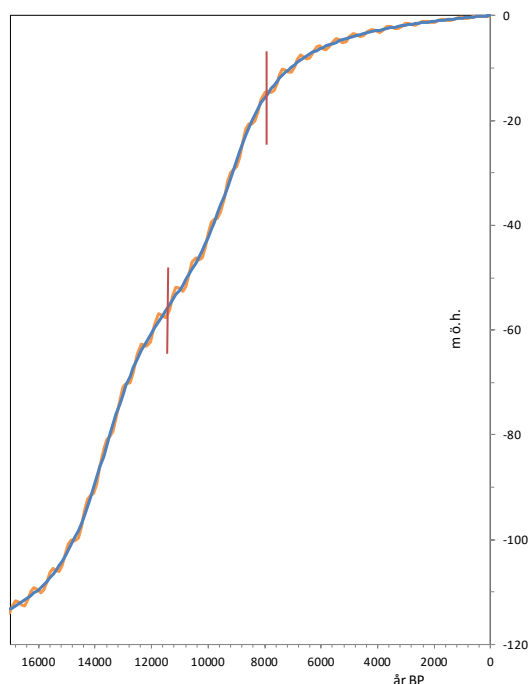
Den geologiska utvecklingen visar att det aldrig funnits eller kommer att finnas konstanta förhållanden när det gäller klimat, isutbredning och havsnivå. Den pågående höjningen av havsnivån, på grund av att isarna smälter, kan verka skrämmande, särskilt om den utmålas som något onaturligt. Motsatsen skulle dock vara betydligt mer skrämmande. En havsnivå som inte höjs skulle nämligen visa att vi inom en snar framtid sannolikt skulle gå mot en ny istid.

TORÉ PÅSSE, docent i geologi.

REFERENSER

CRU Press Release: Updates to HadCRUT global temperature dataset. (CRU = Climatic Research Unit of the University of East Anglia)

Påsse, T. & Daniels, J. 2015: Past shore-level and sea-level displacements. SGU Rapporter och meddelanden 137, 1-33.



Till vänster: Havsnivåkurvan i denna figur kommer från ett arbete av Påsse & Daniels (2015) där havets nivå beräknats från strandlinje data i kombination med mätdata på landhöjningen. Havsnivåns höjning beror av två faktorer. När inlandsisarna och polarisarna smälter tillförs vatten i oceanerna (blå kurva). På grund av växlingar i temperaturen ändras havsvattnets volym utan att mängden vatten ändras. Detta gör att havets nivå ibland stiger och ibland sjunker (orange kurva). De röda strecken avgränsar de tre olika faser som beskrivs i texten. Utvecklingen under dessa faser visar att den blå kurvan inte påverkas av temperaturen utan helt styrs av den glaciala cykeln, det vill säga genom solensinstrålning.

”Han hördes ofta sjungandes i korridorerna

Vår vän och kollega Gustaf Lind, avled i mars 2016. Närmaste anhöriga är hustrun Lena och syskonen med familjer. Gustaf föddes den 8 maj 1939 av föräldrar med rötter i Målilla, Småland. Föräldrarna kom att bosätta sig i Göteborg där Gustafs far blev poliskommissarie. Under kriget fick familjen flera vänner i Danmark, vilket långt senare skulle visa sig ha betydelse för Gustafs yrkesval.

Flera av oss lärde känna Gustaf som assistent vid den då gemensamma geologiska institutionen för Chalmers tekniska högskola och Göteborgs universitet. Det var under tidigt 1960-tal och professor Gunnar Beskow var institutionschef där. Gustaf var en hejare på att uppmuntra medarbetare och studenter och påverkade således våra yrkesval. Han visste i sanning vad positiv förstärkning innebär! Genom kontakterna med Danmark och professor Svend Saxov valde Gustaf sedan Århus universitet för studier i geofysik, ett ämnesområde som skulle bli hans yrke. Efter flera år i Danmark återvände Gustaf och hans fru till Göteborg där han fullbordade sin doktorsavhandling. Den handlade om Bohusgranitens geofysik och avlades vid geologisk institutionen vid Chalmers tekniska högskola och Göteborgs universitet,

där han sedan blev universitetslektor. Hans entusiasm och förmåga att förstå sina elever och träffa rätt i undervisningen belönades med universitetets pedagogiska pris. Han var också utsedd som censor för doktorander i Danmark och rådgivare inom geofysik i Nordiska ministerrådet. De geofysiker som arbetar praktiskt i sitt yrke i Sverige är till övervägande del forna elever till Gustaf och även många inom oljeindustrin. Han var nog med att de inte bara skulle kunna fortsätta inom akademien utan också kunna få anställning i praktisk verksamhet efter utbildning.

