

GEOLOGISKT FORUM

NR 86 JUNI 2015
ÅRGÅNG 22

Spårfossil
– rockan och kräftan

BETTERGEO
Äventyret
kan börja

SÄLLSYNTA & KRITISKA METALLER
I VANLIGA & OVANLIGA MINERAL, DEL

2



5



20



32

GEOLOGISKT FORUM

INNEHÅLL nr 86 juni 2015

NYHETER OCH REDAKTIONELLT	SIDA
Forskning om gruventreprenörer Ny VD hos LKAB En förnimmelse av välstånd.	3
BetterGeo.	4-5
Glimtar från • Luleå • Laver • Storforsen.	6-7
Boliden har ansökt om bearbetningskoncession i Laver.	8
Prisbelönda examensarbeten.	9
Stödprenumeranter.	29
Kalendarium Notiser.	30
Annonser: Geologins Dag 2015.	31
Sista ordet: Våga populariserat. <i>Emma Härdmark.</i>	
Jan Bergström Young Scientis Award samt Hiernepriset 2015.	32
 ARTIKLAR & REPORTAGE	
Världens superdatorer beräknar säkerheten om 100 000 år. <i>Anna Wahlstén.</i>	10-12
Gotlands Geologi i 3D. <i>Peter Dahlgvist.</i>	13
Kisaskans kemi. <i>David Bendz et. al.</i>	14-15
Rockan och kräftan. <i>Ludwig Löwemark och Sasa Chen.</i>	16-19
Geokemisk atlas över Sverige. <i>Olle Selinus.</i>	20-21
Eftersökta ättlingar. Sällsynta och kritiska metaller i vanliga och ovanliga mineral – del 2. <i>Erik Jonsson, Karin Högdahl och Nikolaos Arvanitidis.</i>	22-27

Ansvarig utgivare: Mark Johnson

Populärvetenskaplig redaktör: 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 Qi-Media AB, Stjärnvägen 9, 553 12 Jönköping.
e-post: info@geologiskaforeningen.se

Omslagsbild: Ett ovanligt men möjligt malmmineral: vackert rödfärgad eudialyt, här i fast klyft i Norra Kärr. Läs mer på sidan 24. Foto: Erik Jonsson.

Upplaga: 1 000 ex. **Tryckeri:** Masala media.
Ordinarie lösnummerpris: 75 kr.

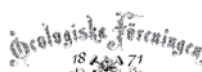
För annonser, distribution, prenumerationsärenden, adressändring, köp av tidigare nummer samt reklamationer: kontakta redaktionen.
ISSN 1104-4721

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 populärvetenenskapliga artiklar inom geovetenskapens alla områden. **Varmt välkommen** att kontakta tidningens redaktör Anna Kim-Andersson om du vill medverka i Geologiskt forum – hör av dig innan du sänder ditt manuskript. Författarna svarar själva för innehållet i sina artiklar. Nästa nummer av Geologiskt forum kommer i början av september 2015.

Geologiskt forum ges ut av Geologiska Föreningen i samarbete med föreningen för Geologins Dag och med stöd av Sveriges geologiska undersökning, SGU.



Forskning om gruventreprenörer

Långa kedjor av underentreprenörer riskerar att splittra upp arbetsprocesserna i gruvan. I ett forskningsprojekt i samarbete med LKAB undersöker forskare vid Luleå tekniska universitet hur arbetet kan organiseras och samordnas för att en säker arbetsmiljö ska kunna uppnås. Entreprenörers säkerhet i gruvindustrin är ett utforskat område, speciellt i Sverige men även internationellt. Att anlita underleverantörer blir allt vanligare. Idag utgör extern arbetskraft en betydande del av LKAB:s totala arbetstid inom koncernen.

Forskningsprojektet kartlägger bland annat hur beställarorganisationen kan arbeta förebyggande och säkerhetsfrämjande i de här frågorna gentemot externa entreprenörer, exempelvis med policys och olika utvecklingsinsatser för att undvika olyckor på de gemensamma arbetsplatserna. Även olycksfallsfrekvensen hos entreprenörer och LKAB anställda kommer att undersökas. En stor del av forskningen görs på plats genom intervjuer och observationer – både under och ovan jord – för att kartlägga hur arbetsorganisationen fungerar i allt från gruvbrytning till förädling. Läs mer på Luleå tekniska högskolas webb, www.ltu.se.

Ny VD hos LKAB

LKAB:s styrelse har beslutat att utse Jan Moström till ny VD och koncernchef för LKAB. Jan Moström kommer närmast från rollen som direktör för Bolidens gruvverksamhet. I samband med att Jan Moström tillträder lämnar nuvarande VD Lars-Eric Aaro sitt uppdrag.

– LKAB möter en starkt förändrad marknad vilket kräver en delvis annan ledarprofil, med ökat fokus på kostnadseffektivitet och produktivitet. LKAB:s styrelse har därför beslutat att tillsätta en ny VD med erfarenhet av rationaliseringar och utveckling av gruvindustri. Jan Moström kommer att bidra med stor kunskap inte minst inom produktion, säger LKAB:s styrelseordförande Sten Jakobsson. Läs mer på LKAB:s webb, www.lkab.se.



Järnmalspriserna har sjunkit kraftigt. Kostnadseffektivitet och rationaliseringar krävs därmed i en hårt prispressad bransch. LKAB gör nu ett skifte på VD-posten. Undermarksfoto från LKAB. Fotograf Fredric Alm.

En förnimmelse av välstånd

Kronprinsessan Viktoria bär en klänning från H&M på prins Carl Philips och Sofia Hellqvists bröllop. En symbolstark gest av betydelse på många plan. Vi kan nog alla relatera till H&M:s varumärke, vi känner det och vet vad det står för. När Viktoria bär en klänning från H&M sträcker vi på oss, är stolta svenskar och känner oss världsvana och fashionabla allihopa.

I detta sammanhang funderar jag över en helt annan bransch. Mer råvarutung, inte lika glamorös. I alla fall inte så som vi känner den idag. Men vad skulle hända om gruvindustrin och mineralnärigen skruvade lite på sina varumärken? Skulle det gå att skapa en starkare positiv känsla, förankrad i den svenska folksjälen, en stolthet med en botten i en fin råvarutradition där inte minst brytningen av järnmalm och koppar haft oerhört stor betydelse för samhällets utveckling och tillväxt under århundradena. Skulle det gå att skapa en ljus bild, en förnimmelse av välstånd och rikedom, innovation, miljösmart teknik, våldoffer och ljuva smaker snarare än... ja, de mörka sidorna känner vi redan, jag behöver inte sätta orden på pränt...

Det kan verka banalt. Men för en bransch som är i ständiga konflikter med grannar, rennärigen, naturvärden och andra motstående intressen tål frågan kanske ändå att funderas på. Känslor i svall. Hur bemöter man dem? Hur skapar branschen varumärken som är kopplade till välstånd, utveckling, tillväxt och innovation; samtidigt förenliga med expansiv turism, höga naturvärden, rent vatten, levande rennärigen osv? Hur skapar vi stolthet hos våra brukare, slutkunderna, konsumenterna?

/ Anna Kim-
Andersson,
redaktör



BETTERGEO

I en ny version av dataspellet Minecraft med "verklighetstrogen" geologi och nya material som titan och wolfram blir det möjligt att bygga hjärtstartare, jetpack och – monsterdetektorer! Det är Sveriges geologiska undersökning, SGU, som tagit fram moden "BetterGeo" för att öka intresset och förståelsen för geologi.

Äventyrsspelet Minecraft, byggt på geologi, spelas av människor i alla åldrar och har sålts i över 54 miljoner exemplar världen över. Spelet handlar om att hitta fyndigheter för att kunna tillverka verktyg, bostäder och vapen för att kunna utforska Minecraftvärlden och klara sig mot monster och andra farligheter. Det är också vanligt att spelarna laddar ned olika modifikationer, modar, som tillför spelet ytterligare komponenter.

Riktig geologi i spelvärlden. I den ursprungliga versionen finns ett olika metaller, som guld, järn och koppar, slumpvis utplacerade. I SGUs mod BetterGeo påträffas metallerna istället i sina "naturliga" geologiska miljöer, även om man givetvis har fått göra en hel del förenklingar och generaliseringar. För att kunna göra detta möjligt har man också fått ersätta den gråsten som Minecraftvärlden till stora delar består av ("stone") med en rad olika bergarter. Geologisk kunskap blir en spelfördel!

BetterGeo=Uppäckarglädje!

– Som spelare blir man ännu mer skattjägare och utforskare när man inser att man för att hitta diamanter först måste leta upp bergarten kimberlit, och att guld kan gömma sig både i kvartsgångar och flodbädd-

dar, berättar Josephine Biro, projektanställd geolog vid SGU och samordnare för arbetet med BetterGeo.

Dessutom introduceras en rad nya material, som till exempel titan, aluminium, wolfram, litium och sällsynta jordartsmetaller. De kan användas till att bygga ny spännande utrustning som litiumbatterier, jet packs, hjärtstartare och monstervarnare!

BetterGeo är ett resultat av tätt samarbete. Utvecklingsarbetet har gjorts av en liten arbetsgrupp vid SGU, där både geologer, spelfantaster och IT-kompetens har samarbetat, samt av en extern konsult som gjort själva programmering. – Det är ett mycket lyckat och lärorikt samarbete där vi lär oss mycket av varandra. Våra olika kompetenser hjälper till att balansera den utökade geologin i BetterGeo med den enkelhet och spelglädje som Minecraft har, säger Mathias Lindfeldt, systemadministratör och en av deltagarna i arbetsgruppen.

En del i arbetet med att öka geologins synlighet i samhället. Arbetet med BetterGeo ingår som en del i SGUs regeringsuppdrag "Att öka kunskapen om geologins betydelse för samhällsbyggnad och tillväxt".

– Vi ville nå en ung målgrupp

i den miljö många av dem befinner sig i. Vi har tidigare lekt med tanken på att ta fram ett dataspel baserat på geologi, som ett lekfullt men ändå pedagogiskt grepp att introducera geologiska begrepp hos unga. Att utveckla och marknadsföra ett nytt spel innebär dock väldigt mycket arbete och omotiverat stora kostnader. I Minecraft, som bygger på geologi, såg vi en möjlighet att göra detta på ett betydligt effektivare sätt, säger Kaarina Ringstad, projektledare för regeringsuppdraget.

– Dessutom kompletterar den här satsningen våra andra satsningar inom uppdraget, där vi bland annat arbetar med att ta fram material för skolan och med att synas på arbetsmarknads- och rekryteringsmässor för att lyfta geologirelaterade yrken.

Det är en betaversion som SGU nu har släppt och arbetar vidare med. Intresset för moden har varit oväntat stort. På en dryg vecka har mer än 1 000 nedladdningar av moden gjorts, vilket är mycket. Du kan följa spelarnas diskussionen och förslag till förbättringar på *Minecraftforum.net* (sök på BetterGeo).

Ladda ned moden och läs mer på www.sgu/bettergeo. Moden är gratis. För att kunna installera moden måste du dock ha en Minecraftlicens.



Landskap med sandsten, skiffer och kalksten.

Jetpack – ny produkt i spelet. För att kunna bygga jetpack behövs bl.a. titan, aluminium och ett litiumbatteri (som spelaren själv bygger).



Kvartsgång med guld.



