

GEOLOGISKT FORUM

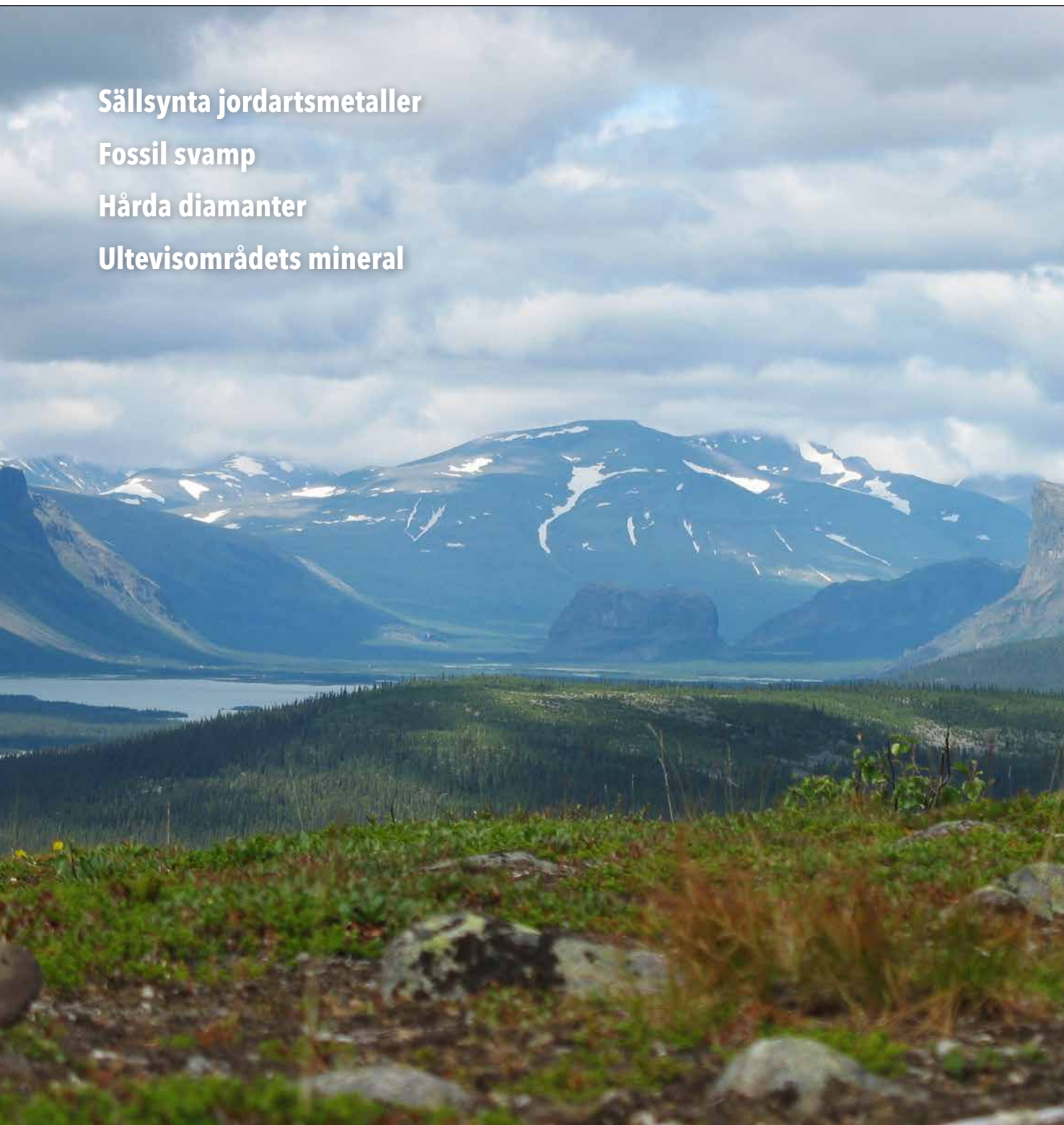
Nr 110 ♦ 2021

Sällsynta jordartsmetaller

Fossil svamp

Hårda diamanter

Ultevisområdets mineral



GEOLOGISKT FORUM

Nr 110 ♦ 2021

ISSN 1104-4721

Ansvarig utgivare: Pär Weihed

Redaktör:

Jeanette Bergman Weihed
tel. 070-372 48 28
e-post: jeanette@tellurit.se
För text, layout och bilder svarar
redaktören där inget annat anges.

Redaktionens adress:

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

Omslagsbild: Sörhårs topp. Vy in
mot Rapadalen med Tjakkeli till vän-
ster, Namatj i mitten och Skierfe till
höger. Läs mer om de manganmine-
raliseringar som finns här på sidan 12.
Foto: Christina Nysten.

Upplaga: 500 ex.

Tryckeri: Elanders Sverige.

Ordinarie lösnummerpris: 75 kr.

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

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

Ange namn, adress och e-postadress
vid betalning till vårt Plusgiro 2108-9. Du
kan också betala direkt med kort på vår
webbplats
www.geologiskaforeningen.se

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

Välkommen att kontakta redaktören
om du vill medverka i Geologiskt forum.
Författarna svarar själva för innehållet i
sina artiklar. Nästa nummer av Geologiskt
forum kommer i september 2021.

Geologiska Föreningen

I DETTA NUMMER

- 3 Nödvändiga mineral
- 3 Utbrottet i Fagradalsfjall
- 3 Gammalt DNA från mammut
- 4 Diamanter – det hårdaste inom geologin
- 11 Arbetsskada
- 12 Ultevisområdet – fascinerande malmförekomster i fjällvärlden
- 18 Fossil svamp i Siljansringens meteoritkrater
- 22 Jakten på de sällsynta jordartsmetallerna
- 31 På gång
- 31 Kartvisare åskådliggör förändringar i grundvattnets kemi
- 31 EU-projekt om hållbar gruvdrift



Nödvändiga mineral

Den utbredda smittan i samhället avtar nu successivt och man kan äntligen ana lite lättnader i alla restriktioner som kringgärdat våra liv det senaste året.

Föreningen planerar för ett årsmöte, som förhoppningsvis kommer att kunna hållas som ett fysiskt möte. Planen är att det äger rum den 27 augusti i Uppsala. Det var det datumet vi hade planerat att hålla vårt jubileumsmöte, men detta har vi tyvärr varit tvungna att skjuta upp till nästa år.

Men kallelse till årsmötet kommer att skickas till alla medlemmar i god tid. Och går mötet inte att hållas fysiskt så blir det ett digitalt årsmöte, liksom förra året.

I det här numret av Geologiskt forum finns en längre artikel om sällsynta jordartsmetaller. De senaste åren har det talats mycket om just dessa eftersom de behövs för all den nya, mer miljövänliga teknik som nu utvecklas. Och för att Europa är svårt importberoende av just dessa ämnen.

Ett stort projekt har lagt grunden för ytterligare forskning om bl.a. var just de sällsynta jordartsmetallerna finns i Sverige.

Dessutom har man tittat på möjligheter att utvinna sällsynta jordartsmetaller ur rester från tidigare gruvverksamhet. Här finns verkligen potential!

Diamanter har nog alltid fascinerat. Det hårdaste av

mineral, som både har en industriell tillämpning och en efterfrågan som smyckesten. Vi får här läsa om hur de första upptäckterna av diamanter gjordes i Sydafrika. Fynden gav upphov till välstånd – åtminstone hos vissa. Andra tvingades i stället bort från sina gamla områden.

De djupa borrhålen i Siljansringen bjuder på ytterligare överraskningar. I en artikel beskrivs hur man har kunnat visa att berggrunden där koloniserades av svamp redan för miljontals år sedan. Kanske bidrog dessa till att bilda naturgas i meteoritkratern? Forskning fortsätter.

Sist men inte minst får vi följa med till fjällvärlden och de intressanta mineral-

fyndigheter som finns på flera platser där. Här specifikt är det Ultevisområdet och de manganrika bergarter med vidhängande manganrika mineral som beskrivs.

Slutligen vill jag önska alla en fin sommar! Och glöm inte fira Geologins dag i början av september! ♦

Jeanette Bergman Weihed,
redaktör



FOTO: WIKIMEDIA COMMONS, CCO

Utbrottet i Fagradalsfjall

Vulkanutbrottet på Reykjaneshalvön som startade i mars i år kan knappast ha undgått någon. Utbrottet fortsätter och har blivit något av en turistattraktion.

Det finns spektakulära filmer från vulkanutbrottet publicerade på Youtube. En bra början är att söka på *Björn Steinbeek - A guy with a drone*, eller följ den vänstra qr-koden nedan. Därifrån kan man sedan hitta fler filmer. Dessutom kan man i realtid följa aktiviteten bl.a. på RÚV, Islands motsvarighet till SVT (den högra qr-koden).

Förhoppningsvis kan vi återkomma till vulkanen i ett senare nummer av Geologiskt forum. ♦

Youtube



RÚV



FOTO: GLEB DANILOV

Gammalt DNA från mammut

Forskare vid Centrum för paleogenetik i Stockholm har analyserat världens hittills äldsta kända DNA, från mammutar som levde för upp till 1,2 miljoner år sedan. Analyserna visar att den nordamerikanska Columbimammuten var en hybrid mellan ullhårig mammut och en tidigare okänd mammutsläkting. Analyserna gjordes på mammuttänder som legat bevarade i den sibiriska permafrosten. Bilden visar Love Dalén och medförfattare Patrícia Pečnerová med en mammutbete på Wrangel Island. Följ qr-koden för att läsa mer. ♦

Källa: Stockholms universitet.





FOTO: SOUTH AFRICAN TOURISM (CC BY 2.0).

Diamanter - det hårdaste inom geologin

Historien om Sydafrikas diamanter har många fasetter. Ett område som ansågs totalt värdelöst och inte ens lönt att ha som koloni blev genom ett diamanfynd ett av de hetaste områdena i världen. Fyndet gjordes just som Sydafrika var på väg mot en ekonomisk depression och räddade på många sätt dagen för landet.

TEXT: ERIK STURKELL

DEN SPÄNNANDE UPPTÄCKTEN var en vulkanisk bergart som transporterat material från flera 100 kilometers djup i jordens inre till ytan och fört med sig diamanterna. Bergarten fick namnet efter staden Kimberley, där fyndet gjordes, och detta blev sedan platsen där världens mäktigaste diamantföretag de Beers bildas

och där Cecil Rhodes gjorde sig en förmögenhet.

Holländarna kommer

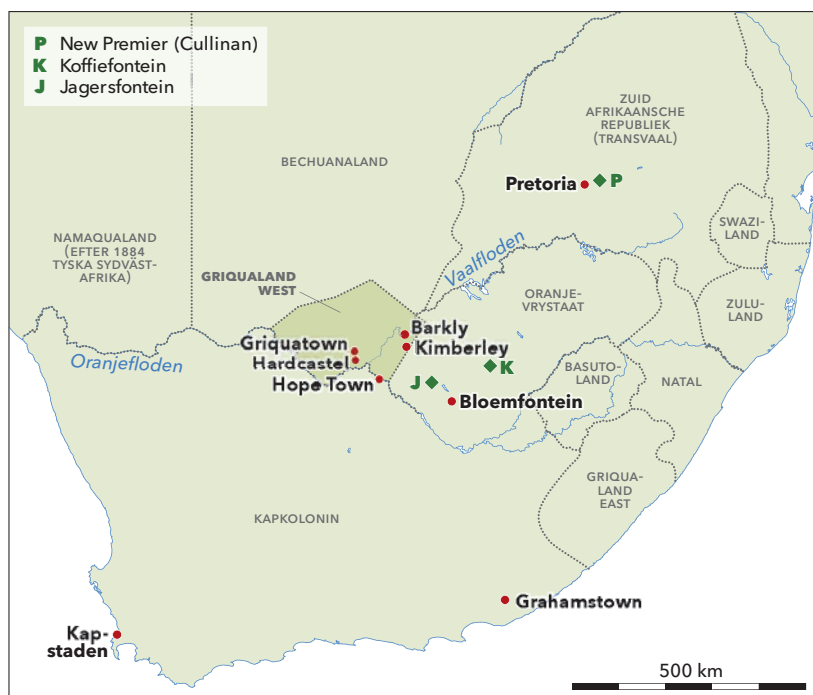
Innan den vita mannen kom till de sydligaste stränderna av Sydafrika så levde khoekhoefolket där. Allt förändrades troligen 1652 då det holländska Ostindiska kompaniet

(Vereenigde Oostindische Compagnie VOC) etablerade en bas vid platsen som senare skulle bli Kapstaden.