Under 1970-talet var han engagerad i ett projekt om möjligheterna att utvinna geotermisk energi i Sverige på uppdrag av Nämnden för Energitillämpningsforskning. I gruppen deltog bland annat David Malmqvist, tidigare Boliden-geofysiker och även Ove Landström, Studsvik. Att hålla ihop detta gäng av idésprutor och soloartister var trevligt men inte lätt! Få passagerare kände till att Stenas Danmarksfärja tjänstgjorde som forskningsfartyg under sent 1970-tal. Genom sin goda kontakt med fartygsbefälhavaren hade Gustaf lyckats förmå denne att släpa en protonmagnetometer efter färjan från Göteborg till Fredrikshamn. Hastigheten lär ha varit väl hög för att mätningen skulle bli perfekt...

Gustaf hade stor berättartalang och gjorde gärna en god historia bättre. Han hördes ofta sjungandes i korridorerna och hans skratr var obetalbart. Ingen kunde vara oberörd för hans entusiasm. Han drog sig aldrig för att säga vad han tyckte, även om det kunde vara obekvämt. Hans svaghet var oförmågan att säga "jag har inte tid". Därför var han ofta dubbelbokad och bland annat känd som den ende läraren som klarade av att ha lektion på fler än ett ställe samtidigt. När han kom för sent bjöd han gärna på glass!

Gustaf var en friluftsmänniska. Vi var ett gäng som varje år tog oss ledigt några dagar för en skidresa till Alperna eller Norge. Diskussionerna var intensiva vid rasterna i backarna. Andra strängar på Gustafs lyra var båtbygggeri, jakt, skogsbruk och mycket annat. Han var därför aldrig sysslolös och sa att han "snärjde". Desto tyngre blev det sista året av hans liv då krafterna svek. Utan Gustaf blir världen tråkigare och en hängiven vän mindre. Saknaden är stor.

Sven Åke Larson, Eva-Lena Tullborg, Per Wedel, Anita Turesson, Lennart Björklund, Jimmy Stigh.

Geofysikern *Gustaf Lind*,
till största delen verksam vid geologiska institutionen
i Göteborg, var en karismatisk pedagog och en fyndig
geofysik-praktiker. Många praktiskt verksamma inom
geofysikens fält i Sverige har en gång i tiden
varit elever till honom.

*Gustaf Lind till rors i den egenbyggda
segelbåten White 23, som blev en riktig
pärla omskriven i fackpressen.
Foto: Lena Lind.*



Med hjärta för

Kolmården

Geologen Anders Wikström, bosatt på gården Skrikhult utanför Norrköping, gick efter en tids sjukdom bort i november 2015.

Anders visar sina berggrundskartor över Norrköpingstrakten, Risinge k.a.
Foto: Thomas Lundqvist, 1991.

Född i Orsa 1937 och uppvuxen i Uppsala valde Anders att studera geologi vid Uppsala universitet. Inspirationen att välja geologi fick han redan i barndomen av berggrunden på de kala klipporna på ön Rävsten utanför Öregrund. Vid universitetet tjänstgjorde han också som amanuens och assistent i geologiämnena. Hans licentiatavhandling från 1968 behandlade eklogiter, det vill säga bergarter som bildats vid höga tryck och på stora djup i jordskorpan, samt deras omvandling vid förändrade betingelser i berggrunden. Samma år började Anders sin anställning vid Sveriges geologiska undersökning, SGU, som då låg i Stockholm men senare flyttade till Uppsala. Han förblev verket trogen till sin pensionering 2000. Anders blev förste statsgeolog med arbetsuppgifter som främst omfattade berggrundskartering i Östergötland och Närke, samt forskning med anknytning till karteringen. Han blev en ledande auktoritet speciellt när det gällde geologin kring marmorförekomsterna i Kolmården, samt Stavsjö-, Finspångs- och Askersundsområdenas berggrund. Ett centralt ämne var tektoniken, det vill säga de storskaliga strukturer i jordskorpan som uppkommit vid bergskedjebildning. Hans arbeten kom senare under SGU-tiden också att omfatta bland annat berggrunden i trakten av Kalix och Luleå samt olika översiktskartor. Anders mångsidiga kompetens och hans intresse för vetenskapliga aspekter gjorde att publikationerna även kom att behandla ämnen som bergartsbildning genom blandning av smältor, eller vad som på engelska kallas magma mingling och magma mixing, och en fruktbarande sammanlänkning av fältiakttagelser med laboratorieexperiment i fråga om graniters bildning. Han