Smältverk: visar just nu framställning av järntackor (från bandad järnmalm). Biprodukt: slagg





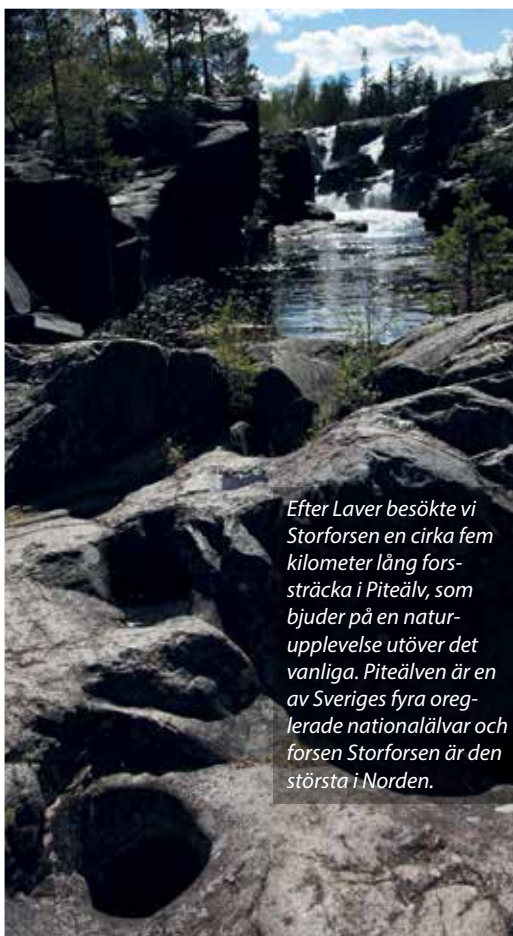
Storforsen.

Glimtar från

- Luleå
- Laver
- Storforsen

Geologiska föreningen tillbringade den 29 och 30 maj i Luleåbygden. På fredagen var det årsmöte med efterföljande prisutdelningar vid Luleå tekniska universitet, samt studiebesök på Science Center. På lördagen gjorde föreningen en exkursion under ledning av Christina Wanhainen, Luleå tekniska universitet och Annika Wasström, Boliden. Först besöktes Laver i Älvsbys kommun. Laver var en koppargruva som drevs åren 1936–1946 av gruvbolaget Boliden AB som också anlade ...

... ett samhälle intill gruvan. Laver kom att bli det modernaste samhället i Sverige. Arkitekten Johan Åkerlund anlätades för att uppföra ett tjugotal bostadshus. Inom byn fanns även skola, bensinmack, Folkets Hus, Konsum, kiosk och pappershandel/frisering. Husen utrustades med elspisar, kylskåp, fjärrvärme och vatten, WC och avlopp. I byn fanns tvättstuga. 110 gruvarbetare och deras familjer bodde här.



Efter Laver besökte vi Storforsen en cirka fem kilometer lång forssträcka i Piteälv, som bjuder på en naturupplevelse utöver det vanliga. Piteälv är en av Sveriges fyra oreglerade nationalälvar och fors Storforsen är den största i Norden.



På Science Center i Luleå fick vi chans att åka en virtuell biltur, ner i LKAB:s gruva i Kiruna.



Världsarvet Gammelstads kyrkstad utanför Luleå.



Science Center bjöd på teknik och geologi vid olika stationer.



Guider på Science Center.



Annika Wasström (i mitten) berättade om Laver.



I samband med Geologiska Föreningens årsmöte delades flera priser ut. Här har föreningen, via ordförande Mark Johnson, precis förärat Alison Daley föreningens Jan Bergström Young Scientist Award 2015.

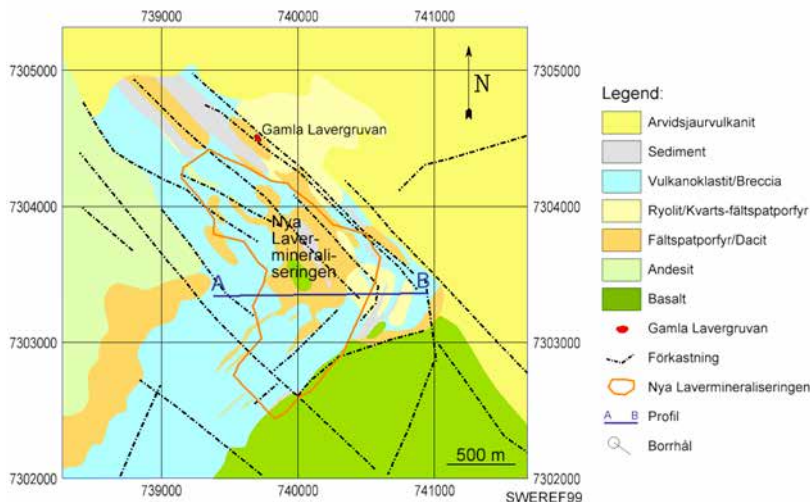
The Cambrian Explosion & Earth's Earliest Predators
Dr. Allison C. Daley
Oxford University



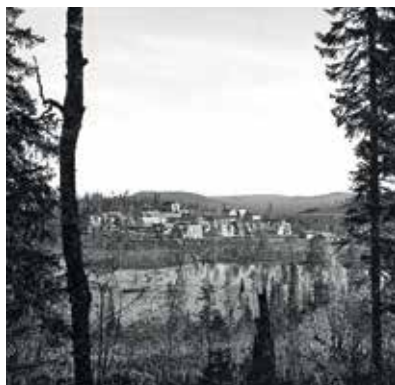
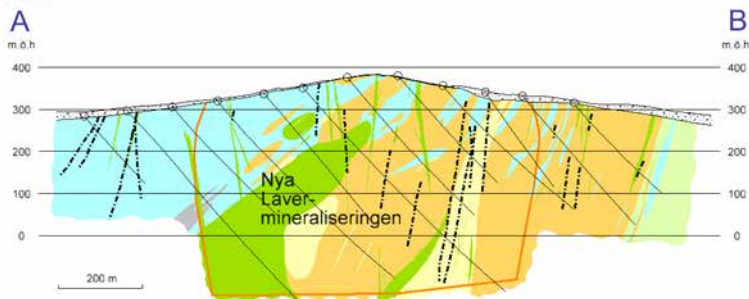
Snitsig fika! Pannkakor gräddade över öppen eld.



Boliden har ansökt om bearbetningskoncession i Laver



Profil



Den gamla gruvan i Laver är vattenfylld idag. Byggnaderna i byn flyttades i samband med att gruvan lades ner. Beslutet om nedläggning kom den 2/11, 1946. Två dagar senare stannade kvarnen i anrikningsverket och därefter påbörjades nedmonteringen av samhället och gruvan. Foto: Bolidens arkiv.

Kartan och profilen ovan visar berggrundsgeologi i Laver, 200 meter över havet. Illustration: Boliden. Fotografiet till vänster är en vy över den före detta gruvbyn Laver, på sin tid Sveriges modernaste samhälle. Foto: Bolidens arkiv.



En kilometer söder om den gamla Lavergruvan (med brytning 1936–1946) har Boliden hittat en ny mineralisering. Denna mineralisering är en så kallad porfyr Cu-Au-Mo typ (koppar, guld, molybden) med stor volym och låg halt.

Totalt bröts i den gamla Lavergruvan 1,3 Mt med 1,5 procent Cu, 0,2 g/t Au och 30 g/t Ag i både dagbrott och under jord. Beräkningarna för den nya mineraliseringen redovisas i tabellen längst ner till vänster på denna sida.

År 2007 ansökte Boliden (som äger marken i Laverområdet) om ett nytt undersökningstillstånd i området. Idag är den nya mineraliseringen i Laver ett av Bolidens utvecklingsprojekt och inom ramen för idestudien lämnades en ansökan om bearbetningskoncession in till Bergsstaten hösten 2014.

Om det blir aktuellt med gruvdrift kommer brytningen att ske i ett dagbrott. För att bedöma konsekvenserna av en eventuell verksamhet omfattar ansökan en

mängd inventeringar och undersökningar som genomförts av sjöar, vattendrag och landområden som kan påverkas. Det har även gjorts lokaliseringsutredningar med olika alternativ för placering av gräbergsupplag, sandmagasin och anrikningsverk. Samråd och informationsmöten har löpande hållits med berörd sameby, närboende, myndigheter och allmänhet.

Laver	Au	Ag	Cu	Mo
Kvantitet, kton 2014	(g/t)	(g/t)	(%)	(g/t)
Känd	1 100	0,11	4,4	0,20
Indikerad	512 400	0,13	3,1	0,22
Antagen	550 600	0,1	3,1	0,21

Läs mer om Laver på www.boliden.com.

Prisbelönta examensarbeten

A photograph of a person, identified as Stefan Andersson, in a forest setting. The person is wearing a dark long-sleeved shirt and dark pants, and is crouched down, working on a rock sample. The forest is lush with green moss and ferns on the ground, and tall, thin trees in the background. The scene is captured in a slightly high-angle shot, emphasizing the person's interaction with the natural environment.

Stefan Andersson i fält i västra Bergslagen. Foto: Erik Jonsson.

SveMin, branschföreningen för gruvor, mineral- och metallproducenter i Sverige, belönade i höstas två examensarbeten vid Uppsala universitet.

Det är Uppsalastudenterna Stefan Andersson och Fredrik Sahlström, som med hjälp av handledning från Sveriges geologiska undersökning belönats med stipendier för bästa examensarbeten 2014 inom områdena prospektering och malmgeologi.

Studenterna har tilldelats stipendier ur Janne Kempes stipendiefond av SveMin. Motiveringen löd:

Examensarbetena är omfattande och väl utförda. Arbetsmetodikerna är väl beskrivna. De tolkningssmetoder som använts visar på vetenskaplig förståelse och att gedigna litteraturstudier gjorts. Sammantaget har arbetena tillfört ny viktig kunskap om hur fyndigheter av Bastnästyp respektive mineraliseringen vid Hornkullen har bildats.

Stefan Anderssons arbete har titeln: "Deformation, metamorphism and

remobilisation in the Hornkullen polymetallic deposit, western Bergslagen, Sweden", medan Fredrik Sahlströms arbete har titeln: "Stable isotope systematics of skarn-hosted REE-silicate-magnetite mineralisations in central Bergslagen, Sweden".

Båda studenterna har handledts av Karin Högdahl, Uppsala universitet, och Erik Jonsson, statsgeolog på SGU, som också är adjungerad professor vid Uppsala universitet. Examensarbetena har genomförts i samarbete med Stockholms universitet respektive University of Cape Town, Sydafrika.

Läs mer på www.sveamin.se

Världens superdatorer beräknar säkerheten om 100 000 år

När säkerheten vid slutförvaring av radioaktivt avfall ska beräknas har det varit en stor utmaning för experterna att ge en tydlig och noggrann bild av hur de hydrogeologiska processerna i berggrunden samverkar med grundvattnets kemi. Ett spanskt företag har nu utvecklat en lösning som testas på några av de snabbaste superdatorerna i världen.

TEXT ANNA WAHLSTÉEN

Att simulera hur naturen beter sig är något som experterna på Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, arbetar med dagligen. Genom avancerade datormodeller försöker de att beskriva berggrunden och de processer som sker där. Det är allt från hur vattnet rör sig, dess kemiska egenskaper och förändringar till hur olika ämnen, exempelvis radioaktiva partiklar, kan fastna i berget eller föras vidare och eventuellt nå markytan.

Modellerna är viktiga verktyg för att bedöma den långsiktiga säkerheten i ett geologiskt slutförvar för radioaktivt avfall. Analyserna behöver ofta göras för mycket lång tid, i vissa fall mer än 100 000 år, vilket ställer stora krav på datorerna som ska genomföra beräkningarna.

I den senaste säkerhetsanalysen för det planerade Kärnbränsleförvaret i Forsmark vilken gjordes 2011, hade man utvecklat bra modeller för hur vattnet rör sig i berget, och för grundvattnets kemi. Däremot fanns inte en tillräckligt bra koppling mellan dessa två, vilket påpekades av Strålsäkerhetsmyndigheten när de granskade analysen.