Khoekhoefolket insåg snabbt att holländarna inte var besökare utan snarare mer permanenta inkräktare. De försökte driva ut holländarna två gånger men misslyckades.

Motstående sida: Det stora hålet (the Big hole) mitt i dagens Kimberley var först ett dagbrott som nådde ner 240 m. I dag ligger botten på 215 meters nivå och vattenytan vid 175 meters nivå. Utvinningen i dagbrottet upphörde 1914. Dock fortsatte driften under jord fram till 2005. Då hade man nått till 1097 meters nivå.

Till höger: Sydafrika med Griqualand West markerat. Gränser mellan olika stater från tiden omkring 1870.



Fler och fler européer anlände och många av khoekhoefolket blev förslavade eller dödade. Flera av de vita bosättarna förgrep sig på sina khoekhoeslavinor och det föddes mängder av halvblod (mulatter). Denna grupp kallades bastarderna.

Det har rapporterats att under 1700-talet så var så stor andel som 75 procent av alla khoekhoebarn mulatter. Detta gav upphov till en ny folkgrupp som placerade sig själva mellan de vita och infödingarna i hierarkin. Bastarderna deltog ofta på de vitas sida i räder bortom kolonins gränser, och denna grupp och ursprungsbefolkningen fick etiketten orosmakare och blev utvisade från Kapkolonin.

Först stal de vita inkräktarna ursprungsbefolkningens mark och sedan förvisade de vita dem då de klagade. Till de förvisade anslöt sig sedan vita kriminella och många av dessa bildade gäng som terroriserade lokalbefolkningen.

Kapkolonin som krigsbytte

År 1795 tog britterna kontrollen över Kapkolonin från det holländska Ostindiska kompaniet som krigsbytte sedan Holland hade blivit ockuperat av Napoleon.

Omkring år 1800 började bastarderna, holländare och andra som inte

gillade britterna att lämna. De flyttade norrut mot Oranjerflodens norra stränder och slog sig ner på en plats de kallade Hardcastel. Migrationen uppmuntrades av *The London Missionary Society* som förutom religiösa bevekelsegrunder också ville stoppa Boernas expansion i området.

Gruppen av förvisade gick under namnet Griquas och den bestod av bastarder, khoekhoe, bushmen och vita som av olika anledningar inte kunde stanna kvar i Kapkolonin. Griquanerna lämnade senare Hardcastel och flyttade omkring 15 km norrut och grundade orten Klaarwater som de senare gav namnet Griquatown. Området norr om Oranjerfloden där griquanerna slog sig ned låg utanför Kapkolonin och betraktades vid den tiden som värdelöst.

Ett växande missnöje

Efter att britterna tog över kapkolonin växte missnöjet hos boerna, den vita befolkning som hade holländskt ursprung. Under 1830- och 1840-talen lämnade en stor del av boerna Kapkolonin i vad som kallas *the Great Trek*, den stora färden som gick mot nordost.

Vid denna tidpunkt formaliserade griquanerna sitt territorium och gav det namnet Griqualand West. Ungefär

samtidigt bildades också ett Griqualand East men det lämnar vi därhän.

År 1843 och 1848 allierade sig griquanerna med britterna och stred på deras sida mot boer-nybyggare. År 1848 annekterade britterna området mellan Oranjerfloden och Vaalfloden, vilket inkluderade delar av Griqualand West. Men kostnaderna för driften av området var höga, och i och med överenskommelsen i Bloemfontein drog sig britterna tillbaka från området. Enligt överenskommelsen, som reglerade britternas och boernas intressesfärer i området, avsåg sig britterna alla anspråk på områdena norr om Vaalfloden.

KHOEKHOE

Folket khoekhoe (alternativt khoikhoi) gick tidigare under namnet hottentotter och beskrev ett av de folkslag som bodde i södra Afrika innan européerna kom. Folket kallar sig själva för khoekhoe medan beteckningen hottentott myntades av holländarna. Man tror att namnet kommer från det klickande ljudet som finns i khoekhoe-språket.

BOER

Boer är holländare som först bosatte sig i och omkring Kapstaden. Ordet boer betyder bonde eller jordbrukare på holländska och afrikaans, vilket är en variant av holländska.

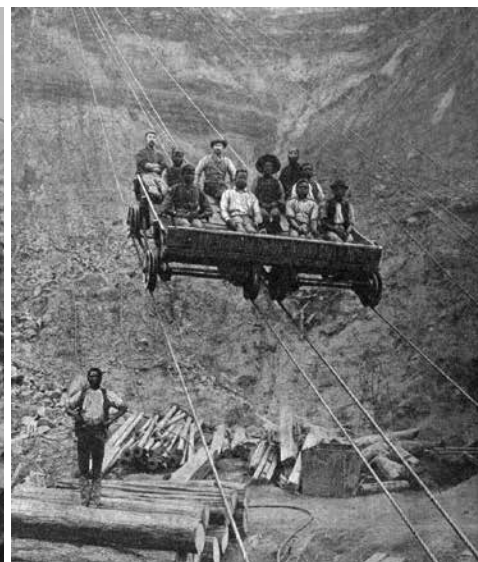


FOTO: OKÄND 1872.

Ovan: Det som senare kom att bli "Big hole" var från början uppdelat i en mängd mindre inmutningar som ägdes och bröts av enskilda personer. Den högra bilden visar hur man tog sig ner i dagbrottet.

Till höger: Karta från senare delen av 1800-talet där gruvorna i de nya städerna Kimberley och Beaconsfield är markerade. Omritad efter en förlaga av Louis Creswicke.

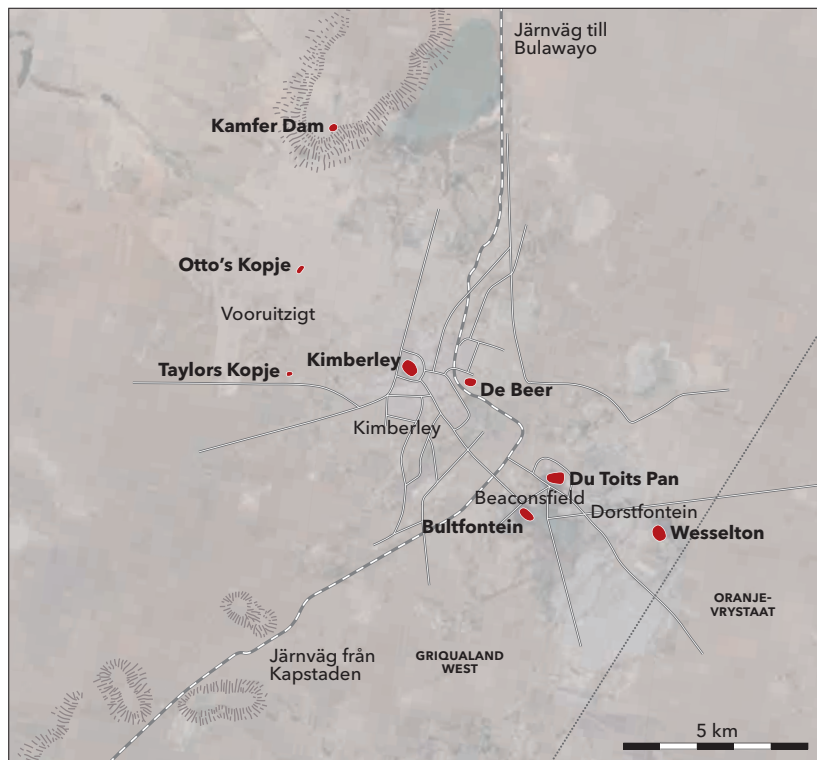
CARAT

Carat är en viktenhet för ädelstenar och motsvarar idag 0,2 gram. Den metrisk caraten blev standard 1914 i de flesta europeiska länder och USA.

Ordet kommer från italienskans *carato*, av arabiska *qīrāt*, liten vikt, och i sin tur av det grekiska ordet *keration*, frukten av johannesbrödsträdet vars frön använts som juvelerervikter.

Enligt internationell praxis används stavningen carat för ädelstenar medan karat avser renhetsgraden för guld. 24K avser 100 procent guld, 18K avser 75 procent guld.

Källa: Nationalencyklopedin.



År 1854 bildades boerrepubliken Oranje Vrystaat (OVS) och år 1860 den Zuid Afrikaansche Republiek (ZAR) Transvaal. Samtidigt blev Griqualand West tekniskt sett självständigt, men de fick kontinuerligt vakta sina gränser från boerna och andra grupper. Griquanerna hade en nedteknad konstitution och en "kapten" som ledare, de talade afrikaans och var protestanter.

Ett fynd som förändrade allt

Eftersom Griqualand West inte hade några ekonomiska tillgångar ansågs området av omgivningen som tämligen ointressant. Men detta ändrades 1866 då någon hittade en gnistrande sten i Oranjerflodens grus.

Efter diamanfyndet riktade Griqualand Wests grannar lystna blickar mot rikedomarna. Transvaal hävdade att området tillhörde dem enligt

Bloemfonteinöverenskommelsen där det framgick att britterna inte hade tillgång till området norr om Vaalfloden.

Invånarna i Griqualand West visste dock att boerna föraktade dem och behandlade infödingar och bas-tarder illa. Britternas behandling av griquanerna var också mycket dålig, men det fanns en gradskillnad och boerna var värst.

Invånarna i Griqualand West insåg att de inte hade någon möjlighet att försvara sina rikedomar utan de var tvungna att välja mellan två dåliga alternativ. De valde britterna.

Diamanter

Före 1720 kom alla diamanter från Indien och framför allt från Krishnaflodens avlagringar. Denna flod ligger i Madhya Pradesh i centrala Indien. Floddalen har varit huvudkällan för diamanter sedan urminnes tider och kallas för diamantdalen.

I och med upptäckten av den nya världen hittades diamanter också på andra platser. Det första av dessa fynd gjordes 1726 i Brasilien, i flodavlagringar i distriktet Minas Gerais, nära staden Tijuco.

Alla diamanter som hittades kom från flodavlagringar. Diamanterna hade frilagts genom erosion från de vulkaniska (magmatiska) bergarter som de hade funnits i, och dessa erosionsrester hade sedan omlagrats av vatten och ibland även vind om diamanterna var små.

Eureka

Diamantfyndet som gjordes 1866 var en 21,25 carat tung rådiamant, men det dröjde till 1867 innan det bekrä-

tades att det verkligen rörde sig om en diamant.