Anders fotograferad av sonen Fredrik.

bedrev också en omfattande informationsverksamhet om geologi genom föredrag och exkursioner.

Anders var en omtyckt ledare av somrarnas fältarbeten vid SGU, och han tog väl hand om sina sommaranställda extrageologer och instruerade dem i traktens geologi.

Äppelkärlek var hans standardrätt i fältkvarteret. Ute i skogen kunde han plocka fram en hel sirapslimpa, en falukorv och en liter mjölk som han direkt intog till lunch. Extrageologerna beordrades vid något tillfälle av Anders att ta ett dopp i den lilla Domedagsgölen, som med sitt kol-svarta, humusrika och närmare 30 grader varma vatten väl ingalunda var någon idealisk badplats – en order som efterkomts.

Anders var musikalisk och spelade klarinett och saxofon i orkestern Tvärdraget i Norrköping. Han var också en skicklig bridge- och tennisspelare. Anders var känd som en ovanligt kunnig, lågmäld och vänsäll person. Man kunde alltid vända sig till honom i svåra situationer, både yrkesmässiga och mer personliga, eftersom man visste att han alltid beredvilligt ställde upp och hjälpte sina vänner.

Redan tidigt under Anders yrkesverksamma tid bosatte han och makan Carin sig i Svärtinge utanför Norrköping. Där, på den älskade gården Skrikhult, fick han också sluta sitt liv. Vi är många som sörjer en sällsynt fin kollega och vän, samtidigt som vi gläds åt alla glada minnen av Anders från gångna år.

Thomas Lundqvist, Ulf Bertil Andersson, Ingmar Lundström, Christer Persson, Michael Stephens, Carl-Henric Wahlgren.

Fredag 1 juli, forskarnatt, kl. 13-15, Stockholm. Naturhistoriska riksmuseets forskare, Thomas Mörs och Jonas Hagström visar och berättar om insamlade föremål från Arktis och Antarktis. Bland annat får du se fossil från förhistorisk kejsarpingvin. Vad skiljer den från dagens? www.nrm.se

4-6 juli, Almedalen. Jord, berg och vatten är viktiga för hur vi mår och hur vårt samhälle fungerar. Mot den bakgrunden deltar Sveriges geologiska undersökning i Almedalen 2016 för att uppmärksamma betydelsen av de geologiska förutsättningarna hos de som planerar vårt framtida samhälle och som vill använda marken, vattnet och våra naturresurser på ett hållbart sätt. SGU medverkar från måndag till och med onsdag med evenemang ombord på SGUs undersökningsfartyg Ocean Surveyor, som kommer att finnas på plats centralt i Visby hamn. Flera av aktiviteterna genomförs i samverkan med Havs- och Vattenmyndigheten (HaV) samt Statens geotekniska Institut (SGI). www.sgu.se

20-21 augusti, Småländska Höglandet. Hallands geologiklubb har flera arrangemang under året. I augusti anordnas exkursion till det Småländska Höglandet med besök: Kleva, Hörnebo, Äldfors gruvområden i Vetlanda, Skurugata i Eksjö, Del av Almesåkraformationen, Spexeryds mangangruva i Nässjö. www.hallandsgeologiklubb.se

Lördag 10 september, Geologins Dag. Från het bula till kall kula – runt om i Sverige arrangeras olika evenemang för liten och stor med geovetenskap som gemensam nämnare. Titta in på Föreningen för Geologins Dags hemsida för att få en uppdatering om arrangemang nära dig. www.geologinsdag.se

Vid foten av Sveriges Himalaya

Berggrunden i sydvästra Sverige fick sin nuvarande utformning genom en kollision mellan två kontinentalplattor för cirka en miljard år sedan, något som har stora likheter med bildningen av dagens Himalaya. Nu har Sveriges geologiska undersökning, SGU, gjort en 3D-modell av den geologiska miljön.