Det spanska konsultföretaget Amphos 21 i Barcelona, som har stor erfarenhet av att ta fram kon-

ceptuella och matematiska modeller för olika vetenskapliga och tekniska problem, fick därför i uppdrag att komma med en lösning. Idén gick ut på att få de två datormodellerna att prata med varandra. *Jorge Molinero* från Amphos 21 förklarar:

– Vanligast när man har ett sådant här problem är att utveckla en helt ny programkod. Men i det här fallet hade vi två bra koder som var och en beskrev sina processer, därför valde vi att utveckla ett gränssnitt mellan dem så att de kunde hämta information från varandra under tiden som programmen kördes, säger *Jorge Molinero*.

En svårighet var att genomföra de tunga beräkningarna. Var för sig går de två programmen att köra på vanliga datorer – när det gäller mindre problem – men när de nu skulle kopplas samman och lösas mer avancerade problem krävdes en superdator.

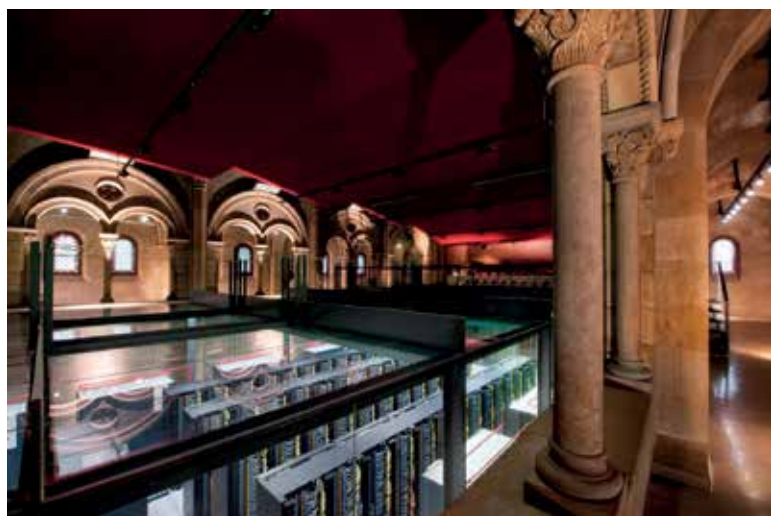
... vad händer med det injekteringsmedel som man tåtar nerfartstunnlarna med under byggtiden?

Av en händelse fick de veta att en av Europas snabbaste superdatorer, Mare Nostrum i Barcelona, hade uppgraderats. Barcelona Supercomputing Center efterlyste ett knivigt problem att testa datorns kapacitet på. Universitet och företag fick lämna in förslag, vilket även SKB gjorde genom Amphos 21.

Förslaget var att studera ett specifikt fall relevant för Kärnbränsleförvarets säkerhet. Det handlade om vad som händer med det injekteringsmedel (ungefär vanlig cement) som man tåtar nerfartstunnlarna med under byggtiden. Efter förslutning kan medlet lösas upp och ämnen kan spridas i berget. Dessa kan påverka grundvattenkemin, till exempel höja pH. Om vatten med för högt pH når ner till lerbufferten som skyddar kapslarna med använt kärnbränsle skulle lerans svällförmåga kunna påverkas.

Av alla beräkningsförslag som kom in till Barcelona Supercomputing Center valdes SKB:s fall ut och man fick fri tillgång till superdatorn under en viss tid. Programkoderna fördes över till datorn som är inhytt i den anrika 1800-tals kyrkan Torre Girona.

– Om beräkningarna skulle gjorts på en vass dator med en processor hade det tagit 316 år, nu kunde vi göra det på 15 dagar. Bara för programmet att skriva ner resul-



*Superdatorn Mare Nostrum som är inhyst i en gammal kyrka i Barcelona har utfört hydrogeologiska och geokemiska beräkningar för SKB.
Foto: Barcelona Supercomputing Center.*



Torre Girona heter kyrkan där Barcelona Supercomputing Center ligger och där även superdatorn Mare Nostrum är inhyst. Foto: Barcelona Supercomputing Center.

SUPERDATORER I VÄRLDEN

Med superdator brukar man mena en dator som är markant snabbare än en genomsnittlig dator vid en viss tidpunkt. Det som kallades superdator för tio år sedan kanske inte är det i dag.

I huvudsak används benämningen om datorer avsedda att med hög hastighet utföra numeriska beräkningar. Beräkningsproblem inom teknik och naturvetenskap som är pådrivande för utvecklingen av superdatorer är flygplanskonstruktioner och väderprognoser. Andra tillämpningar finns inom fysik, kemi samt under senare år i allt större utsträckning även inom biologi. Andra användningsområden är dekryptering inom signalspaning, syntetisering av bilder för spelfilm (specialeffekter) och vetenskaplig visualisering.

Superdatorn Mare Nostrum i Barcelona har nästan 50 000 processorer som kan utföra mer än en biljard beräkningsoperationer per sekund (1,1 petaflops). I november 2014 låg den på plats 57 bland världens snabbaste datorer. Den tyska superdatorn Juqueen låg på åttonde plats. Världens snabbaste dator var den kinesiska Tianhe-2 som har tre miljoner processorer och en beräkningskapacitet på mer än 50 biljarder beräkningsoperationer per sekund (54 petaflops).

Källa: Nationalencyklopedin, www.top500.org och Wikipedia.



tatet från beräkningarna tog 13 timmar, berättar Jorge Molinero.

Resultaten blev över förväntan och visar hur olika kemiska ämnen i injekteringsmedlet sprider sig som en plym runt tunneln. Under de 20 000 år som simulerades hann dock ämnena spädas ut så mycket att bufferten runt kapslarna längre ner i berget ej påverkades.

Björn Gylling, SKB:s expert på hur ämnen transporteras i berggrunden, och Birgitta Kalinowski, expert inom geokemi, leder tillsammans projektet. De var nöjda med resultatet.

– I den här körningen hade vi valt ut de viktigaste kemiska processerna för just det här problemet, annars skulle beräkningarna ha blivit alltför tunga. I takt med att vi utvecklar datorkoderna och att superdatorerna blir bättre kan vi ta med fler processer i beräkningarna, säger Björn Gylling.

Nästa steg blir att testa programkoderna och gränssnittet på en ännu större dator, Juqueen. Det är en av världens största superdatorer och finns i tyska Jülich. Den här gången vill man i detalj studera syrerreaktioner i berget, vilka också är viktiga för Kärnbränsleförvarets långsiktiga säkerhet. Förberedelserna är i full gång och beräkningarna räknar man med att kunna göra senare under året.

Birgitta Kalinowski ser flera viktiga tillämpningar av det nya sättet att koppla ihop de olika datorkoderna. Det kan exempelvis användas för att modellera processer i berget, exempelvis sulfidreaktioner, men också som stöd för konstruktion och projektering av slutförvaret.

– Jag tror att vi kommer ha stor nytta av det här verktyget i framtiden eftersom det är så kraftfullt och tack vare superdatorernas kapacitet kan det hantera mycket stora datamängder. Vi kan aldrig kopiera naturen perfekt, men vi vill komma så nära vi bara kan, säger Birgitta Kalinowski.

OM SLUTFÖRVARING AV RADIOAKTIVT AVFALL

Oavsett frågan om kärnkraftens framtid så finns i dag kärnavfall som måste tas om hand. I Sverige är det Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, som har uppdraget att göra det.

Sedan 1970-talet har SKB utvecklat metoder för att kunna hantera och förvara radioaktivt avfall på ett säkert sätt under långa tidsrymder. Under den tiden har forskning och utveckling bedrivits och studier och undersökningar genomförts. Flera tekniska genombrott har skett under denna tid.

Nu pågår förberedelserna för att bygga ett slutförvar för det använda kärnbränslet i Forsmark. Denna typ av avfall är det mest svårhanterliga och det måste isoleras i minst 100 000 år.

Slutförvaringen ska ske efter KBS-3-metoden som bygger på tre skyddsbarriärer: kopparkapslar, bentonitlera och det svenska urberget. Det använda kärnbränslet kapslas först in i koppar. De täta kopparkapslarna placeras i ett tunnelsystem på cirka 500 meters djup nere i urberget. Här bäddas kapslarna in i en skyddande bentonitlera.

SKB bedriver forskning för att förstå hur förhållandena i berggrunden och på markytan ändras med tiden och hur detta påverkar säkerheten i slutförvaret på lång sikt. SKB:s forskningsprogram spänner därför över många olika områden, till exempel geologi, hydrogeologi, geokemi, transport av lösta ämnen, ekologi och klimat.

Mer information finns på www.skb.se

Anna Wahlstéen, vetenskapsredaktör på SKB.

Helikopterburen geofysik

Gotlands geologi i 3D

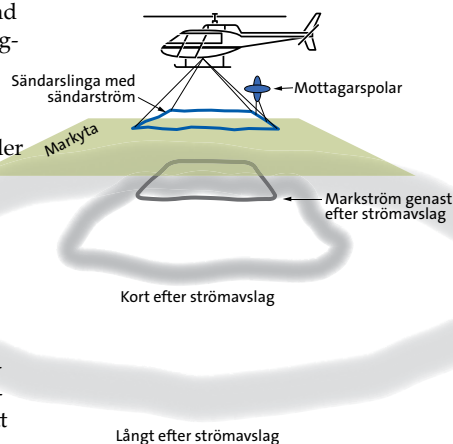
Sveriges geologiska undersökning, SGU, har utfört helikopterburna TEM mätningar på Gotland för att kartlägga geologin i tre dimensioner.

TEM är en elektromagnetisk metod och mätsystemet som mäter den elektriska resistiviteten i jordlagren och berggrunden kallas för SkyTEM.

SGU utförde mätningar med SkyTEM inom fyra områden på Gotland 2013, för att kartlägga geologin i tre dimensioner. De variationer i resistivitet som visas i SkyTEM-mätdata beror på skillnader i porositet, andel lermineral, vattenmättnadsgrad samt förekomst av salt grundvatten. Data från undersökningen på Gotland är av mycket god kvalitet och motsvarar runt 80 000 geofysiska sonderingar ned till cirka 200 meters djup.

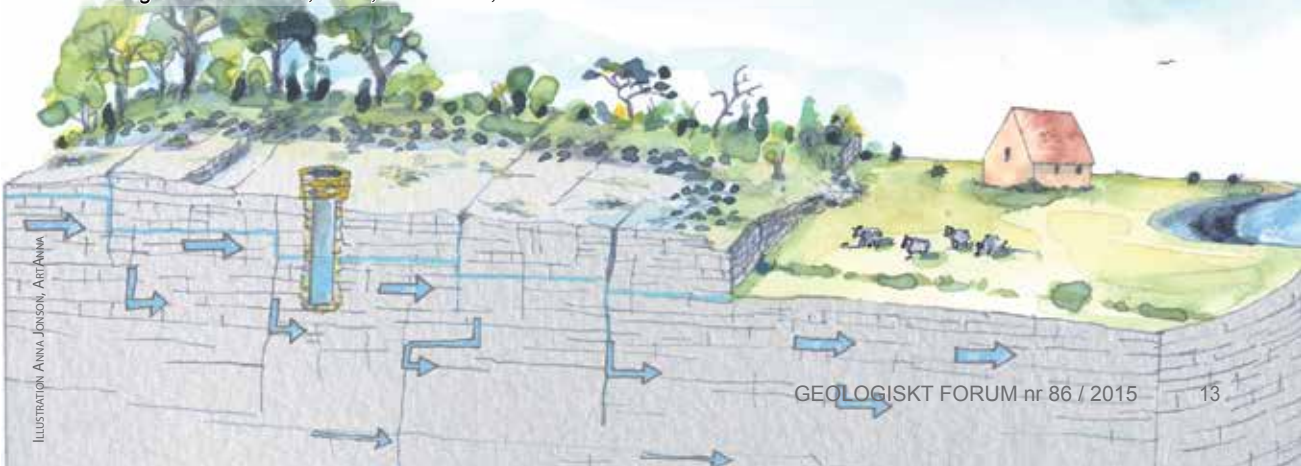
Främsta skälet till undersökningen är att Region Gotland har problem med dricksvattenförsörjningen, framförallt i samband med sommarturismen. Orsaken till problemen är att grundvattenmagasinen är små eller dåligt kända och att det ofta påträffas salt grundvatten i grundvattentäkterna. Därför finns det ett behov av förbättrad geologisk information till hjälp för lokalisering av större grundvattenmagasin och kartläggning av var salt grundvatten förekommer.