Det finns två versioner av hur ”stenen” (diamanten) först hittades men båda versionerna slutar med att diamanten hamnade i Schalk van Niekerks ägo. Han var bonde och arrenderade en gård vid Oranjefloden nära staden Hopetown.

Schalk misstänkte att stenen var en diamant baserat på dess hårdhet och vikt. Han lät sin vän John O'Reilly, en handelsresande och jägare, ta med stenen till någon som kunde analysera den. Efter olika besked skickades stenen till Dr. W.G. Atherstone i Grahamstown i ett vanligt brev. Denne konstaterade att stenen faktiskt var en diamant. Schalk och John sålde diamanten för £500 till Sir Philip Wodehouse och delade på summan.

Rådiamanten visades på Parisutställningen 1867 och sedan slipades den. Slutresultatet blev en 10,73 carat kuddformad brungul brilliant som fick namnet Eureka.

Det första fyndet gav snart fler

I och med denna första diamantupptäckt blev folk betydligt mer observanta och redan år 1867 hittades en diamant på 8,9 carat som köptes för £200 av Sir Philip Wodehouse igen.

Två år senare hittade en herde en stor diamant (83,5 carat) på en bondgård som ägdes av häxdoktorn Swartbooi.

Denna gång köptes stenen av van Niekerk. Den kostade honom nästan allt han ägde: 500 får, 11 oxar, en häst och ett gevär. Men det gick bra för honom och han sålde stenen i Hope-town för £11 200. Denna sten fick namnet Sydafrikas stjärna.

Rådiamanten kom till England och slipades där i en tresidig päronform och var därefter 47,69 carat. Den köptes senare av Earlen av Dudley och blev känd som Dudleydiamanten.

Ekonomisk ljusning för landet

Sydafrika hade hamnat i en ekonomisk depression på grund av det amerikanska inbördeskriget (1861–1865), då kolonin förlorade en stor del av sin ullexport. Och sedan Suezkanalen öppnats i februari 1869 försvann

Nedan till vänster: Eureka-diamanten (10,73 carat) var den första som hittades i Sydafrika 1866 och blev bekräftad som diamant 1867.

Nedan till höger: Diamanten Sydafrikas stjärna eller Dudleydiamanten hittades 1869. Efter slipning var den 47,69 carat. Detta fynd blev startskottet för den första diamantruschen.

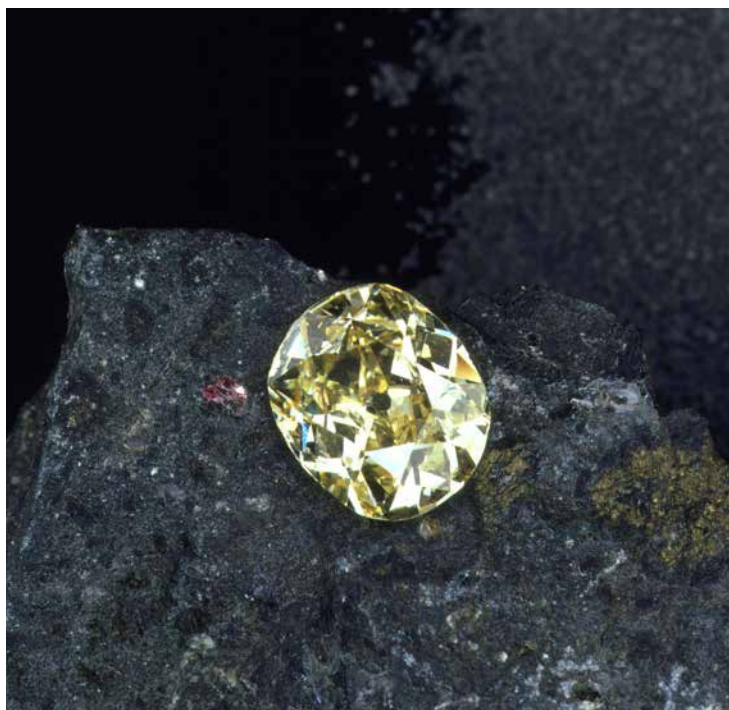


FOTO: COURTESY OF DE BEERS GROUP



Till vänster: En 10 x 8 mm stor rådiamant som ligger i kimberlit från De Beers gruva i New Rush. Provet finns i Naturhistoriska riksmuseets samlingar och har nummer 18780083.

mycket av sjötrafiken. Men fyndet av Sydafrikas stjärna blev på många sätt en ekonomisk vändpunkt för landet i och med att den första diamant-rushen startade.

År 1870 deklarerade Transvaals president Andries Pretorius att diamantfyndigheterna tillhörde Boerrepubliken. Transvaal hade skickat representanter till området. Detta ogillades dock av diamantprospektörerna som blev organiserade av den före detta brittiska sjömannen Stafford Parker och drev ut Transvaals representanter.

Den 30 juli 1870 bildades republiken Klipdrift. Parker blev president i republiken som även gick under namnen *Digger's Republic* eller *the Republic of Griqualand West*. Tusentals nybyggare och prospektörer strömmade till den nya republiken. Men redan den 5 augusti 1871 var det slut på republiken då britten gjorde området till ett protektorat inom Kapkolonin.

Denna ockupation avslutade emellertid inte dispyten om ägarskapet. Delar av lokalbefolkningen gjorde uppror mot britten för att återta sin självständighet. Upproret slogs dock ner och den 27 oktober 1871 hade britten tagit kontrollen över hela området som blev protektoratet Griqualand West. Två år senare, i januari 1873, gjorde britten området till en kronkoloni och Griqualand West blev en del av Kapkolonin 1880.

Kimberley blir till

För att formalisera protektoratet Griqualand West krävdes en signatur från ministern för kolonierna, Lord Kimberley (John Wodehouse, 1st Earl of Kimberley), så att en vald församling kunde etableras. Earlen ville dock inte på något sätt förknippas med det i hans öron vulgära namnet New Rush, och namnet Vooruitzicht (på afrikaans) kunde han varken uttala eller stava till. Detta gjorde att ärendet blev liggande.

Efter ett tag hamnade ärendet på sekreteraren för koloniala affärer J.B. Curreys bord. Han hittade en lösning och denna rapporterades i *The Times* enligt följande: "... då det gällde att döpa om New Rush så visade Currey sin diplomatiska förmåga genom att hitta ett namn som Lord Kimberley kunde både uttala och stava till då han föreslog: Låt oss döpa staden efter ers nåd."

En konsekvens av diamantfyndet var att Jules Verne blev inspirerad att skriva en novell som kom ut 1884. Denna handlar om diamantletare i Griqualand och om en försvunnen diamant. I boken kallas den stora diamanten den södra stjärnan.

Diamanter och kimberlit

En bra sammanställning om diamantfyndigheterna i Sydafrika och deras historia publicerades av Field

m.fl. 2008. Mycket av informationen i artikeln är hämtad därifrån.

I Sydafrika hittas diamanter huvudsakligen i två miljöer, dels i en bergart som heter kimberlit, dels i lösa flodavlagringar. Bergarten kimberlit finns representerad på alla kontinenter. Det noterades tidigt att bergarten endast förekommer i prekambrika områden som är äldre än 1,6 miljarder år, och de allra flesta kimberliter finns i arkeiska områden, dvs. äldre än 2,5 miljarder år.

Orsaken till detta är att det bara är i gamla och tjocka kontinenter (så kallade kratoner) där smältan från manteln kan utsättas för det höga tryck som behövs för att bergarten, och diamanter, ska kunna bildas. Det är sådana kimberlitintrusioner som främst har transporterat diamanter mot ytan.

Yngre kontinenter är vanligen omkring 70 km tjocka medan en gammal kraton kan vara 100–120 km tjock. Smälta som passerar igenom en yngre och tunnare kontinentsskorpa bildar en bergart som heter lamprofyrit och denna innehåller i regel inga diamanter.

Kimberlitors varierande ålder

Ett stort antal av kimberlitterna i Sydafrika är från krita-tiden, och de som finns runt Kimberley har åldersbestämts till 84–87 miljoner år. Här slår kimberlitterna igenom arkeiska och sedimentära bergarter från karbon–jura. De flesta av de sydafrikanska kimberlitterna har liknande åldrar.

Andra kimberliter, t.ex. i den ryska delrepubliken Sacha och i Sibirien, har bildats under paleozoisk tid, för 541–252 miljoner år sedan.

De yngsta kända kimberlitterna är omkring 22 miljoner år gamla och de har hittats i nordvästra Australien i regionen Kimberley. Under slutet av

Till höger: Profil genom kimberlitintrusionen i Kimberley. Dagens markyta är vid 0 meter i profilen och kimberliten har slagit igenom den arkeiska kristallina berggrunden där Ventersdorp utgör den yngsta delen. De följande lagren tillhör den understa delen av Karoosystemet. Omritad från Hawthorne (1975).

1800-talet hittade man diamanter i flodbäddarna där när man vaskade guld. Men det var först 1979 som man lyckades hitta källområdet för diamanterna nära Argylesjön. År 1983 öppnades en gruva i den diamantförande lamproiten och brytning pågick där ända till 2020.

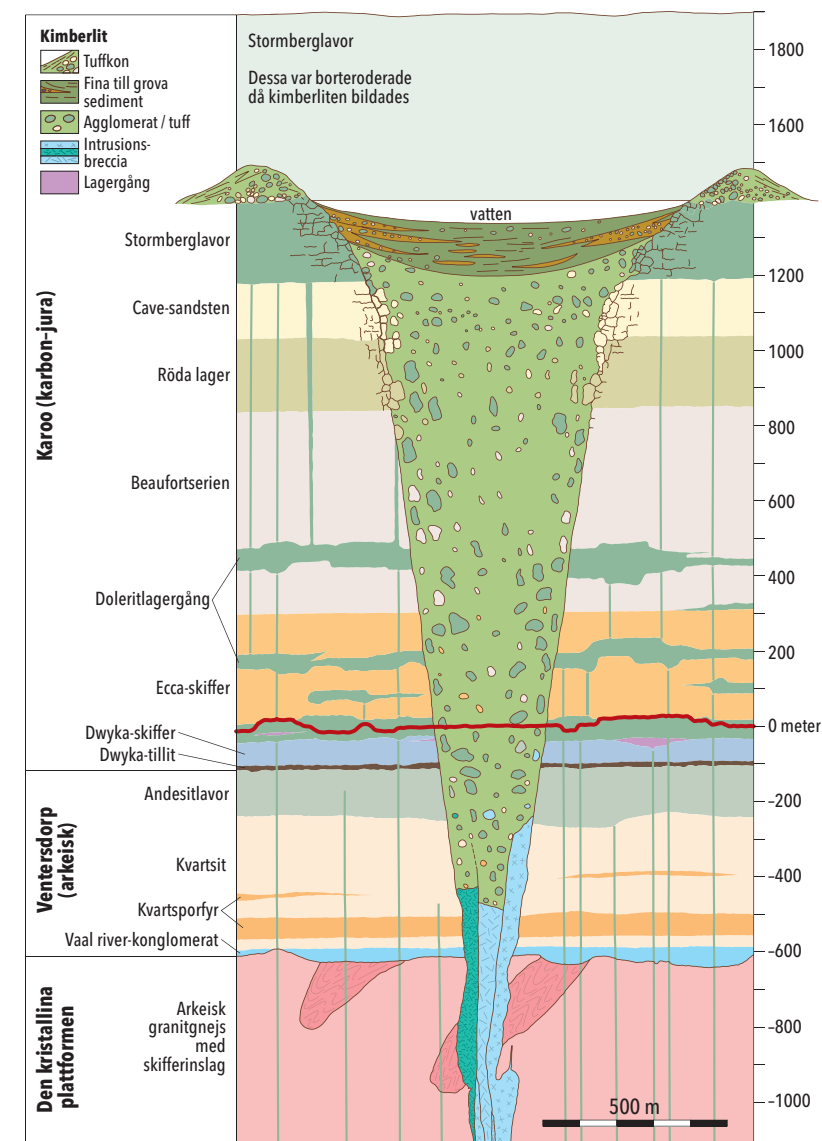
Bergarten kimberlit är i regel mycket mer lättvittrad än den berggrund den finns i. I området kring dagens Kimberley finns en sekvens av karbonska till jurassiska vulkaniska och sedimentära bergarter (Karoogruppen) som ligger på en äldre, arkeisk sekvens av vulkaniter och sedimentära bergarter (Ventersdorpgruppen). Båda dessa vilar på ett nederoderat arkeiskt underlag som främst består av arkeiska gnejser.