Den en miljard år gamla bergskedjan, av vilken sydvästra Sveriges berggrund utgör en del, är nu

kraftigt nederoderad. Med hjälp av den nya 3D-modellen blir geologin i området mer överskådlig och lättare att tolka. Modellen har gjorts över ett område i Värmland. Den presenteras i en film, som också visar utvecklingen av berggrunden i området, och en 3D-pdf-fil, där lager kan släckas och tändas.

Du hittar mer information här: www.sgu.se/om-geologi/berg/sveriges-berggrund/vid-foten-av-sveriges-himalaya/

Filmen hittar du också direkt på

SGUs Youtube-kanal (sök på SGUSweden).



Expedition östra Grönland 2016. I sommar återvänder forskare från Uppsala universitet till östra Grönland för ännu en forskningsexpedition i samma områden som 2015. I forskningsprojektet undersöker forskarna vilka ekologiska drivkrafter som ligger bakom tetrapodernas, det vill säga landryggradsdjurens, omfattande evolutionära förändringar.

Östra Grönland är ett av få områden i världen där det går att samla fossil av dessa, i tid vitt skilda, grupper av akvatiska tetrapoder och göra detaljerade paleoekologiska studier. Forskningen kan ge en god förståelse för hur ryggradsdjurens struktur och funktion anpassas till förändrade livsbetingelser och kan ge en bild av hur mångfaldsförändringar hänger ihop med ekosystemet i stor skala.

Forskarna reste ut med flyg från Sverige till Island och därifrån vidare till Grönland med specialchartrade plan av modell Twin Otter (som kan landa på ganska otillgängliga platser). För sista sträckan fram till Kap Stosch på Hold With Hope krävdes helikopter. De slog sedan läger under cirka två veckor innan resan gick vidare till Celsius Bjerg på Ymer Ø. Läs mer på www.polar-forskningsportalen.se/arktis

Magiska silvergruvan i Sala

En solig dag med regntung himmel samlades 23 deltagare vid Christinaschaktets lave vid Sala silvergruva för en heldag med besök av geologiska lokaler både ovan och under jord. I mer än 400 år har gruvdrift bedrivits i Sala silvergruva. Brytningen avslutades 1908 men gruvmiljön är välbevarad och ett intressant besöksmål.



A



B



C



D



E

A. Den karaktäristiska laven tillhörande Drottning Christinas schakt. Drottning Christinas schakt användes som centralschakt i gruvan från mitten av 1600-talet. Idag är schaktet drygt 250 meter djupt.

B. Förväntansfulla exkursionsdeltagare på väg i den lummiga skogen till den första exkursionslokalen. Som tur var fanns det även biologer i gruppen som kunde berätta om växtligheten.

C. Stora stromatolitdomer i dolomitmarmorn vid Finntorpsbrottet sydväst om gruvan. Kameralins för skala.

D. Nils Jansson, bitr. lektor i malmgeologi vid Luleå tekniska universitet, berättar om den spännande geologin i Sala-regionen, ett område han känner väl efter att ha skrivit sitt examensarbete om gruvan med omnejd samt arbetat åtskilliga somrar som guide i området.

E. Många frågor väcktes bland deltagarna angående stromatoliterna och deras bildningsmiljö, vilket vår exkursionsguide Nils inte hade något emot att stanna upp och diskutera i det vackra vädret.