Av utvärderingen av undersökningen (presenterad i rapportform 2015) framkommer att SkyTEM-metoden lämpar sig mycket väl för undersökning av den gotländska geologin. Resultaten har visat sig vara användbara för identifiering av områden med potential för större grundvattenuttag samt identifiering av djupet till den nivå där man med säkerhet får saltgrundvatten vid borrhningar. Vidare har undersökningarna gett strukturgeologisk information som avsevärt ökar förståelsen av berggrundens uppbyggnad. Det är SGUs förhoppningar att resultaten från undersökningarna används i diverse vattenplaneringsfrågor. SGU har som målsättning att utföra fler undersökningar av denna typ i Sverige för en ökad tredimensionell vetskap om jordlagrens och berggrundens uppbyggnad och grundvattnets förekomst. Rådata som samlats in genom SkyTEM-mätningarna är tillgänglig via SGU:s kundtjänst.



Resultaten från Gotlandsstudien redovisas i sin helhet i *SGU rapporter och Meddelanden 136, 2015*. Rapporten går att ladda ner direkt via webben: <http://resource.sgu.se/produkter/rm/rm136-rapport.pdf>.

Peter Dahlqvist, statsgeolog, SGU. Läs tidigare artiklar om SkyTEM i *Geologiskt forum* nr 73, 2012; samt nr 77, 2013.



Kisaskans kemi

I Sverige finns många hundratusentals ton kisaska på gamla industriområden där svavelsyratillverkning för pappersbruken ägt rum.



Kartan:
Utbuktningen i Smalsjön är kisaskadeponin vid före detta Bergvik sulfit i Söderhamn. På kartan har de två provgroparna markerats.

Kisaska uppstod som en restprodukt i processen och i anslutning till pappers- och massa- bruken har kisaskan ofta använts till utfyllnader, anläggning av vägar och banvallar, eller deponerats på eller utanför fabriksområdet.

Eftersom pappersmassfabrikerna anlades nära vattendrag ligger kisaskan idag i många fall nära eller i direkt kontakt med ytvatten. Kisaskan består huvudsakligen av järnoxider (främst hematit), sulfidmineral som ej oxiderats, och höga halter av tungmetaller och arsenik, som kan lakas ut och spridas till yt- och grundvatten. Då föroreningshalterna ofta är höga och mängderna av kisaska stora så utgör dessa områden en risk och en källa till spridning under mycket lång tid. Åtgärder har redan vidtagits på några platser i Sverige men på de flesta objekt pågår fortfarande undersökningar för att bedöma

risker och vilka åtgärder som eventuellt behöver vidtas. I dagsläget saknar vi kunskap om hur kisaskan beter sig både i ett kort respektive långt tidsperspektiv vilket gör det svårt att göra tillförlitliga bedömningar av riskerna.

Kisaska har sitt ursprung i pyritmalm, järnsulfid (FeS_2) som rostats för att utvinna svaveldioxid. Tillsammans med vatten bildar svaveldioxid svavelsyrighet, som i en alkalisk lösning använts i den så kallade sulfitprocessen för tillverkning av pappersmassa. Tekniken introducerades i industriell skala vid Bergvik sulfitfabrik, Söderhamn, år 1874. Sulfatprocessen kom att konkurrera ut sulfitprocessen under senare delen av 1900-talet och idag finns endast ett fåtal sulfitbruk kvar i världen.

Färgen hos kisaskan är vanligen brunröd/rödlila och kornfördelning är i intervallet sand till finsand. Fram till och med 1950-talet användes kisaska som råvara vid

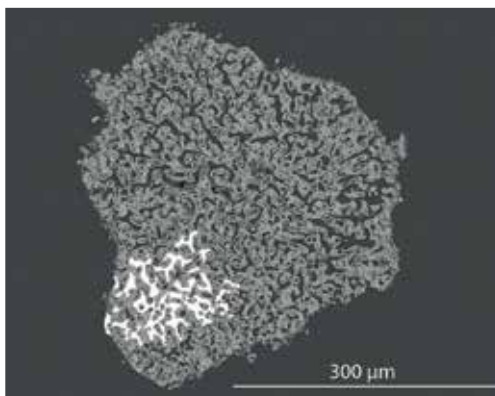
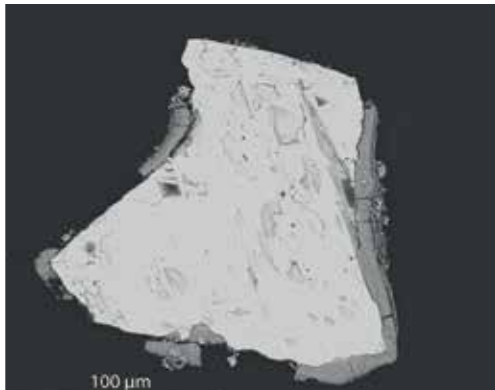
järnframställning, men höga halter av bland annat arsenik, koppar och zink var störande vid järnframställningen och sänkte kisaskans värde.

Iett pågående forskningsprojekt vid Statens Geotekniska Institut studeras kisaskans geokemiska egenskaper. Prover på kisaska har tagits i två provgröpar från kisaskadeponin vid före detta Bergvik sulfit, Söderhamn. Målet med studien är att kartlägga kisaskans geokemiska egenskaper och dess omvandling med tiden för att få bättre underlag för riskbedömningar och utformning av efterbehandlingsåtgärder.

Vid Bergvik sulfit tillverkades sulfitmassa 1905–1979. Svaveldioxiden framställdes genom rostning av svavelkis fram till 1974 då man övergick till förbränning av rent svavel. Kisaskan har deponerats genom utfyllnad av strandlinjen ut i Smalsjön som är ett



Bilden ovan: Provtagning av den karakteristiskt röd-lila kisaskan i provgrop 2. **Övre bilden till höger:** Backscatterbild av ett tvärsnitt av ett korn från kisaskan. EDS-analys visar att kärnan, den ljusa ytan, består av zinkblände och pyrit som ej oxiderats i processen. Kornet har ett grått skal av järnoxid (huvudsakligen hematit). **Bilden i mitten till höger:** Backscatterbild av ett tvärsnitt av ett korn kisaska som bildats genom fullständig oxidation av malmen. De gråa ytorna är järnoxid (huvudsakligen hematit) och den ljusa utfyllnaden i porerna nere till vänster är blyoxid. **Nedre bilden till höger:** Flygbild över samma område 1966, flyghöjd cirka 800 meter. Bilden visar timmerupplag på deponin samt timmerflottning.



biflöde till Ljusnan. På flygbilden från 1966 ser man området när verksamhet fortfarande pågick, stora timmerflottar ligger förtöjda längs det utfyllda området med kisaska.

För att undersöka de geokemiska egenskaperna används en kombination av våtkemiska försök, geokemisk modellering, svepelektronmikroskopering (SEM) med energidispersiv röntgenspektroskopi (EDS) och den mest kraftfulla teknik som finns att tillgå idag när det gäller specificering av olika grundämnen: röntgenspektroskopi med så kallat synkrotronljus (EXAFS/XANES). I SEM-bilden ovan visas ett korn av ofullständigt rostad svavelkis/zinkblände.

Sulfider är stabila så länge som reducerande förhållanden råder, men om askan exponeras för vatten och syre så oxideras dessa sulfider relativt snabbt och ett surt porvattnet bildas. Det bildade sura porvattnet kan påskynda vittringen

av andra sulfidmineral samt reagera med andra mineral. Eftersom sulfiderna dels i sig kan innehålla sulfidbundna metaller (As, Pb, Cu och Cd), dels generera aciditet vid oxidation så har de en avgörande betydelse i metallmobiliseringen.

Halterna av arsenik och bly kan vara mycket höga, i storleksordningen 1000 mg/kg. Att studera förekomstformerna av arsenik och bly är därför av speciellt intresse.

I en översiktlig litteratursökning har vi kunnat konstatera att kisaska bara har undersökts i begränsad omfattning, endast ett fåtal studier har publicerats i vetenskapliga tidskrifter. Mer forskning behövs, med större kunskap om kisaskans geokemi och omvandlingsprocesser kan vi bättre bedöma utlakningen över tiden och skapa förutsättningar att utforma effektiva åtgärds-lösningar.

Projektet kommer att avslutas och resultaten kommer att publiceras under hösten 2015. Den som vill



veta mer kan kontakta David Bendz på Statens Geotekniska Institut: david.bendz@swedgeo.se, 040-35 67 76.

.....
David Bendz, Charlotta Tiber, Dan Berggren Kleja, Cecilia Toomväli, Ann-Christin Håger, Godefroid Ndayikengurukiye, Yvonne Ohlsson (samtliga från Statens Geotekniska Institut), Carl Alwmark, geologiska institutionen, Lunds universitet

Rockan och kräftan



Fotografiet visar landskapet utmed Taiwans nordkust, med de Miocena (ca. 20 miljoner år gamla) sandstenarna där spårfossilerna hittades.



Fossil av utdöda djur kan ge oss en bra bild av djurens anatomi, men de säger sällan något om djurens beteende. Här kan spår-fossil, det vill säga de spår som levande organismer lämnar efter sig vara ovärderliga.

TEXT OCH FOTO Ludvig Löwemark och Sasa Chen

Eftersom spår-fossil uppstår som en följd av djurens aktiviteter, till exempel när en kräfta gräver en håla i strandbrinken eller när en hjord dinosaurier springer över en lerig flod-fåra, så kan man se spår-fossil som ett fossiliserat beteende. Medan många ryggradslösa djur efter-lämnar spår i sedimentet de lever i under många olika faser av sin utveckling, så hör det till undantagen att ryggradsdjurens beteenden resulterar i spår som har någon större chans att bevaras. De få gånger detta dock sker kan det ge helt unika ögonblicksbilder av hur olika arter interagerade för årmiljoner sedan.

Berömda exempel återfinns framför allt bland dino-saurierna, där till exempel fotspår visar hur en tyrano-sauros förföljde och attackerade en hjord av växtätare (herbivorer). Från den marina miljön däremot är spår-fossil från ryggradsdjur mycket sällsynta. Till stor del beror detta naturligtvis på att de flesta aktiviteter som ryggradsdjur ägnar sig åt i vattnet endast ger upp-hov till virvlar och en och annan koprolit (förstenad avföring).

Men, ibland har man tur. Efter en ovanligt stark tyfon under sommaren 2013 exponerades nya fräscha ytor på de närmare 20 miljoner år gamla sandstenarna utmed Taiwans nordostkust, vilket möjliggjorde detal-jerade studier av de spår-fossil som efterlämnats i sanden på den breda shelf som omgav det kinesiska fastlandet långt innan Taiwan bildades.

På den sandiga kontinentalsockeln utanför Kina i början på Miocen var förhållandena utomordentligt dåliga för att några högre djur skulle bevaras som fos-sil. Både sediment och spår-fossil vittnar om väl syre-satta bottenvattenförhållanden där eventuella döda ryggradsdjur raskt konsumerades av bottenlevande organismer. Trots avsaknaden av fossil av ryggrads-djur kan vi säga en hel del om vad som utspelade sig i kampen mellan rovdjur och bytesdjur baserat på

studier av spårfossil. Speciellt tunnlar och gångar grävda av kräftdjur förekommer rikligt i vissa lager. Kräftdjur gräver gångar i sedimenten av ett flertal anledningar. Det kan handla om att de söker efter föda i sedimentet, de anlägger gångar och kammare för att lagra föda de samlat in på havsbotten, de har barnkammare där de lägger sina ägg, eller de använder gångarna för att undkomma rovdjur som med förkärlek livnär sig på skaldjur.