Man tror att Karoobergarterna ursprungligen hade en tjocklek av 1,9 km i Kimberleyområdet. Då kimberliterna intruderade, för omkring 84–87 miljoner år sedan, hade Karoobergarterna redan eroderats ner med omkring en halv kilometer. Och idag ligger markytan ytterligare ca 1,4 km längre ner. Den vulkaniska aktiviteten gav upphov till fem större och en mängd mindre pipor i Kimberley-området.

Hur bildas kimberliterna?

Det är fortfarande inte klaggjort exakt hur kimberliter egentligen bildas. Det finns flera teorier som cirkulerar, men en som ligger bra till är att ursprungskimberliten är en klor- och karbonatrik smälta som har en mycket låg SiO_2 -halt.

Då denna smälta passerar igenom skorpan mot ytan plockar smältan med sig material från sidoväggarna vilket blandas i smältan. Smältan innehåller olivin och andra mantelmineral och dessa höjer kiselhalten något. Så småningom närmar sig sammansätt-



ningen den typiska kimberliten med en låg kiselhalt (21–30 procent SiO_2) och en hög magnesiumhalt (10–17 procent MgO).

När kimberlitsmältan närmar sig ytan minskar trycket och gången expanderar till en morotsform. Just under ytan sker ett explosivt utbrott varvid en maarliknade form bildas på ytan.

En maar är en tysk term för en vulkanisk explosionskrater där vallen omkring kratern består av breccierade bergartsfragment. I dessa maar-kratrar finns ofta en sjö.

Med kimberliten följer brottsstycken av mantelbergarter. Dessa visar att magmans ursprung är djupt

och fragmenten ger värdefull information om berggrunden där nere.

Diamanter blir till

Kimberliten är alltså själva transportören av diamanter. Själva diamanterna har troligen blivit till i övergångszonen mellan den övre och den undre manteln, på 400–650 km djup.

Diamanterna bildas då material som bland annat innehåller kol rör sig uppåt från den lägre manteln till det område där diamanter kan bildas. I denna understa del av den övre manteln blir förhållandena mer reducerande och diamanter kan bli stabila. Längre ner, i den undre manteln,

är förhållandena mer oxiderande och där förekommer kolet i andra former, t.ex. CO₂, CCO eller MgCO₃.

Åter till Sydafrika

I mitten av 1870 hittades diamanter i flodavlagringar vid Klip Drift (idag Barkly West). Detta satte igång den andra diamantruschen. De som prospekterade efter diamanter i flod-sediment kallades för våtgrävare, *wet diggers*, medan de som grävde i vitteringsmaterial och i berggrunden gick under namnet torrgrävare, *dry diggers*.

Det råder något delade meningar om var den första diamanten hittades i en magmatisk (vulkanisk) bergart: den ena versionen hävdar att en 50 carat tung sten hittades vid Jagersfontein i Oranjestaten medan den andra versionen säger att diamanter först hittades nära Koffiefontein. Båda dessa händelser inträffade 1870.

Det är inte helt säkert exakt när diamanfynden först gjordes vid gårdarna Dorstfontein och Bultfontein nära dagens Kimberley och huruvida dessa skedde innan de ovan nämnda fynden i Oranjestaten. Det har föreslagits att fynden vid gårdarna Dorstfontein och Bultfontein skedde så tidigt som 1869.

Dock ansågs det i början att dessa fynd inte var lika intressanta som fynden i flodbäddarna. Möjligen var orsakerna praktiska, eftersom det krävdes en hel del vatten, både till människorna och för anrikningen av diamanterna.

Det var först 1871, då man gjorde ett betydande diamanfynd vid gården Vooruitzicht (detta ord har flera betydelser, bl.a. utsikter, möjligheter), som gruvbrytning blev det mest intressanta. Först grävde man sig igenom vittringsmaterialet för att sedan nå ner till fast berg. Mycket snabbt blev grävandet och senare gruvbrytningen den helt dominerande verksamheten.

Än flera diamantruschen

Fynden vid Bultfontein gjordes alltså under 1870 och i december samma år hittades diamanter också i Du Toit's Pan. Detta satte igång den tredje diamantruschen.

År 1871 hittades alltså diamanter på bröderna De Beers gård Voor-

uitzicht. Bröderna insåg att de inte kunde försvara sin gård mot flodvågen av diamanträvarer så de sålde gården. Ett av diamantdagbrotten fick namnet De Beer och företaget som Cecil Rhodes och Charles Rudd bildade 1888 fick namnet från gruvan.

De tre första gruvorna, där kåkstäderna fick namn efter gruvorna, var Bultfontein (1870), Dutoitspan i december 1870 och De Beer (Vooruitzicht) i maj 1871. Nära De Beers gruva hittades ytterligare en fyndighet i juli 1871 och kåkstaden kring denna fick namnet New Rush. Det var denna som senare kom att bli Kimberleygruvan eller *Big hole*. Från början kallades den Colesberg Kopje.

Gruvorna New Rush och De Beer låg nära varandra och bebyggelsen växte så småningom samman. Bebyggelsen kring Dutoitspan och Bultfontein växte också samman och gavs då namnet Beaconsfield efter Benjamin Disraeli, Earl av Beaconsfield. Den femte stora gruvan som öppnades i Kimberleyområdet var Wesselton år 1890.

De fem största gruvorna låg alltså inom ett mycket litet område. Men i Oranjestaten fanns gruvor bland annat i Koffiefontein före Jagersfontein. Den största diamantruvan utanför dessa öppnades 1903 tre mil ostnordost om Pretoria. Denna gruva heter New Premier (Cullinan) och det var i denna som Cullinandiamanten på 3106 carat (vilket motsvarar 621,2 gram) hittades 1905. Detta är den största diamanter av juvelkvalitet som har hittats.

Konstaterad koppling

Det var omkring 1872 som det blev helt klart att diamanterna hade ett magmatiskt ursprung och källan till de sekundära flodavlagringarna kunde konstateras. Upptäckten tillskrivs Professor Ernest Cohen som beskrev moderbergarten som en vulkanisk tuff. Namnet för bergarten föreslogs av Professor Henry Carvil Lewis till kimberlit efter staden Kimberley i en publikation 1887.

Han beskrev två typer av "blue ground" i De Beers gruva, en som innehöll diamanter och en som inte gjorde det. Båda beskrevs som en peridotit och vad som skiljde de två

typerna var att den diamanterförande bergarten också innehöll rikligt med inklusioner av en blåaktig skiffer.

A diamond is forever

Företaget de Beers dominerar idag diamanmarknaden totalt. Under depressionen och fram till andra världskrigets slut vek diamanmarknaden nedåt.

Före kriget förekom diamanter i 10 procent av alla förlovningsringar i USA och det var denna marknad som de Beers inriktade sig på. Man anlidade marknadsföringsfirman N.W. Ayer, och Frances Gerety därifrån myntade sloganen *A diamond is forever* 1947.

Denna marknadsföring av kärlek, kvinnor och diamanter spred sig i samhället och 1949 kom musikalen *Herrar föredrar blondiner* (*Gentlemen Prefer Blondes*) på Broadway. I denna framfördes sången *Diamonds Are a Girl's Best Friend* första gången av Carol Channing. Men den mest kända versionen av sången är i en film med Marilyn Monroe från år 1953.

De Beers fick draghjälp av detta och diamanterförsäljningen tilltog. Bondfilmen *Diamantfeber* från 1971 med Sean Connery är ytterligare ett exempel på hur de Beers kampanj har infiltrerat kulturlivet och grundmurat kopplingen mellan kärlek och diamanter.

År 1990 hade 80 procent av alla förlovningsringar i USA en diamanter och man kan därför konstatera att kampanjen har varit mycket lyckad! ♦

Läs mer

- Creswicke, L. 1900. South Africa and the Transvaal War, Vol. III.
Field, M., Stiefenhofer, J., Robey, J. & Kurszlauskis, S. 2008. Kimberlite-hosted diamond deposits of southern Africa: A review. *Ore Geology Reviews* 34, 33–75.
Hawthorne, J.B. 1975. Model of a kimberlite pipe. *Physics and Chemistry of the Earth* 9, 1–15.



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



Arne Stigelind (t.v.) och Gottfrid Westerberg (t.h.) med dubbla packningar efter ankomsten till Kurravaara.

FOTO: JAN LUNDQVIST.

Arbetsskada

Om det idag skulle hända en olycka under geologiskt fältarbete finns det i regel en viss säkerhet i form av mobiltelefoner och helikoptrar och man är sällan helt ensam.

Då jag omkring 1950 karterade i Lappland fanns inget av detta tillgängligt och man var ibland ensam (jfr Geologiskt forum 105). Detta fick jag känna på då jag tillsammans med Gottfrid Westerberg (Geologiskt forum 106) och Arne Stigelind karterade norr om Jukkasjärvi.

Jag hade ont i foten – det vänstra fotvalvet hade sjunkit ner som en följd av bärandet av tung packning i ofta oländig terräng – dock inte värre än att jag kunde fortsätta med jobbet.

När vi var i närheten av Sevujärvi fjällgård märkte jag emellertid att foten svällt upp och började färgas blåsvart. Tydligen hade blodför-

giftning uppstått och det blev i det närmaste omöjligt att gå. Jag blev liggande i tältet med foten i tälttaket. Det värkte mindre då men det var tydligt att läkarvård krävdes.

Telefon fanns inte hos den vänliga, helt finsktalande kvinnan på gården. Enda möjligheten var att vandra den ca 12 km långa vägen till Kurravaara dit det gick såväl en stig som bilväg till Kiruna.

Vi tillverkade provisoriska kryckor av en björkstam, band upp foten bakom låret och gav oss iväg, jag hopande på kryckorna och ett ben och kamraterna med det mesta av packningen. Tunga bördor! Det gick bra några kilometer men blev sedan för jobbigt. Foten släpptes ner och fick släpas vidare.

Detta blev snart ganska arbetsamt så vi beslöt att spara ett par kilometer

genom att lämna stigen och snedda ner mot sjön Lulep Vuolusjärvi. Efter ytterligare en natt i tält gick vi nästa dag den korta biten till sjön Kallojärvi, där vi lyckades få båtskjuts över till Kurravaara. Sedan blev det taxi direkt till Kiruna lasarett.

Det var förvisso en rejäl blodförgiftning men efter två veckors penicillinbehandling kunde jag återuppta fältarbetet – nu dock jordartskartering i mera bebyggda trakter kring Kalix (jfr Ca 39).

Ett sådant äventyr skulle nog vara otänkbart idag! ♦

FOTO: LENA LUNDQVIST.



Jan Lundqvist, professor vid Stockholms universitet 1980–1993.