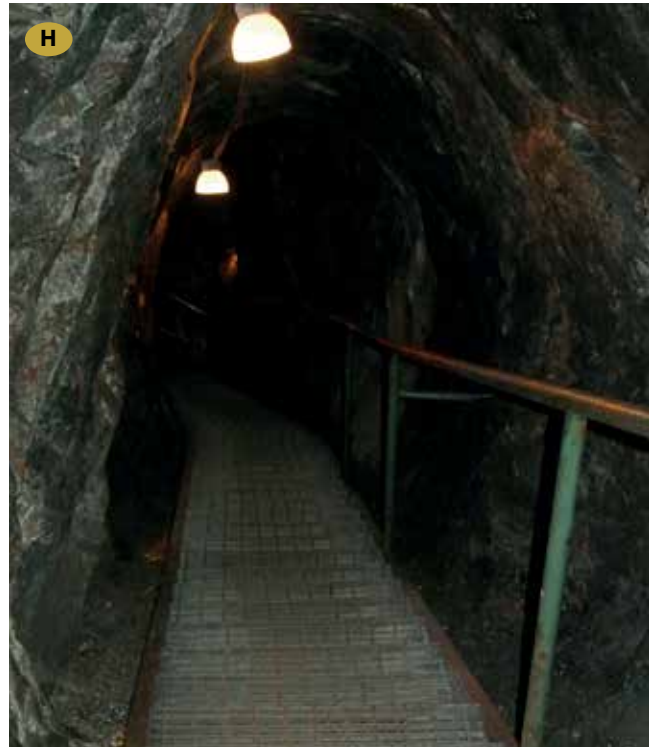
F. Nere i Sala silvergruva berättar Nils om än mer fantastiska geologiska och mineralogiska företeelser. Efter en dryg timme nere i kylan fick deltagarna tina upp en stund i gruvsviten på 155-metersnivån. Sedan fortsatte turen...

G. Omvandlat och veckat lager av vulkanaska i dolomitmarmor vid Knechtschaktet på 155-metersnivån i gruvan. De tandliknande, vita formationerna vid nedre kontakten är stromatoliter som begravdes av vulkanaska.