Som alla som grävt en grop på en sandstrand vet, är gångar och tunnlar i sand inte särskilt stabila utan rasar

gärna ihop långt innan man kommit dit man ville. En del kräftdjur har löst detta problem genom att armera väggarna med små kulor eller pellets som de tillverkar av sediment och ett sekret som de

utsöndrar från speciella körtlar. Med dessa pellets murar sedan kräftorna upp en vägg som inte bara förhindrar att tunneln kollapsar utan håller även ovälkomna gäster ute. De förstärkta väggarna gör att tunnelnars chans att fossiliseras ökar dramatiskt och diagenetiska processer gör ofta att de framträder extra tydligt mot den omgivande sandstenen. I de miocena sandstenarna i nordöstra Taiwan kan man därför ofta se delar av det labyrintlika nätverket av gångar och kammare som kräftorna anlagt flera decimeter ner i sedimentet, såväl som rester av de vertikala schakt som förband gångsystemen med havsbotten ovanför.

Vad har nu dessa gångar med kampen mellan rovdjur och bytesdjur att göra? Jo, i en del fall kan man se hur dessa vertikala schakt förstörts och hur rester av väggmaterialet återfinns i en annan typ av spårfossil som kan liknas vid en djup skål. När vissa typer av rockor jagar kräftdjur och maskar som gömmer sig i sedimentet använder de sig av en kraftig vattenstråle som de sprutar ner i sedimentet från sin mun. Vattenstrålen spolar upp bytesdjuret till havsbotten där rockan lätt kan sluka sitt nu helt värnlösa offer. Kvar blir en skålformad grop som sedan fylls

med sediment och fragment från kräftans tunnelsystem. I de miocena sandstenarna är denna typ av skålformade spårfossil vanliga i de lager som också är rika på fossila kräftgångar, och de innehåller nästan alltid stora mängder fragment av krossade tunnelväggar. Men inte nog med det, i många fall kan man även observera rester av de vertikala schakten nära mitten av gropen. Detta innebär att rockorna inte simmade runt och blåste vattenstrålar ner i sedimentet på måfå

utan att de faktiskt visste vad de gjorde och gjorde det på rätt plats (dvs där det faktiskt fanns ett schakt med en kräfta i). Hur gör nu rockor för att hitta sina

byten? Liksom många hajar har rockorna ett sjätte sinne som gör att de kan känna av de svaga elektriska fält som avges av levande varelser. När rockan hittar ett tunnelsystem kan den alltså avgöra var i systemet bytet befinner sig och sätta in sin attack på precis rätt ställe. Försök på sjuttioalet med levande rockor och hajar i en vattentank visade att detta elektrosensoriska sinne var så starkt, att när man simulerade ett byte gömt i sanden med hjälp av ett par elektroder så valde rockorna alltid elektroderna även om det fanns fiskbitar alldeles bredvid. Det faktum att spårfossil producerade av miocena rockor träffar rakt på de gömda kräftorna skulle alltså kunna vara det hittills äldsta beviset för att denna jaktmetod användes redan för 20 miljoner år sedan.

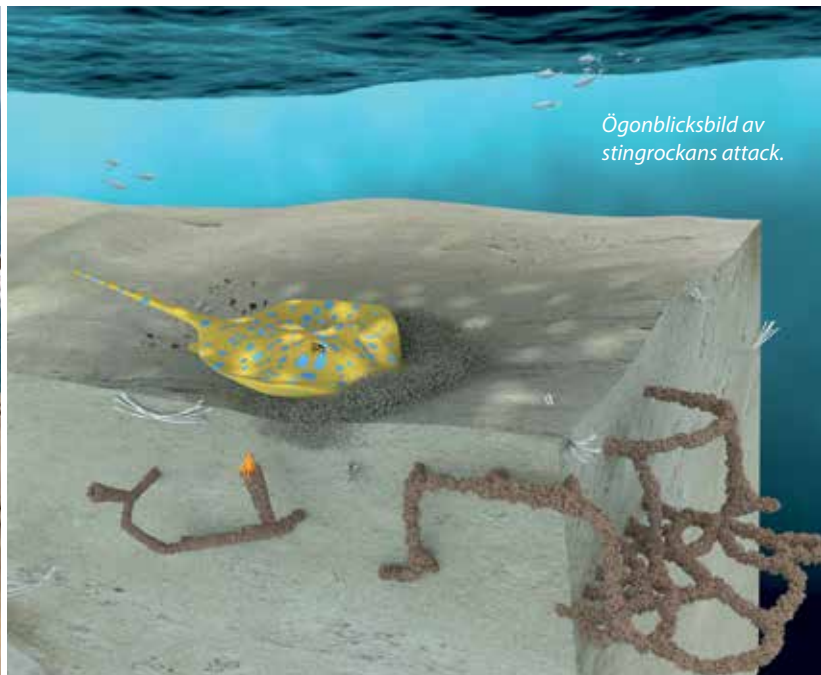
Ludvig Löwemark och Sasa Chen, *Department of Geosciences, National Taiwan University*.

Taiwans nordkust med sandsten från Miocen, vy ovanifrån jämfört med föregående sida.

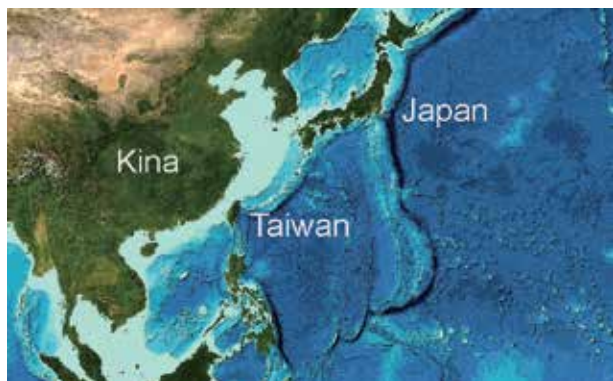


Nedre raden, första och andra bilden: Piscin är kräftornas tunnelsystem.

Till höger:
Karta över östra Asien.



us waitemata är det vetenskapliga namnet på spårfossil som bildades av rockans attack. (vertikal och horesontell vy). Ophiomorpha



VILL DU VETA MER? LÄSTIPS!

Löwemark, L., 2014: *Evidence for targeted elasmobranch predation on thalassinidean shrimp in the Miocene Taliu sandstone formation, NE Taiwan.* Lethaia.

Geokemisk atlas över Sverige



Geokemi är som vetenskap global, men vi kan räkna oss som föregångare i Sverige. En person av betydelse var *Nils Herman Brundin* på Sveriges geologiska undersökning, SGU, som anses vara geokemins fader i världen. Redan på 1930-talet började han studera en metod att använda markgeokemi för att hitta nya malmer, vilket han 1939 fick amerikanskt patent på. Sedermera kom han till SGU och med sina idéer började SGU ta fram olika geokemiska metoder, i början i huvudsak för malmletning. En metod var markgeokemi som innebar provtagning av morän och analysrig av dessa på metaller. En annan ny och unik metod, var biogeokemi som utvecklades till att analysera rötterna från vattenlevande växter i vattendrag. Denna metod visade sig vara unik genom att man, genom att analysera levande material, fick en indikation på vad som var biotillgängligt och kunde tas upp av människor och djur. Därmed kunde denna metod användas för miljööndamål och för undersökningar om miljöns påverkan på vår hälsa, alltså medicinsk geologi. Ett nytt område där geokemiska metoder används är inom urban geokemi som startade på SGU 1999 och omfattar hittills åtta av våra största städer. Syftet är att påvisa metallstatusen i städerna.

Den geokemiska atlasen över Sverige har publicerats. För första gången finns ett mycket detaljerat material om hur det ser ut i Sveriges miljö, grundämnenas naturliga förekomst och spridning i mark och vatten.

Den geokemiska atlasen omfattar en sammanställning av mycket av det som gjorts sedan 1980-talet. Atlasen redovisar tre olika typer av kartor: markgeokemiska, biogeokemiska och geokemi i betesmark. Atlasen har en första del som omfattar historik, metodik, jordbruksmarkens geokemi och biogeokemi. Därefter kommer huvuddelen av boken med kartor över Sverige omfattande närmare 70 element. Kartsidorna omfattar beskrivning, histogram, sannlikhetsfördelning och elementkartor. Moränkartorna omfattar cirka 2 600 provtagningspunkter (totalt i hela SGUs databas finns över 40 000 provtagningspunkter), kartor över betesmark 179 provtagningspunkter och de biogeokemiska kartorna (omfattar inte alla element) 38 000 provtagningspunkter. Boken avslutas med ordlista och bilagor med statistik, länsvisa bakgrundsvärden och grundämnenas egenskaper.

Den första europeiska miljösammanställningen av detta slag var FOREGS-projektet 2005, då hela Europa täcktes med insamling av bland annat jordprover. GEMAS, ett gemensamt projekt omfattande 33 europeiska länder med provtagning av åkermark och betesmark skedde sedan över hela Europa. De redovisade kartorna över betesmark i Sverige som ingår i atlasen är en del av detta stora projekt.

Vilka har då användning av atlasen och materialet? Den utgör en guldgruva för alla användare. Prospektering, miljöfrågor, samhällsplanering, forskning kring miljörelaterade sjukdomar i människor och djur, riskbedömningar i miljön. Ett växande område är användningen i urbana miljöer, internationella miljöfrågor, internationell forskning. Bland annat har Universitetet i Edinburgh fått atlasdata för en studie om Alzheimer, och samkör data från Skottland och Sverige. Biogeokemin har använts för att bland annat lösa en del av gåtan om diabetes typ 2 och Älvsborgssjukan som medförde att många älgar dog i södra Sverige. All information som finns i atlasen med denna detaljeringsgrad och det stora antalet prover är unikt i Sverige och även internationellt. Det som också är unikt i sammanhanget är den omfattande kvalitetskontrollen. Alla databaserna finns tillgängliga på SGU och en stor del av provtagningsmaterialet är arkiverat för de



Bilden till vänster: Nils Herman Brundin. Foto: Olle Selinus. Provtagning av morän görs cirka 70 centimeter under markytan. Foto: Madelen Andersson.

som vill undersöka det närmare.

Sammanfattningsvis utgör atlasen en ovärderlig källa för alla nämnda intressenter. Men eftersom den är både lättläst, informativ, tväspråkig och helt i färg är den också riktad till en miljöintresserad allmänhet. Givetvis borde alla miljöintresserade beslutsfattare, länsstyrelser, kommuner etc, ha minst ett exemplar av boken. Det är landets mest omfattande och högkvalitativa sammanställning av vår naturliga miljö och dess effekter på oss alla.

Geokemisk Atlas framställdes av geokemigruppen vid SGU under ledning av Madelen Andersson.

OLLE SELINUS, fil.dr., vid Linné-universitetet, tidigare SGU.



Du kan beställa *Geokemisk atlas över Sverige* från SGUs kundservice. Tel. 018-17 90 00. Priset är 150 kr.