✉ jan.lundqvist@geo.su.se

Ultevisområdet

FASCINERANDE MALMFÖREKOMSTER I FJÄLLVÄRLDEN

FOTO: CHRISTINA NYSTEN.

I fjällområdet mellan Lilla och Stora Luleälven sträcker sig ett 20 kilometer långt manganrikt stråk av bergarter från Tjåmotis i söder via sjön Tjaktjajaure (Seitevaredammen) till Ultevisplatån, strax norr om denna sjö, i norr.

TEXT OCH BILD: PER NYSTEN & CHRISTINA NYSTEN

OMRÅDET DÄR de manganrika bergarterna finns är i stort sett väglöst, men kan nås från ett flertal punkter för den fjällvane vandraren. I den här artikeln beskriver vi översiktligt områdets geologi med fokus på de mineraliserade platserna. De flesta bilderna är tagna 2013 då Per jobbade med Barentsprojektet för SGU.

Historiken bakom upptäckten av det mineraliserade stråket är ett skolexempel på hur en prospekteringsinsats omfattande blockletning, berggrunds- och kvartärgeologisk kartering, geofysiska metoder, borrhning samt kemisk analys av prover lett fram till kunskap om det här beskrivna områdets geologi.

Ultevisområdets geologi samt mineralogi beskrevs i detalj av Olof

Ödman på 1940-talet. Den första indikationen på mineralisering hittades 1935 i form av ett manganrikt moränblock vid brunnsgrävning av Otto Westerberg på hans gård nära Vuotnajaure, 8 km norr om Murjek station. Källan till detta block visade sig långt senare ligga på Ultevisplatån, omkring 120 km västnordväst om fyndplatsen.

Blockletning ger resultat

Prov från blocket analyserades i september 1935 av SGU och höga halter av järn, mangan och barium påvisades. En tidsmässigt utdragen blockletningskampanj under ledning av statsgeologen Olof Ödman genomfördes under åren 1941–1942 och flera intressanta block hittades i området.

Ett flertal misslyckade försök, inklusive borrhning på en geofysisk indikation vid Aimoluobbal norr om Murjek under försommaren 1942, gjordes i försöken att finna källan till blocken. Borrhningen visade enbart på diorit. Ytterligare block med manganhaltig porfyr hittades senare på västsidan av Muddusjokk, vilket visade att man behövde söka mycket längre mot nordväst.

Under våren 1943 hittades manganblock nära Harsprånget och först då började man fundera över Ultevis som en möjlig plats varifrån blocken kunde härstamma. Block med manganförande porfyr var sedan tidigare kända från just Ultevis.

Men det dröjde till senhösten 1943 innan det fasta klyftet hittades vid

Till vänster: Sörhårås topp. Vy in mot Rapadalen med Tjakkeli till vänster, Namatj i mitten och Skierfe till höger.

Till höger: De besöksplatser som beskrivs i texten är markerade på en geologisk karta från SGUs Kartvisare Berggrund 1:50000–1:250000. Det blå stråket i nord-syd genom kartan är Snavva-Sjöfallsgruppens sedimentära bergarter. Öster och väster om dessa ligger i ljusare gult Arvidsjaurgruppens vulkaniter. I väster kommer fjällkedjans bergarter (Offerdalsskollan) in i rosa och mörkare gult. I öster och sydöst finns Haparandasvitens granitoider (1,92–1,87 miljarder år) i bruna färger, Edeforssvitens granitoider (1,84–1,77 miljarder år) i mörkröda färger och Linasvitens granitoider (1,82–1,74 miljarder år) i ljusare röda färger.

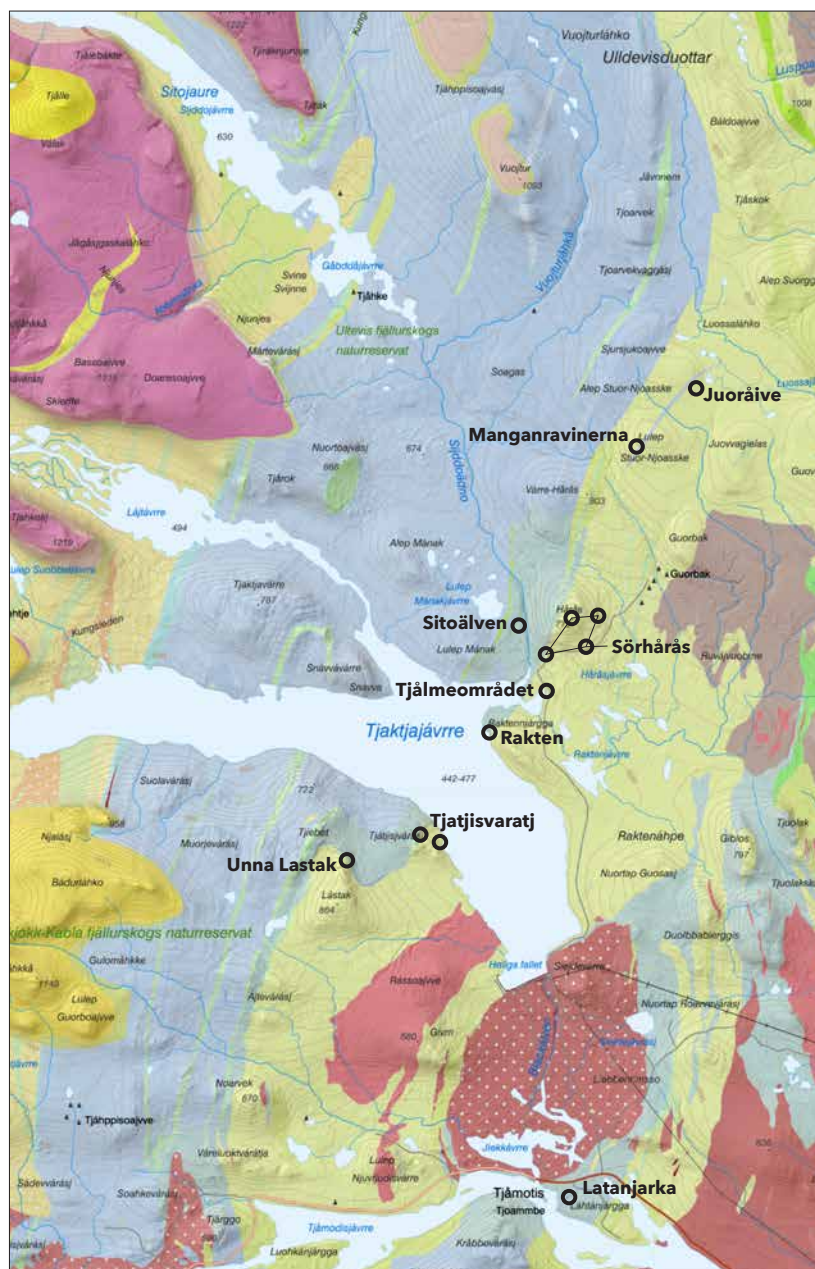
Stuor Njäskes (platsen kallas även Manganravinerna). Då hade man följt en blocksvans med manganmineraliserade block i mer än 120 km. Prospekteringen intensifierades därefter och fortsatte till sent 1946, och man utförde både geofysiska undersökningar och geologisk kartering.

Mineraliserad zon

Ultevisstråkets mineraliserade zon kan följas från Aitevaratj i sydväst via Unna Lastak och Tjattisvaratj söder om Tjaktjajaure till Rakten vid Seitevaredammens nordöstra strand och vidare till Sörhårås. Tjaktjajaure är idag reglerad under namnet Seitevaredammen. Därefter fortsätter stråket via Nordhårås och Stankajokk till de båda Manganravinerna på Stuor Njäskes sydvästra sida.

Den mineraliserade horisonten är totalt ca 20 km lång och blotad både i den övre och i den nedre Manganravinen. (Namnet Manganravin myntades av Ödman 1947.) Det nordöstligaste tecknet på mineralisering syns på berget Juoräive i form av en bandad järnformation (BIF). Här ligger även den beryll- och topasförande pegmatiten Juoräive.

Mineraliseringarna karaktäriseras av hematit och manganoxiderna bixbyit, braunit och ferrihollandit. Fluorit, baryt, barium-fältspat och manganrika skarn, främst piemontit, är vanliga. Underordnat finns arsenat (svabitt) samt wolfram och molybden i mineralet scheelit. Urananrikningar förekommer dessutom på minst två



olika platser inom området (Lulep Manak och Sörhårås).

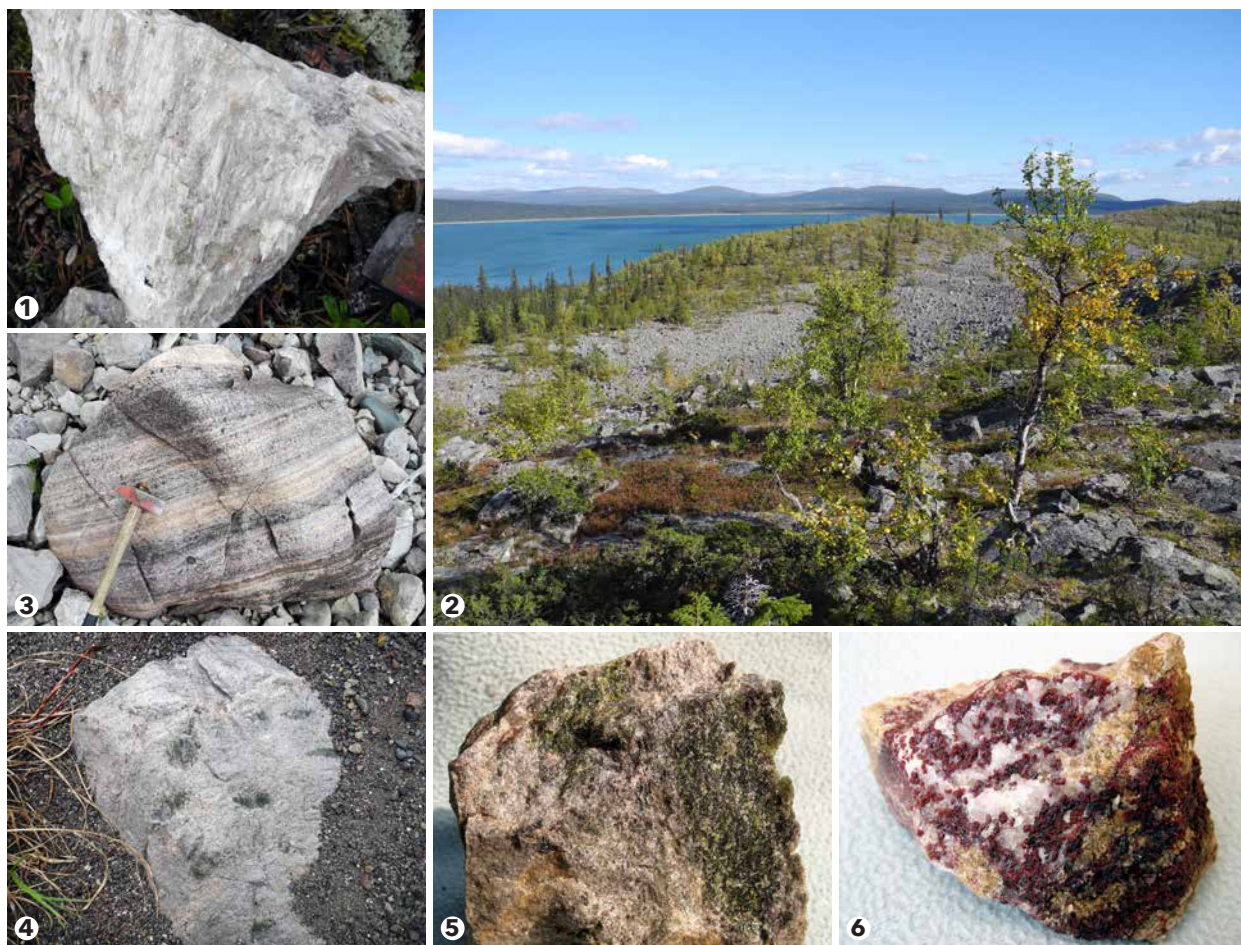
Regional och lokal geologi

Inom de centrala och västra delarna av området finns en övergång från felsiska vulkaniska bergarter som tillhör Arvidsjaurgruppen i öster till sedimentära bergarter som tillhör Snavva-Sjöfallsgruppen i väster. En marmorhorisont finns inom den senare bergartstypen nära kontakten till en ljusgrå fältspatporfyrisk ryolit benämnd manganporfyr av Ödman.