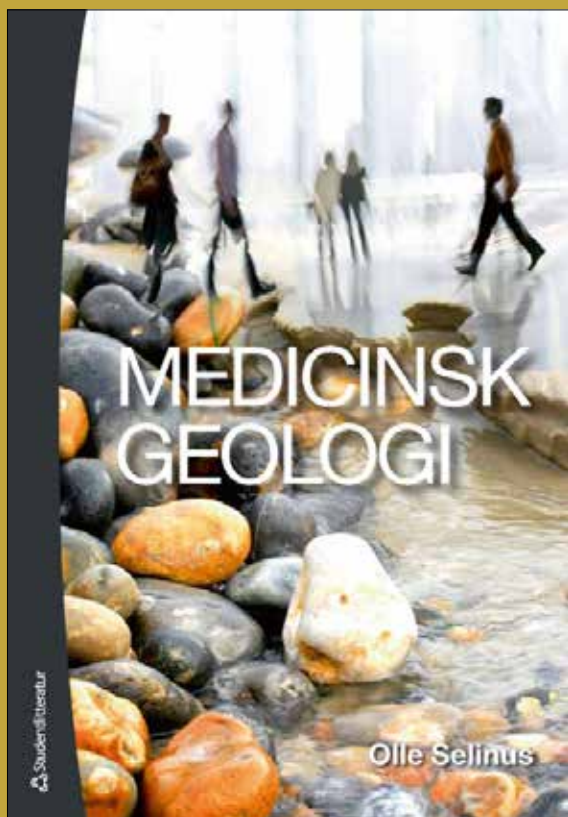
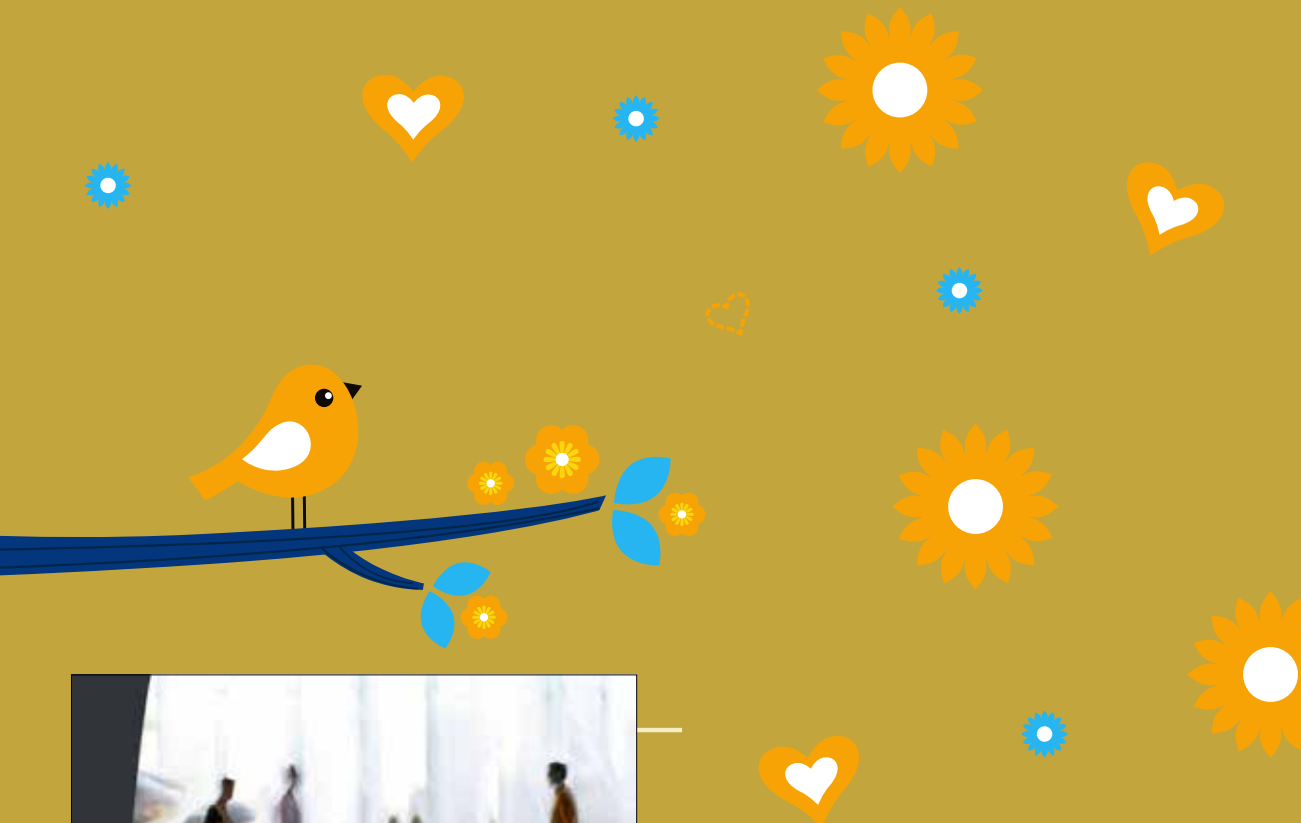
H. Till en början gick turen nedåt via rejäla trappor med lagom lutning. Dessa byttes så småningom mot svindlande höga spiraltrappor, för att slutligen ersättas av hissen som tog oss ned till den djupaste nivån.

Exkursionen genomfördes i Geologiska Föreningens regi, i samband med föreningens årsmöte som i år för-lades vid Sala silvergruva. Tack till Nils Jansson och alla deltagare för en mycket lärorik och trevlig exkursion!

/ Styrelsen genom Christina Wanhainen



POSTTIDNING
Geologiska Föreningen
c/o Tellurit AB
Varvsgatan 41
972 32 Luleå



MEDICINSK GEOLOGI

Detta är den första boken på svenska i medicinsk geologi. Den används bland annat i kurser på flera universitet i Sverige. Medicinsk geologi handlar om hur vår naturliga miljö påverkar vår hälsa och om hur olika ämnen som finns naturligt i berg, jord och vatten kan orsaka men även förebygga sjukdomar hos människor och djur. Medicinsk geologi är den del av miljö- och yrkesmedicin som behandlar den yttre, naturliga miljön. 518 sidor.

Författare : Olle Selinus. Förlag: Studentlitteratur.

Bokens upplaga går mot sitt slut. Nu kan du passa på att köpa boken för **150 kr** + postens porto (ordinarie förlagspris är 700 kr).

Medicinsk geologi finns att köpa på bokborsen.se eller i direkt kontakt med Olle Selinus på e-post: olle.selinus@gmail.com