REFERENSER

- Andersson, M., Carlsson, M., Ladenberger, A., Morris, G., Sadeghi, M. & Uhlbäck, J., 2014: *Geokemisk atlas över Sverige*. Sveriges geologiska undersökning 2014, 208 s. ISBN 978-91-7403-258-1.
- GEMAS: Reimann, C., Birke, M., Demetriades, A., Filzmoser, P. & O'Connor, P. (Eds.), 2014. *Chemistry of Europe's agricultural soils – Part A: Methodology and interpretation of the GEMAS data set*. Geologisches Jahrbuch (Reihe B 102), Schweizerbarth, Hannover, 528 s.
- Salminen, R., chief-ed., Batista, M. J., Bidovec, M., Demetriades, A., De Vivo, B., De Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P. J., Olsson, SÅ., Ottesen, R. T., Petersell, V., Plant, J. A., Reeder, S., Salpeur, L., Sandström, H., Siewers, U., Steinfeldt, A. & Tarvainen, T., 2005: *FOREGS Geochemical Atlas of Europe, Part 1—Background information, methodology and maps*. Geological Survey of Finland, Espoo, 525 s. Also available at <http://www.gtk.fi/publ/foregsatlas/>

EFTERSÖKTA SVENSKÄTTLINGAR

*– och andra sällsynta och kritiska metaller
i vanliga och ovanliga mineral*

Här kommer den andra delen av artikeln om användning, behov och förekomster av sällsynta och kritiska metaller i vanliga och ovanliga mineral. Första delen av artikeln publicerades i förra numret av Geologiskt forum.

TEXT: Erik Jonsson,
Karin Högdahl och
Nikolaos Arvanitidis

Komplexa REE-silikater: kornig, rosa-grå cerit-(Ce) omsluten av svarta aggre-gat av ferriallanit-(Ce) i amfibolrikt skarn. I mikroskala förekommer också bastnäsit-(Ce) som små inneslutningar i ceriten. En typisk, mycket LREE-rik association från Bastnäs i Bergslagen. Den ljusa ceritkörteln är cirka 2 x 3 cm. Foto: E. Jonsson.



De sällsynta jordartsmetallerna (på engelska REE; *Rare Earth Elements*) är en grupp kemiskt och strukturellt likartade grundämnen som alltmer kommit i fokus. Från att ha varit "kemisk kuriositet" är de idag centrala inom ett otal och vitt skilda tillämpningsområden, inte minst inom olika typer av högteknologi, så som elektronik, magneter, katalysatorer och grön energiteknik. (För en annan inblick i dagsläget för jordartsmetallerna refereras också till Axel Sjöqvists artikel i Geologiskt forum 84, december 2014.)

Under geovetenskapens, och framförallt mineralogins och kemins snabba utveckling på 1700- och 1800-talet upptäcktes många av de grundämnen som kom att hamna under samlingsnamnet sällsynta jordartsmetaller. Ett oslagbart rekordantal upptäcktes i järn-beryllium-yttriumsilikatet **gadolinit** i Ytterbypegmatiten utanför Vaxholm (yttrium, ytterbium, terbium, erbium, holmium och tulium). Andra beskrevs från ceriumsilikatet **cerit** med flera mineral (cerium, lantan etc.) i de fortfarande genetiskt omdiskuterade mineraliseringarna i Bastnäs, nära Skinnskatteberg i Bergslagen. Där uppträder de REE-rika mineralen i skarnmalmer som ursprungligen främst brutits på magnetit. Till skillnad från Ytterbygruvan, vilken endast bröts på kvarts och fältspat, representerar ceritgruvan i Bastnäs faktiskt vad som troligen är den

första gruvan i världen som primärt bröts för att ta ut just sällsynta

Missa inte att ta del av första delen av Jons-son, Högdahl och Arvanitidis artikel, i marsnumret 2015 av Geologiskt forum.



Residualvittringsjord: rik på REE, niob, med mera; östra Uganda. Vittringsjordar av denna typ har bildats på plats genom tropisk vittring av karbonatiter, "magmatiska kalkstenar", vilka redan primärt är anrikade på bland annat dessa metaller i form av oxidmineral tillhörande den så kallade pyroklorgruppen (Nb-rika oxidmineral). Hårt ytvittrad och brunfärgad, silikatslirig karbonatit ses till höger i bilden. Foto: E. Jonsson.



... ett oslagbart rekord-
antal upptäcktes ...
... i Ytterbypegmatiten
utanför Vaxholm ...

jordartsmetaller. Bastnäs fick också ge namn åt en REE-fluorokarbonat, **bastnäsit**, som har kommit att bli ett av de viktigaste malmmineralen för jordartsmetallerna, om än först över hundra år efter dess ursprungliga upptäckt. Idag känner vi en hel svit förekomster av denna typ: från Nora i sydväst via Riddarhyttan och Bastnäs till Norbergsområdet i nordost sträcker sig denna "REE-linje" upp emot hundra kilometer.

I många år var sekundära förekomster viktigast för utvinningen av sällsynta jordartsmetaller. En av dessa är **vaskförekomster** där tunga och relativt motståndskraftiga mineral anrikas sekundärt huvudsakligen genom vatten i rörelse i floder eller längs strandområden. Vaskförekomster utvinns med allt från vaskpanna till mera avancerade rännor och mobila vaskverk. Även om sällsynta jordartsmetaller kan förekomma i vaskförekomster är nog de som innehåller guld mest kända.

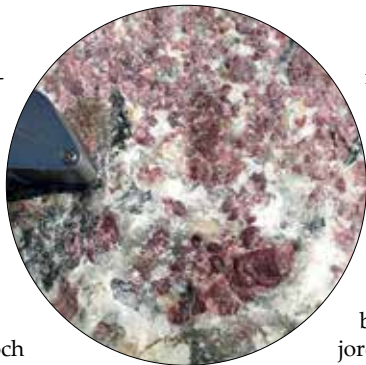
En annan typ av sekundär anrikning av sällsynta jordartsmetaller

sker via **vittring** mer eller mindre in situ ("på plats") av vissa karbonatiter i tropiska miljöer. Dessa förekomster brukar dessutom vara anrikade på grundämnet niob. Sekundära REE-förekomster kan också utgöras av andra typer av tropiska vittringsjordar, så kallade jonadsorptionsleror, som kan innehålla signifikanta mängder av diverse sällsynta jordartsmetaller. Sådana förekomster är framförallt kända från Sydostasien, och bildas genom djupvittring av primärt förhållandevis REE-rika graniter. Dessa förekomster bryts i ganska stor omfattning i Kina, och är ur ett ekonomiskt perspektiv intressanta då både brytning och anrikning kan ske med relativt små medel och enkla metoder. I södra Europa och Turkiet finns också sådana så kallade residualförekomster som innefattar bauxiter, lateriter och andra typer av vittringsjordar från primärt något anrikade bergarter, med ekonomisk potential för brytning av dessa metaller. Även lerrika marina sediment från bland annat Stilla havet kan utgöra en möjlig framtida REE-resurs.

Karbonatiterna själva, alltså vad man kan kalla "magmatiska kalkstenar", som många gånger är ursprungsbergarter för sekundära REE-förekomster kan primärt vara rika nog på sällsynta jordartsmetal-

ler liksom andra metaller och industri-mineral för att kunna brytas som de är. Dessa bergarter är ovanliga men finns på de flesta kontinenter och kan innehålla en vid räkka REE-förande mineral, av vilka ett av de viktigaste är just REE-karbonaten bastnäsit. De globalt dominerande REE-producerande gruvorna i norra Kina ligger i karbonatiter, och med stor sannolikhet är den omvandlade och metamorfoserade kalkstenen som är värd-bergart till den gigantiska mineralise-ringen i Bayan Obo åtminstone till dels en karbonatit (Inre Mongoliet, norra Kina). Här uppträder REE-mineraliseringarna, inte minst just bastnäsit och REE-fos-faten monazit, tillsammans med järnma-lmer i varierande karbonat- och silikatrika enheter. Intressanta karbonatiter på när-mare håll finns bland annat i Siilinjärvi, Korsnäs och Sokli i Finland och vid Fen i södra Norge. I Fen har olika mineral utvun-nits under flera perioder och även idag pågår flera projekt för att ta reda på om en ekonomisk produktion av REE kan reali-seras. I Sverige finns karbonatiter och rela-terade bergarter exempelvis på och kring Alnön utanför Sundsvall, som likaledes uppvisar lokalt förhöjda REE-halter.

Även andra ovanliga bergarter till-hörande de **alkalina magmatiska system-en** (utöver karbonatiterna) kan vara funk-tionella värdar för REE-mineraliseringar, såsom olika typer av peralkalina granitiska och syenitiska bergarter. Dessa bergarter bildas liksom karbonatiterna framför allt i kontinentala extensionsmiljöer, som bäst exemplifieras av den fortfarande aktiva östafrikanska riften. De peralkalina syenit-iska bergarterna kan vara rytmiskt ban-dade, och uppbyggda av mer eller mindre exotiska mineral bland annat sådana med essentiell REE. Trots förekomsten av REE-mineral brukar huvuddelen av de säll-synta jordartsmetallerna förekomma i apat-it-, eudialyt- och rinktgruppernas mineral. Några exempel på spektakulära förekom-ster är Khibiny- och Lovozerointrusiven på Kolahalvön (Ryssland), nefelinsyenit-pegmatiterna i Langesundsfloden i södra Norge och nefelinsyenitkomplexet vid Illi-maussa på Grönland. Ett av världens största REE-gruvprojekt är en del av detta grönländska intrusivkomplex (Kvanefjeld), och det främsta malmineralet i den här förekomsten är den komplexa, och radio-aktiva REE-U-Th-förande oxiden steen-strupin. Av de alkalina silikatbergarterna i Sverige är kanske nefelinsyeniten i Särna i Dalarna, Almunges alkalina komplex



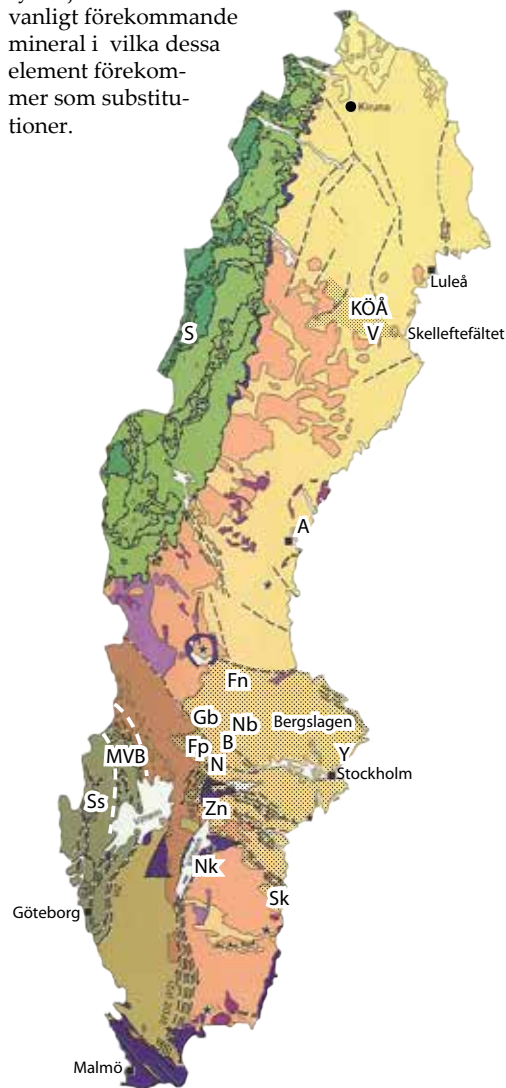
Bilden ovan (finns även på tidningens omslag): Ett ovanligt men möjligt malm-mineral: vackert rödfärgad eudialyt, ett komplext natrium-järn-man-gan-zirkoniumsi-likat med varierande innehåll av REE, här i fast klyft i Norra Kärr. Intressant nog är den här avbildad och mest bekanta, röda typen av detta mine-ral, också den som håller minst total mängd REE. Brunare typer uppvisar betyd-ligt högre halter. Foto: E. Jonsson.

Förenklad geologisk översiktskarta med de viktigaste av de lokaler och områden som nämns i denna text och i del 1 (föregående nr).