Horisonten är värd för de syngenetiskt bildade (samtida med värdbergarten) manganmineraliseringarna som förekommer här.

Grön manganandalusit (viridin) och rosafärgad manganhaltig muskovit (alurgit) hittas i de metasedimentära bergarterna kvartsitisk sandsten, arkos och konglomerat i nära anslutning till marmorn. I dessa bergarter hittas även omvandlade diabaser eller lavar.

Epigenetiskt bildade (yngre än värdbergarten) manganmineral



finns även i pegmatiter som har trängt in i den grå porfyren. Porfyren har åldersbestämts av SGU till 1872 ± 9 miljoner år.

I de nordöstra delarna av området finns granodiorit som tillhör Haparandasviten (1,92–1,87 miljarder år), och i söder finns röd, porfyrisk Tjåmotisgranit (Edesviten 1,84–1,77 miljarder år) samt jämnkornig Rassåivegranit (Linasviten 1,82–1,74 miljarder år). Väster om det beskrivna området finns de kaledonska fjällbergarna.

Tjåmotis

Industrimineralet wollastonit (CaSiO_3) finns på två platser söder om Tjåmotis samhälle. De betecknas Latanjarka (7425505/656896) och Akatjvare och vi har besökt den förstnämnda. Omkring en kilometer ostsydost om Tjåmotis finns en dikesgrävning som innehåller en rent vit wollastonit associerad med granat och grovkristallin marmor.

Hällblottnings saknas i området men block med mycket grov wollastonit finns upplagda bredvid de undersökta dikena vilka idag är igenlagda (bild 1). Vackra hällblottnings med agglomerat finns 500 m sydväst om mineraliseringen. I skogspartiet norr om Latanjarka finns både hällar och block av manganskarn vilket visar att det finns ytterligare manganhaltiga horisonter sydöst om huvudstråket.

Unna Lastak

Unna Lastak är ett bergsparti med brant östsidan ca 5 km söder om Tjåmotis. Den södra delen av berget domineras av en finkornig rödgrå porfyr. I de övre delarna av bergsbranten är bergarten lokalt mangansvärtd. Mot norr är bergarten ljusgrå.

Då man går en bit ner i branten finns kontakt mot skarnig marmor (7437636/649015) som tillhör Snavva-Sjöfällsgruppen och basalt. Den manganmineraliserade marmor-

Bild 1: Grovstrålig ren wollastonit från Latanjarka. Hammarhuvudet i nedre högra bildkanten är ca 4 centimeter stort.

Bild 2: Hällparti från toppen av Tjåmotisvaratj, foto mot sydöst. I bakgrunden ses blockfält som består av grå porfyrisk ryolit. I förgrunden finns skarn och järn-manganförande tuffitiska horisonter i den grå porfyren. Dessa horisonter visar övergång från vulkanisk till sedimentär berggrund och kan korreleras till vad man ser vid lokalen Rakten.

Bild 3: Skarnbandat vattenslipat marmorblock, Tjåmotisvaratj strand.

Bild 4: Viridinaggregat i kvartsitisk sandsten. Körtlarna är ca 1 x 3 cm stora. Tjåmotisvaratj strand.

Bild 5: Viridin i kvartsitisk sandsten, Tjåmotisvaratj strand. Bildbredd ca 10 cm.

Bild 6: Piemontitkristaller i vit kalcit och gulaktig skapolit, Rakten. Bildbredd ca 8 cm.

horisonten observerades dock inte vid vårt besök.

Anomala halter av barium och arsenik har observerats av Carlon väster om Lastak varför ytterligare

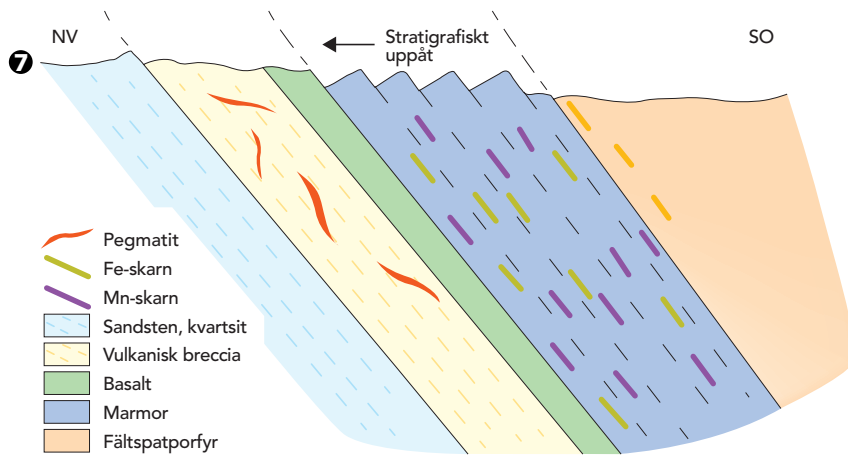


Bild 7: Profilsnitt över bergartssekvensen vid Rakten.

Bild 8: Rakten, vy från Raktensvares nordvästsluttning över Seitevaredammen mot nordväst. Hällpartiet i bildens mitt består av skarnig marmor.

Bild 9: Bandad marmor med skarnlinser. Bergartslagren stupar medelbrant åt öster men är tippade upp och ner på grund av veckning. Vy mot nordöst, Raktensvare i bakgrunden.



mineralisering torde finnas där. Väster och nord till nordöst om Lastak dominerar berggrunden av de metasedimentära bergarterna i Snavva-Sjöfallgruppen.

Tjattisvaratj

För att nå manganlokalerna vid Tjattisvaratj kan man utgå från sydvästsidan av Seitevaredammen. Det finns en delvis dålig väg som utgår ca 5 km väster om Tjåmotis som leder fram till dammbyggnaden. Alternativt kan man nå den östra delen av denna och gå på muren. Det är ca 5 kilometers vandring längs med den delvis sumpiga sydvästra stranden.

När man når branten av Tjattisvaratj kan man söka av strandpartiet (7438090/652504) innan man klättrar upp till prospekteringsdiken och skärpningar (7438306/651596).

Vid stranden ligger många lösa block och stenar rika på manganmi-

neral. Om man dessutom fortsätter längs med stranden norrut kan man se block av vackert bandad skarnig marmor (bild 3). Det fasta klyftet till dessa finns en bit upp i terrängen, delvis dold av växtlighet. Ytterligare norrut består berggrunden av delvis gnejsig kvartsit rik på spolformade gräsgröna till gulgröna kristallaggregat av viridin (manganandalusit) som är upp till 5 cm långa och 2 cm tjocka. Associerade mineral består av enstaka små blad av brun manganflogopit och blekrosa manganmuskovit samt röda korn av piemontit och rikligt med svarta oxidkorn som är mindre än 1 mm (bild 4–5).

Upp på berget dominerar den grå porfyren i söder (bild 2). Mot norr finns en övergång till metasedimentär skarnig berggrund med horisonter delvis bestående av gul, manganhaltig granat och rosa piemontit. Ett flertal prospekteringsdiken och skärpningar på mangan finns här och man finner

kompakt manganoxid (braunit eller bixbyit) samt röd manganhaltig muskovit (alurgit) i dessa diken.

Berggrunden är lokalt magnetisk, troligen på grund av järn-mangan-oxiden jakobsit. Ytterligare längre mot norr (dold under morän) vidtar kvartsitisk sandsten av Snavva-Sjöfallstyp.

Rakten

Vägen som går norrut längs med Tjattisvares östra strand passerar några kilometer öster om Raktenlokalen. Man kan stanna här (7442210/656108) och vandra genom ett flackt björkskogsområde norr om Raktensvare varpå man når sjöns strand (7442104/654122). Det är fördelaktigt att besöka lokalen i juni då vattennivån är låg i den reglerade Seitevaredammen.

Här kan man studera en utmärkt geologisk profil som visar övergången från manganmineraliserad ljusgrå

porfyrisk ryolit ("manganporfyr") till Snavva-Sjöfallsgruppens metasedimentära bergarter (bild 7).

Lagerföljden börjar i sydöst med den grå porfyren (äldst) varpå ligger en manganskarnig marmor. Därefter följer basiska lager och en vulkanisk breccia intruderad av pegmatit. Längst i nordväst avslutas det hela med kvartsitisk sandsten (yngst) som tillhör Snavva-Sjöfallsgruppen.

Hela lagerpacken är vänd upp och ner på grund av veckning. Bevis för detta finns bland annat vid stranden av Tjätjisvaratj där man ser stora fragment av den porfyriska ryoliten i Snavva-Sjöfallsgruppens bergarter. En liknande bergartssekvens finns även vid dammens sydvästsida vid Tjätjisvaratj strand.

I marmorn kan man hitta grovkristallin kalcit med mörkröda till vinröda piemontitkristaller, brunorange granat och beige bariumfältspat. Piemontiten är delvis så pass mörk att man kan missta den för järnrik granat. Med lupp ser man dock de röda inre reflexerna i mineralet och i sågatsnitt syns den röda färgen tydligt.

Rakten är även känd för hexagonala, ljusgrå prismor och körtlar av arsenatet svabit ($\text{Ca}_5(\text{AsO}_4)_3\text{F}$). Enligt muntlig information från Jörgen Langhof, Naturhistoriska riksmu-

seet, har även tilasit ($\text{CaMg}(\text{AsO}_4)\text{F}$) identifierats från Rakten. I de oftast vattentäckta delarna, längre ut från stranden har dessutom braunitkristaller ($\text{Mn}^{2+}\text{Mn}^{3+}_6\text{SiO}_{12}$) hittats. Det finns även rikligt med gulgrön epidot som utdragna körtlar och linser i marmorn samt som sprickfyllnader i den basiska bergarten, (bild 6, 8–9).

Sitoälven

Älven rinner i nord-sydlig riktning från Sitojaure till sjön Tjaktjaures östra del. Längs med den västra stranden kan man se ljusgrå hällar med kvartsitisk sandsten (bild 10), lokalt med bevarade sedimentära strukturer.

Mot söder förgrovas bergarten på grund av metamorf omvandling och ådror med röd manganhaltig muskovit och körtlar av grön viridin finns där. Rödaktig sillimanit har även observerats. Detta är speciellt tydligt nära älvens utlopp i söder. På berget Lulep Manak strax väster om älven finns en uranmineraliserad pegmatit.

Tjälmeområdet

Söder om Sitoälvens utlopp nära Måhkkål vid Tjälme finns ett blockfält med grov hematit i kvarts. Från denna plats är bland annat block med järnhaltig braunit rapporterad.