A=Alnön, B=Bastnäs/Riddarhyttanområdet, Fn=Falun, Gb=Gränges-berg, K=Kiruna, Fp=Filip-stadsområdet (inklusive Gåsborn, Lindblom och Långban), MVB=Mjösja-Vänernbältet, Nb=Norberg, N=Nora, Nk=Norra Kärr, S=Ste-kenjokk, Sk=Skrikerum, Ss=Stora Strand-Dingel-vik, V=Varuträsk, Y=Yt-terby, Zn=Zinkgruvan, KÖÅ=Kankberg-Östra Åkulla. Bergslagen samt Skelleftefältet är mar-kerade med raster; Mjösja-Vänernbältet indikerat med vita linjer.

i Uppland, och den komplexa nefelinsyenitiska intrusionen vid Norra Kärr, öster om Vättern bland de mer bekanta. Just bergarten i Norra Kärr är dessutom mycket rik på både REE och zirkonium och planerna för att öppna en gruva är långt gångna. Det primära potentiella malmineralet utgörs av **eudialyt**. Gruvprojektet baseras helt på utvinning av sällsynta jordartsmetaller genom anrikning och upplösning av eudialyten i syra, och till skillnad mot exempelvis Kvanefjeld är Norra Kärr-förekomsten i princip helt i avsaknad av radioaktiva element. Där-till uppvisar "eudialytmalmen" en hög och jämn proportion av de ekonomiskt mest attraktiva tunga sällsynta jordartsmetall-erna (HREE).

En annan viktig potentiell källa för säll-synta jordartsmetaller är vanligt förekommande mineral i vilka dessa element förekommer som substitu-tioner.





Överst: Apatitrik järnmalm från Grängesberg, Bergslagen: de ljusare, grågröna banden domineras av fluorapatit, kalcium-fluorofosfat med varierande REE-halt, de mörkgrå av magnetit. Sågsnitt av borkärna, bildhöjd cirka 4 cm. Foto: E. Jonsson.

De små fyrkantiga bilderna: Grundämnesfördelningskartor för cerium (a, orangebruna toner) och yttrium (b, gråtoner) i fluorapatit från Grängesberg. Ljusare toner visar högre halt av respektive grundämne. I bilderna, vilka visar samma utsnitt, ser man hur REE är koncentrerade till de yttre zonerna av dessa apatitkorn. Apatiten från Grängesberg kan uppvisa en total halt av REE-oxider upp till maximalt omkring 2,5 viktsprocent. "Element mapping" med elektronmikrosond, Uppsala universitet/E. Jonsson. Skallstrecken är 100 mikrometer.

Nedan: Snitt av typiskt mörk, platt kristall av ett kolumbitmineral (ca. $(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6$) till $(\text{Mn}, \text{Fe})(\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_6$) i granitpegmatit. Strathmore pegmatite field, Brandberg-Cape Cross region, Namibia (sydvästra Afrika). Dollarmyntet är 22 mm i diameter. Foto: E. Jonsson.



Så sker exempelvis som redan nämnts i apatitgruppens mineral där den totala halten av sällsynta jordartsmetaller kan uppgå till flera viktprocent, som i fallet med apatiter från REE-förekomsterna i de alkalina bergarterna på Kolahalvön. På närmare håll är järnmalmerna av så kallade Kirunatyp relevanta i detta sammanhang. De är apatitrika, närmare bestämt rika på mineralet fluorapatit, och i denna finns substituerande REE i halter upp till och ibland signifikant överstigande enskilda viktprocent (totalhalt REE_2O_3). Då sådana malmer (till exempel just Kiruna i Norrbotten, eller Grängesberg i Bergslagen) normalt är stora utgör de alltså en avsevärd potentiell REE-resurs. Utöver detta kan förstås också fosfor tas till vara. Även i **andra kalciumrika mineral**, som flusspat (fluorit, CaF_2), kan en mindre andel kalcium substitueras mot en eller flera jordartsmetaller (till exempel yttrium), som då bildar flusspatvarianten "yttrofluorit". Substitution kan också ske i karbonater, exempelvis kalcit och siderit. En mineralisering som illustrerar detta väl är den hydrotermalt bildade förekomsten El Hammam i Marocko, där dessa karbonatmineral innehåller mer än 0,15 procent REE och återfinns tillsammans med just REE-rik flusspat.

En annan grupp av sällsynta och i flera fall kritiska metaller är starkt förknippade med **graniter och deras pegmatiter**. Bland dessa grundämnen ingår beryllium, cesium, litium, niob, skandium, tantal, tenn och sällsynta jordartsmetaller. Även om REE och litium vanligtvis förekommer i brytvärda koncentrationer i andra bergarter och deras vittringsprodukter påträffas till exempel tantalrika mineral i princip bara i graniter och granitpegmatiter.

Litium används i såväl mediciner som i moderna, effektiva och laddningsbara batterier och är därför en mycket eftersökt resurs som framförallt utvinns ur saltsjöar (främst på Sydamerikas högläppta). Även om denna typ av förekomst både är enkel och billig att bryta så



utgör pegmatiter en viktig alternativ källa. Niob och tantal är likartade metaller som används i en bred palett av tillämpningar, från supraleddare via olika hårdmetalllegeringar till elektronikindustrin – bland annat i mobiltelefoner. Den tilltagande produktionen av just mobiltelefoner under tidigt 2000-tal ledde till att priserna på tantal under en period ökade med flera hundra procent.

Granitpegmatiterna utgör en alldeles egen typ av bergarter. De har stundtals extremt grov kornstorlek och kan innehålla många ovanliga mineral inklusive ädel-

Enkelt zonerad granitpegmatitgång med grovkristallin, röd kalifältspat och central kvartskärna. Längs kontakten till sidoberget sitter svarta kristaller av oxider rika på sällsynta jordartsmetaller. Foto: E. Jonsson.

stenar av olika slag. Med anledning av den höga koncentrationen av specifika metaller kallas en egen klass av granitpegmatiter för just "sällsynta metallpegmatiter" (rare metal pegmatites). De annars så sällsynta grundämnena tantal, niob, litium och beryllium kan till och

med bli så pass koncentrerade att de bildar egna mineral. Pegmatiternas utbredning kan variera ofantligt, från enkla små gångar som endast är någon decimeter breda, till att vara kilometerlånga med en tjocklek på många tiotals meter.

Sedan ganska lång tid tillbaka är granitpegmatiter, bland annat i Centralafrika och Brasilien, bland de viktigare källorna för niob och tantal, vilka mestadels uppträder som motståndskraftiga oxider med järn, mangan (och ibland tenn), alltså i mineral brett tillhörande kolumbit-tantalitgruppen. Den absoluta merparten som bryts i dessa delar av världen kommer ifrån djupvittrade system, ibland också sekundärt (tertiärt) anrikade vaskförekomster. Djupvittrade förekomster består av lättgrävda leror, medan vaskförekomster består av grus och sand. Dessa är förstås både betydligt enklare och billigare att bryta än förekomster i fast berg, eftersom de eftersökta, tunga och motståndskraftiga mineralen kan tas tillvara utan tillgång till avancerad utrustning.

I Afrika benämns kolumbit-tantalitgruppens mineral som "coltan", ett uttryck som numera även används översiktligt och ofta utan större insikt i media världen över. "Coltan" är en frankofont "folklig" centralafrikansk förenkling av de ursprungliga namnen på de två huvudmineralen i denna grupp: kolumbit (columbite på franska) och tantalit – *c'est le coltan!* Den utbredda allmänna okunskap om vad det handlar om kan exemplifieras av en debattartikel som publicerades i DN härom året. Syftet med artikeln var att lyfta fram den utbredda korruptionen, våldet och miljöproblemen i anslutning till brytning och hantering av kolumbit-tantalitgruppens mineral i centrala Afrika. Det är förstås bra, men slagkraften tillika trovärdigheten kom på skam när det tydligt framgick att författarna varken kunde skilja på, eller förstod, termer som "mineral" och "metall", och ovanpå detta refererade till "metallen coltan". För både producenter och konsumenter kan det vara viktigt att veta att det finns etiskt fullgoda alternativ där dessa

... för både producenter och konsumenter kan det var bra att veta att det finns etiskt fullgoda alternativ där mineral bryts eller kan brytas under ordnade former ...

mineral bryts eller kan brytas under "ordnade former" till exempel i den arkeiska Tancopegmatiten i Kanada (Tanco mine), liksom potentiellt bland annat flera pegmatitfält i Norden.

Trots prospekteringsinsatser i nylig tid så är det nog få som anser att metaller kan utvinnas ekonomiskt i större skala från svenska granitpegmatiter, men så har det inte alltid varit. Genom åren har ett flertal förekomster i mindre utsträckning brutits på mineral med exempelvis beryllium, vismut och cesium, utöver den omfattande brytning av industrimineral som kvarts, fältspat och glimmer som till del fortfarande pågår. Varuträskpegmatiten i Västerbotten (Skelleftefältet) är ett bra exempel på en granitpegmatit rik på mineral med sällsynta metaller, och den bröts också periodvis av Boliden. Internationellt sett är pegmatiter fortfarande sporadiskt intressanta inom prospekterings- och gruvbranschen. På 1990-talet prospekterades aktivt sådana pegmatiter i Sverige (Västernorrland), liksom på andra håll i Europa, exempelvis Brandrücken/Koralpe i Österrike för bland annat litium, och så sent som under det tidiga 2000-talets tantalhauss undersöktes många pegmatiter världen runt efter denna metall, så även i Norden (exempelvis Rosendal i södra Finland). Ett annat exempel är granitpegmatitförekomsten Greenbushes i Australien. Där har man sedan mer än hundra år brutit tenn och tantal, och numera drivs gruvan för utvinning av just litium, med huvudmalmmineral i form av Li-pyroxenen spodumen. Nyupptäckta

förekomster, som den enorma, niob-tantalrika pegmatiten Kenticha i Etiopien, visar också att en god potential för nyfynd finns och att granitpegmatiter fortfarande kan vara en viktig källa för sällsynta metaller. I Finland finns också nyligen, ganska långt gångna planer på litiumbrytning i granitpegmatiter.

Det moderna informationsteknologi-beroende samhället och dess strävan efter energisparande och koldioxidreducerande produkter är beroende av tillgången på ett stort antal kritiska metaller. Man kan konstatera att en vid räcka grundämnen som idag ingår i ett stort antal produkter vi använder i vardagen förekommer i olika typer av både vanliga och ovanliga mineral. Många av dessa metaller är dock egentligen inte alltid så ovanliga eller sällsynta. Det som är sällsynt är de geologiska förutsättningarna som krävs för att anrika dessa metaller till ekonomiskt brytvärda koncentrationer.

Vad gäller olika, och inte minst nya tillämpningar kan ökade behov komma fort och därmed vara svåra att förutse. Nyligen diskuterades införande av katalysatorkrav för bensindrivna mopeder i ett mycket stort utvecklingsland. Det kan i förstone låta irrelevant i sammanhanget, men i ett land där mopeden är det absolut vanligaste motorfordonet betyder detta miljontals enheter som var och en kräver en bestämd mängd av en specifik platinagruppmetall. Och det snabbt...

ERIK JONSSON är statsgeolog vid Sveriges geologiska undersökning, SGU. **KARIN HÖGDAHL** är docent samt universitetslektor vid institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet. **NIKOLAOS ARVANITIDIS** är enhetschef vid SGU.

För fullständig presentation av författarna, se nr 85 av *Geologiskt forum*.

Geologiskt forums stödprenumeranter



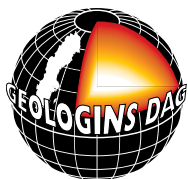
Svensk Kärnbränslehantering AB

SKB:s uppdrag är att ta hand om det radioaktiva avfallet från de svenska kärnkraftverken. Varken människa eller miljö ska påverkas negativt – i dag eller i framtiden.

Läs mer på www.skb.se

GEOSIGMA

Anlita Geosigmas nyfikna, engagerade och jordnära konsulter! Geosigma erbjuder konsulttjänster och vägleder alla som i sin verksamhet planerar och bygger morgondagens samhälle. Läs mer på vår hemsida www.geosigma.se



Föreningen för Geologins Dag.
www.geologinsdag.nu

URS

Världens ledande miljökonsult.
www.ursnordic.com/www.urscorp.com



Täktkonsulter verksamma inom täkt, mark, miljö, vatten.
www.geopro.se

NEW BOLIDEN

Boliden producerar metaller som får det moderna samhället att fungera.
www.boliden.com



Medins Biologi är en ackrediterad miljökonsult med inriktning på vatten. Vi arbetar över hela Sverige med undersökningar av sediment och biologi.
www.medins-biologi.se

KALENDARIUM

NOTERAT

23–25 juni. Kasta loss med Svensk kärnbränslehantering AB, SKB.

Kl. 10.00, Forsmarks hamn. Välkommen ombord på m/s Sigrid där SKB har en utställning om uppdraget att ta hand om det svenska radioaktiva avfallet. Föranmälan är obligatoriskt. Mejla susanna.backman@skb.se senast 22 juni.

3–4 juli. Naturum på Visfestivalen vid Skuleberget, Höga kusten. Den 3 juli kl. 19.00 och den 4 juli kl. 16.00. Besök oss på Visfestivalen! Vi kommer att ha aktiviteter, tipsrunda och information.

8 juli. Gruvtur till gamla Stollbergsgruvorna, kl. 18.00, en mil NV om Smedjebacken, Dalarna. Västerbergslagens Geologiska Förening berättar om gruvområdets historia och pratar mineral. Samling i Mineralmuseet på Ludvika Gammalgård kl. 18.00. Anmäl dig till Evald Persson på tel. 0240-15069. Läs mer på föreningens hemsida.

1–2 augusti. Hälleklis. Mineral, fossil och smyckestensmässan. Kl. 10.00–17.00. Falkänges Hantverksby, Hälleklis i Kinnekulle. Traditionsenlig stenmässan hålls av Skaraborgs Geologiska Sällskap. Läs mer på föreningens hemsida.

23 augusti. Stora Vika. Kl. 9.15. Stockholms Amatörgeologiska Sällskap åker på exkursion till kalkbrottet Stora Vika. Där tittas det på mineral i pegmatitgångarna så det står härliga till (Titanit, Kondrodit, Spinell m.fl.) Avresa från Tumba station kl 09.15. Anmälan görs per e-post till storavika@sags.nu senast den 16 augusti.

28 augusti. Stenvandring. Kl. 10.00, Stora Torget, Uppsala. Geolog Sten-Anders Smeds visar intressanta stenar i Uppsala innerstad. Ingen anmälan behövs, det är bara att infinna sig på plats vid utsatt tid. Rundturen tar cirka två timmar och efterföljs av lunch till självkostnadspris.

12 september. Geologins Dag. Lördag den 12 september 2015 är det Geologins Dag i hela landet. Läs mer på www.geologinsdag.nu

Datainsamling via en app

BalticApp ska samla information om läget i Östersjön – samt ge allmänheten information om Östersjöns miljötillstånd.

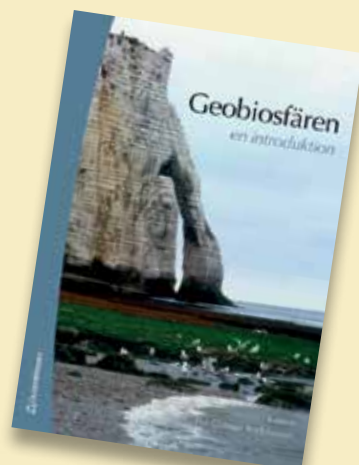
Det är det treåriga BONUS-projektet BalticAPP som ska ta fram en mobilapp som inte bara ska ge allmänheten information om miljötillståndet, genom appen ska var och en också kunna ge sin bedömning av miljön på en viss plats. Turismen kring Östersjön är mycket beroende av den framtida miljön i havet.

– Detta blir ett nytt sätt att förmedla information om tillståndet i Östersjön. Det kan handla om hur förutsättningarna för algbloomingar ser ut eller hur issituationen i Östersjön kommer att utvecklas framöver, säger Markus Meier, forskare inom oceanografi på SMHI. www.smhi.se.



★ Hej Gotland och Sverige! Den 29 juni–2 juli är det dags för geologerna att inta Almedalen. Sveriges geologiska undersökning, SGU, medverkar som arrangör under Almedalsveckan. Undersökningsfartyget Ocean Surveyor utgör högkvarter för seminarier om vattenförsörjning, hållbar metall- och materialförsörjning samt havsplanering kring Östersjön.

★ Boken Geobiosfären har kommit ut i en andra upplaga 2015. Revisionen av första upplagan (utkom 2006) omfattar en uppdatering med ny kunskap eller justering av tidigare data. Det har även skett en utökning. På begäran har några nya avsnitt om metodik adderats. Samtidigt kompletteras pappersboken med en komplett digital version på nätet – med övningar, tester, upplästa sammanfattningar och andra interaktiva inslag. Boken är skriven för grundkurser i geovetenskapliga ämnen men även för studenter eller yrkesverksamma inom miljöteknik, landskaps- och byggplanering samt för intresserade lekmän. Läs mer på www.studentlitteratur.se



Geologins Dag

lördagen den 12 september



Foto: Kaarina Ringstad, Hovs Hallar, Bjärehalvön

Höstens arrangemang och mer geologi hittar du på
www.geologinsdag.nu



I samarbete med:



KUNGL. INGENJÖRSVETENSKAPSAKADEMIEN
Royal Swedish Academy of Engineering Sciences

Boliden Mineral AB • FAB – föreningen för avancerad börning • Georange • Geotec
Göteborgs universitet • International Geoscience Programme • Luleå tekniska universitet
Naturvetarna • Stockholms universitet • Svensk Kärnbränslehantering AB
Sveriges Bergmaterialindustri • Uppsala universitet



Våga popularisera!

"Vi måste ta varje tillfälle i akt att förklara och nå ut med ett ämne som fortfarande lyser med sin frånvaro i den svenska läroplanen."

Det går inte att förneka att varje jordbävning är en fascinerande händelse, eller hur?

Det mänskliga lidandet kan givetvis vara oerhört, det måste vi alla vara ödmjuka inför. Men rent vetenskapligt, att de väldiga krafter som finns i de tektoniska rörelserna helt kort ger sig till känna är kittlande. Det går ju annars oftast inte så fort inom geologin. Däri ligger en av utmaningen med att öka intresset för geologi. Det mesta av den geologi vi har runt omkring oss här i Sverige har liksom redan hänt. Därför måste vi som på något sätt sysslar med geologi passa på när dessa plötsliga geologiska händelser inträffar. Vi måste använda dessa för att dra in betraktaren. Tv-kanalen Al Jazeera gjorde i samband med just jordbävningen i Nepal en lysande grafik på händelseförloppet, sök på "How did tectonics create the Nepal earthquake?".

Ok, alla ni seismologer därute har säkert ett och annat att säga om förenklingar i den här typen av mediala sammanhang. Men där måste vi se den stora bilden. Om man behöver ha disputerat för att förmedla eller förstå information så kan man sen inte komma och undra varför söktrycket är så lågt på utbildningarna. Man får inte vara rädd för förenklingar och populariseringar. De väcker engagemang. Titta med vilken lätt hand NPR:s populära podcast Planet Money förklarar nationalekonomi, eller hur professor Mårten Schultz visua-

liserar juridiken, eller för den delen hur sajten I fucking love science breddar intresset för vetenskapen varje dag.

Vi måste ta varje tillfälle i akt att förklara och nå ut med ett ämne som fortfarande lyser med sin frånvaro i den svenska läroplanen. Vi måste betydligt mer aktivt än tidigare berätta vad man kan ha den geologiska kunskapen till. Om vilken roll mineralnärningen spelar i vårt moderna samhälle, till exempel. Det finns ett par nytänkande satsningar som adresserar just den här utmaningen:

- SGU lanse-rade i mitten av maj sin mod *BetterGeo* för spelsuccén Minecraft. Det vill säga en (hyfsat) realistisk berggrund som Steve kan bryta och skapa av – och lära sig om geologi samtidigt. För, om ja, Muhammed inte kommer till berget får berget (SGU) helt enkelt se till att komma till där Muhammed – och hans kompisar – befinner sig, det vill säga spelvärlden. Modden är gratis och kan laddas ner från www.sgu.se.
- En annan satsning för att öka kännedomen om bland annat geologins användningsområden är Svenskt Näringslivs *Hej*

Industrin!. En dag i slutet av maj där en rad kända storföretag öppnar dörrarna för barn och deras föräldrar. De båda företagen som deltog från mineral-sidan var de populäraste och blev fullbokade direkt, LKAB Kiruna och Cementas anläggning i Slite på Gotland.

- *Geologins dag* är också ett utmärkt sätt att sprida kunskap om geologi. Men den är ju bara en dag om året. Alla andra dagar måste vi andra geokunniga ta rollen som ambassadörer för naturvetenskap – och för geologin i synnerhet.
- Så, nästa gång** det skakar där ute i världen, sätt snabbt ihop snygg, smart och skräddarsydd grafik och fakta, strössla generöst med länkar om var man kan lära sig mer och pumpa ut i dina sociala flöden.



/ Emma Härdmark, Fil.mag geovetenskap, inriktning berggrundsgeologi. Sedan 2013 kommunikationsansvarig SveMin, branschorganisation för gruvor, mineral- och metallproducenter i Sverige.

Bakgrundsbild: Från Minecraft, mod BetterGeo.

POSTTIDNING
Geologiska Föreningen c/o
Qi-Media AB
Stjärnvägen 9
553 12 Jönköping

Jan Bergström Young Scientist Award 2015



Det var en strålände glad Allison Daley som emottog Geologiska Föreningens pris Jan Bergström Young Scientist Award 2015 i samband med föreningens årsmöte i Luleå i slutet av maj.

Allison Daley arbetar vid Department of Zoology, Museum of Natural History, Oxford University, England. Pristagaren, som ursprungligen är från Kanada, tog sin doktorsexamen 2010 vid Uppsala universitet. Hennes avhandling hade titeln "The morphology and evolutionary significance of the anomalocaridids". Allison Daley har jobbat med proveexemplar från Burgess Shale i Kanada där det första exemplaret av Anomalocaris upptäcktes och hon har beskrivit morfologin för Anomalocaris och flera nya besläktade arter.

- Läs mer om prismotiveringen på www.geologiskaforeningen.se
- Ta del av Daleys "TED-talk on anomalocaridids" via http://www.zoo.ox.ac.uk/people/view/daley_a.htm

Hiernepriset 2015

Geologiska Föreningens Hiärnepris delas ut för betydande populärvetenskaplig verksamhet inom det geovetenskapliga området. År 2015 tilldelas priset Geologiskt forums nuvarande redaktör Anna Kim-Andersson (Qi-Media, Jönköping) och före detta redaktör Joakim Mansfeld (Stockholm universitet). Under deras redaktörskap har Geologiskt forum blivit en populär vetenskaplig tidskrift som har fått stor betydelse för att föra fram geologi till samhället. Varje nummer har fyllts av artiklar av hög kvalitet. Författare från universitet, näringsliv och myndigheter har flitigt bidragit med texter och bilder och sedan stolt refererat till dessa artiklar i sina CV:n. Geologiskt forum har exempelvis även skickats till ledamöter i riksdagen för att göra våra folkvalda mer medvetna om geologins betydelse.

Priset delades ut i samband med föreningens årsmöte i Luleå. Pristagarna höll i samband med ceremonin varsitt föredrag om redaktörskap och populärvetenskap.



- Läs mer om prismotiveringen på webben www.geologiskaforeningen.se

GFF-manus belönas

Åtta författare till manus i Geologiska Föreningens vetenskapliga tidskrift GFF har belönats med 5 000 kr vardera för bästa manus 2013 och 2014.

- Listan med pristagare finns på www.geologiskaforeningen.se