Sörhårås (Hårås)

Vid utloppet till Sitoälven delar sig vägen. Den östra delen leder till Kuorpaks sameviste och är bommad varför man måste vandra. Efter någon kilometer längs med vägen finns block av kompakt mörkröd piemontit, kvarts och molybdoscheelit ("Röda blocken" 7444777/656154; bild 11). Andra block innehåller skapolit och brun granat.

I Sörhårås björskogsklädda östsluttning finns ett flertal manganmineraliserade pegmatiter som skär den grå porfyren. Dessa karakteriseras av finfibrig till grovkristallin ferrihollandit ($\text{BaMn}^{4+}_6\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_{16}$), kvarts, bixbyit ($(\text{Mn}^{3+}, \text{Fe}^{3+})_2\text{O}_3$) och fluorit (7446274/657919). Den rosa alurgiten (manganhaltig muskovit) är vanlig (bild 14). Hollanditen är

Bild 10: Kvartsitisk sandsten i hällar vid Sitoälvens västra strand.

Bild 11: "Röda blocken" bestående av fin-kornig piemontit och kvarts.

Bild 12: Grovstrålig ferrihollandit i kvarts, Sörhårås östsida.

Bild 13: Bixbyit invuxen i kvarts från samma lokal som den grovstråliga ferrihollanditen. Bildbredd ca 15 cm.

Bild 14: Manganhaltig muskovit (alurgit) som blad inväxta i den ljusgrå porfyren. Sörhårås östsida. Bildbredd ca 14 cm.

Bild 15: Fluorit i kvarts, Sörhårås topp. Bildbredd ca 10 cm.



FOTO: CHRISTINA NYSTEN.



Bild 16: Blekgröna beryllkristaller i kvarts från Juoråive. Kristallerna är ca 0,8 cm i tvärsnitt.

Bild 17: Borrhål i kompakt mörkröd piemontit. Sörhårås topp. Notera den röda färgen som syns tydligt i borrhålen.



lokalt relativt starkt radioaktiv (200–400 $\mu\text{R/h}$; bild 12–13).

Den grå porfyrisk bergarten har provtagits från detta område (7444982/657294) och en åldersbestämning har gjorts. Provtagningspunkten har valts för att få en ålder högt upp i den vulkaniska sekvensen, dvs. i nära anslutning till den mineraliserande händelsen.

På den kala toppen av Sörhårås finns tre prospekteringsdiken som delvis fortfarande är blottlagda (7446065/657048). I dessa kan man hitta kompakt, finkornig, mörkröd piemontit samt violett fluorit och kvarts (bild 15, 17).

Lulep Stuor Njäske (Övre Manganravinen)

Då man nått vägs ände vid Kuorpaks (Guorbak) sameviste kan man antingen söka sig fram längs med Stankajokks dalgång och sedan klättra uppför Stuor Njäskes sluttning eller följa stigar från Kuorpakvistet väster om berget Kuorpak och senare vika av åt väster. Det är lätt att förvirra sig in bland alla renstängsel som finns i området.

Vid Övre Manganravinen (7452237/659089) är manganhorisonten blottad. Här har tidigare hittats vackert kristalliserad hol-

landit, piemontit, bixbyit, braunit, mikroklin och alurgit, speciellt från en gångformig mineralisering som övertvårar huvudmalmen. Numera hittar man dock mestadels mindre attraktivt material här i och med att mineralintresserade personer har bortfört det bästa.

Juoråive

Om man vill nå den beryll- och topasförande pegmatiten vid Juoråive får man vandra ca 6–7 km norrut över Ultevisplatån. Terrängen är lättgången men ett antal renstängsel måste passeras. Platsen där pegmatiten och varphögarna ligger kan lätt missas då dessa är grå och lavklädda.

Vi lyckades med just detta då den år 2013 angivna koordinaten på SGU-kartan Ai 91 var fel. Den leder till ett hållparti med hematitmineraliserad kvarstitisk sandsten på berget Juovvoajvasj östra sida. Vid denna lokal avslutas den järn-manganförande horisonten i norr.

Den rätta pegmatitlokalen ligger närmare en stövelformad sjö (7454311/661490). I det ljusa pegmatitmaterialet, upptaget från grävda diken, kan man hitta tydliga blekgröna beryll och topaser av några centimeters storlek (bild 16).

Bildningsbetingelser

Ödman nämner att två huvudtyper av mineralisering förekommer: en syn-genetisk hydrotermal mineralisering bildad i anslutning till vulkanism och sedimentation, och en epigenetisk mineralisering i form av manganbrec-

LÄS MER

- Nysten, P., Persson, S. & Triumf, C.-A. 2013. Berggrundsgeologisk undersökning 271 Tjåmotis NV och NO. SGU-rapport 2014:11, 30 s.
- Ödman, O. 1947. Manganese mineralization in the Ultevis district, Jokkmokk, north Sweden. Part 1 Geology. *Sveriges geologiska undersökning C 487*.
- Ödman, O. 1950. Manganese mineralization in the Ultevis district, Jokkmokk, north Sweden. Part 2 Mineralogical notes. *Sveriges geologiska undersökning C 516*.

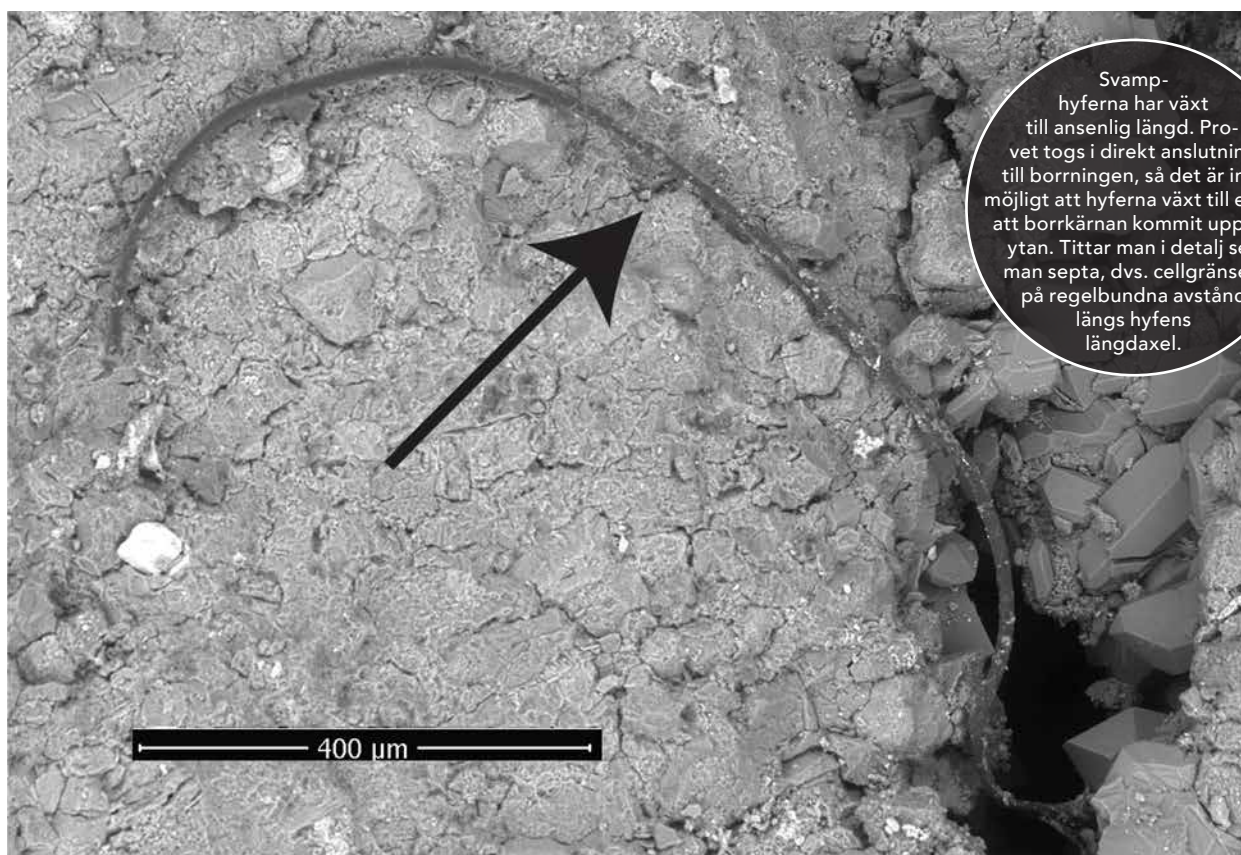
cior och manganförande pegmatitiska gångar. I det senare fallet har materialet mobiliserats vid bergartsveckande aktivitet (orogenes och metamorfos).

En tänkbar bildningsmiljö för dessa mineraliseringar, som föreslagits av Carlon, är i form av vulkaniska exhalationer (utdunstningar) från ett eller flera hydrotermala centra nära toppen av den vulkaniska bergartssekvensen.

Mn-Fe-Ba-As-F-mineraliseringen verkar vara en stratigrafisk tidsmarkör, med exhalationer som bildats i grunt vatten under oxiderande förhållanden i en tektoniskt instabil miljö markerad av vertikala förkastningsrörelser. ♦



Per är docent i geologi, tidigare vid Uppsala universitet och SGU. Christina är berggrundsgeolog och arbetar för närvarande på SGU. ✉ per.nysten@gmail.com



Svamp-
hyferna har växt
till anseelig längd. Pro-
vet togs i direkt anslutning
till borrhningen, så det är inte
möjligt att hyferna växt till efter
att borkärnan kommit upp till
ytan. Tittar man i detalj ser
man septa, dvs. cellgränser,
på regelbundna avstånd
längs hyfens
längdaxel.

Fossil svamp i Siljansringens meteoritkrater

Den mäktiga meteoritkratern Siljansringen i Dalarna är Europas största krater och området har varit under vetenskaplig lupp sedan Linnés dagar. I vår senaste forskningsstudie från området har vi kunnat belägga att den uppspruckna berggrunden i meteoritkratern koloniserades av svamp för miljontals år sedan. Fynden väcker spännande frågor huruvida dessa svampar faktiskt kan ha medverkat till att bilda naturgas i kratern.

TEXT OCH BILD: HENRIK DRAKE & MAGNUS IVARSSON

DEN DJUPT UPPSPRUCKNA berggrund som meteoritnedslag lämnar efter sig har pekats ut som en perfekt miljö för kolonisering av mikroorganismer. Kanske var det till och med så liv uppstod på Jorden för flera miljarder år sedan.

Siljansringen i Dalarna är Europas största meteoritkrater med en diameter på över 50 km och den bildades

för 380 miljoner år sedan. Lösningen på livets ursprung hittas troligen inte här eftersom Jorden redan spirade av liv vid denna tid.

Men de nypiptagna borkärnor som hämtats upp från Siljansringens berggrund (se kartan ovan till höger) kan däremot visa hur mikroorganismer koloniserat och överlevt i djupa spricksystem i jordskorpan, och för




Siljansringens del även ge en inblick i hur metangas har ackumulerats i spricksystemen (se också artikel i Geologiskt forum nr 105).

En djup biosfär under våra fötter


Förekomsten av en djupbiosfär som sträcker sig till flera kilometers djup under våra fötter upptäcktes för bara ett par decennier sedan. De senaste

 Spröd till plastisk deformationszon, symboler i det sänkta blocket
 Spröd till plastisk deformationszon, ospecificerad rörelse



Yngre sedimentära bergarter

-  Silurisk kalksten, lerskiffer, sandsten
-  Ordovicisk kalksten, lerskiffer
-  Kambrisk alunskiffer och kalksten

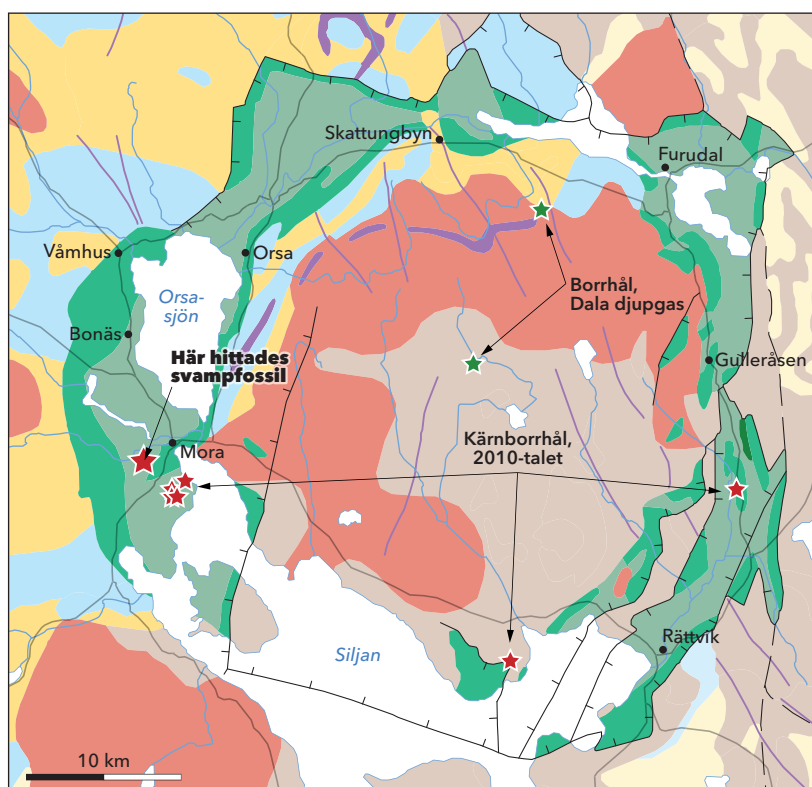
Postsvekokarelska bergarter

-  Diabas (1,3–0,9 miljarder år)
-  Sur intrusivbergart (1,7 miljarder år)
-  Sedimentär bergart (1,7–1,3 miljarder år)
-  Vulkanisk bergart (1,7 miljarder år)

Svekokarelska bergarter

-  Intrusivbergart (ca 1,91–1,75 miljarder år)
-  Sedimentär bergart, metamorf (ca 1,91–1,87 miljarder år)
-  Vulkanisk bergart, metamorf (ca 1,9–1,8 miljarder år)

Förenklad karta över Siljansringen baserad på SGU:s berggrundsdata bas i skala 1:1 miljon. De djupa borrhålen från Dala djupgas är markerade med gröna stjärnor och de nyare prospekteringsborrhålen med röda stjärnor.



årens forskning avslöjar att djupbiosfären i den svåråtkomliga miljön i havsbotten, sediment och i berggrunden sammantaget utgör jordens mest omfattande mikrobiella habitat, både i volym och till mängden biomassa.

Ännu har vi bara skrapat på ytan och precis börjat förstå de ekologiska systemen och deras inverkan på jordens energiflöden. Vi har nyligen visat att komplext liv i form av eukaryoter, t.ex. svamp, kan leva på stort djup i jordskorpan, i en syrefri, mörk och energifattig miljö som man tidigare trodde var förbehållen prokaryoter (arkéer och bakterier). Förståelsen av svamparnas och prokaryoternas fulla ekologiska roll och evolution är ännu i sin linda, och det är i denna kontext som våra nya fynd från Siljansringen ska ses.

Svamp djupt ner i Siljansringens sprickiga berggrund

När vi undersökte det uppspruckna berget djupt ner i kraterkanten, noterade vi små trådlila strukturer i sprickornas hålrum, speciellt i en sek-

tion på ca 530–540 m djup i borrhålet. Denna borrhålssektion fanns i ett kärnborrhål borrar väster om Mora av bolaget AB Igrene.

Sidoberget består främst av en röd finkornig felsisk bergart (en proteozoisisk ryolit). Sektionen är belägen 130–140 m ner i urberget, då paleozoiska sedimentbergarter utgör de översta 410 metrarna av kärnan.

I det uppspruckna berget fanns drushålrum med fina kristaller av kvarts och senare utfälld calcit och sulfid (främst pyrit), tillsammans med de delvis lermineraliserade trådlila strukturererna.

Trådstrukturerna såg ut som något vi tidigare sett i våra undersökningar av basalt under havsbotten och från borrhåll i Oskarshamn. Efter noggrannare undersökning kunde vi belägga att det verkligen var fossila rester av svamp vi hittat – svamp som lever helt utan syre.

Hur kan man veta att det är svamp?

Det är inte alltid lätt att påvisa ett biologiskt ursprung för strukturer som till utseendet liknar fossila mikro-

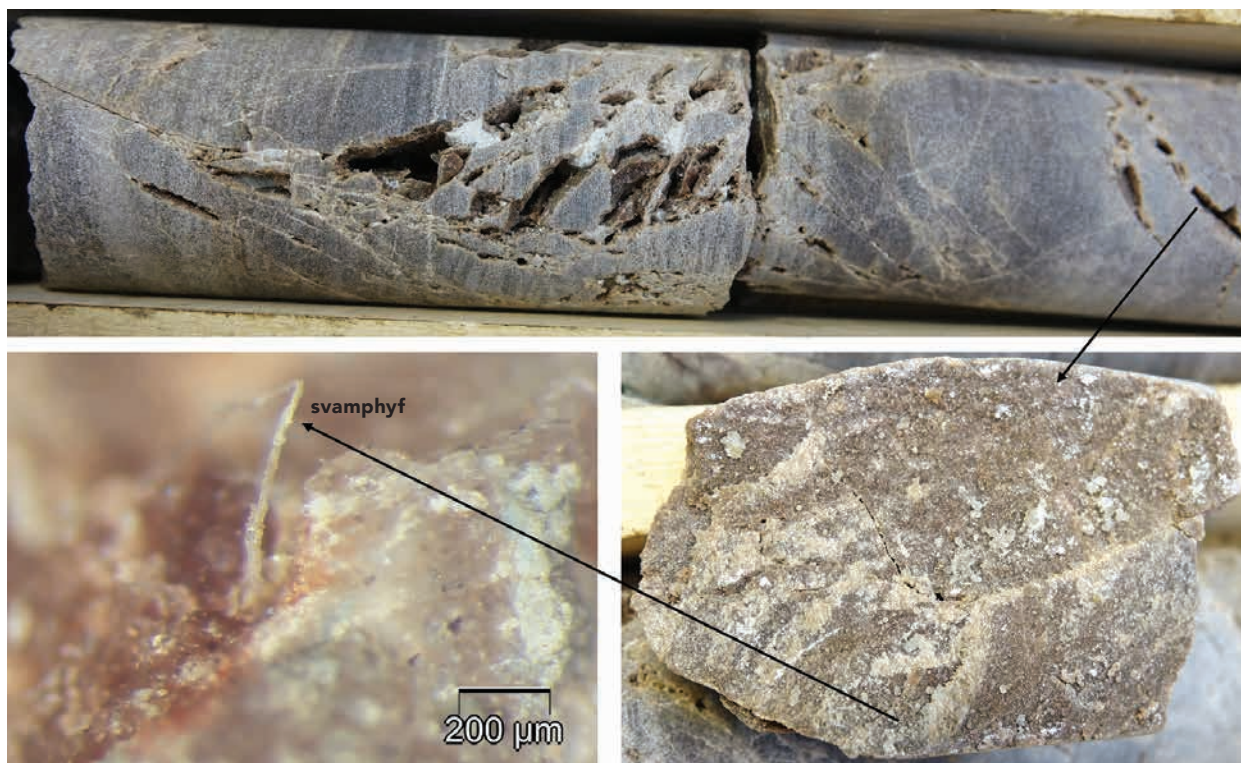
organismer men i detta fall var bevisen entydiga. Morfologin (den jämförande anatomin), uppträdandet och storleken sammanföll med den kännedom vi har om svamp som lever i hålrum i berg och mineral.

Trådarna vi från början såg visade alla karaktäristiska drag av s.k. svamphyfer. Bland annat regelbundna septa (tvärväggar som avskiljer cellerna i en hyf), förgreningar och möjliga anastomoser (sammanskoppling av två eller flera hyfer).

När hyfer bildar komplexa, sammanlänkade nätverk kallas det mycel. Detta känner vi vanligtvis från andra miljöer såsom jordar men de förekommer även djupt ner i berget, och så även i Siljansringen.

Det rör sig alltså inte om de klassiska storsvamparna med fot och hatt som vi är vana att stöta på i skogen utan om ett finmaskigt nätverk av hyfer. Faktum är att 99,9 procent av all svamp på vår planet utgörs av just mycel, och inte av storsvamparnas fruktkroppar som man lätt kan tro.

Ytterligare bevis för att fyndet verkligen utgjordes av svamp fick vi



när kemin undersöktes. Organiska fettsyror som är vanliga hos svamp visade sig vara bevarade. Men än viktigare var identifikationen av bevarat kitin, som är ett ämne som ingår i svampars cellväggar men som inte förekommer hos andra mikroorganismer som bakterier eller arkéer. Förekomsten av kitin gjorde det möjligt att utesluta alternativa tolkningar och övertygade oss om fossilens ursprung.

Svampars uppbyggnad, med bland annat kitin, medför att de lättare bevaras och fossiliseras än andra mikroorganismer som exempelvis bakterier. Tidigare studier från svensk kristallin berggrund har visat att djup svamp antingen bevaras som organiskt material eller mineraliseras av leror. Och så finns det övergångsfaser mellan de båda. Tack och lov är så även fallet med Siljanssvampen. Annars skulle denna del av de djupa ekosystemen ha gått oss förlorad.

Svampens ekologiska roll

Svampen levde i ett litet sprickhålrum i berget, där den växte i en matta av organiskt material, en biofilm som troligtvis bestod av metanogener.

Metanogener är namnet på mikroorganismer som får energi från att omvandla koldioxid och vätgas till metangas. När metanogener bildar metan med hjälp av kol från koldioxid undviker de isotopen kol-13 och föredrar kol-12. Det innebär att den koldioxid som blir kvar får en ovanligt hög halt av kol-13.

Det kolet kan komma att ingå i mineral som bildas runt mikroorganismer i berggrunden. Kalcit är ett sådant mineral, och när vi analyserade kalcitkristaller som låg runt eller var sammanvuxna med svampfossil kunde vi konstatera att kalciten innehöll förhöjda halter av kol-13. Detta stärker bevisen för att metanogener har varit i farten.

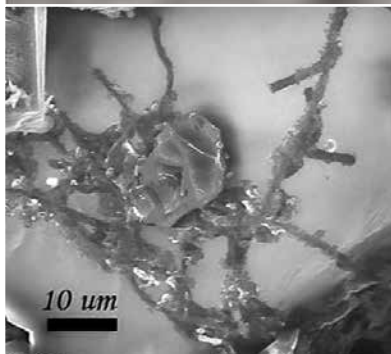
Det var troligtvis svampen som försedde metanogenerna med vätgas. Vätgas bildas nämligen som restprodukt från svampars ämnesomsättning när de bryter ner organiskt material i en syrefri miljö. Svampar och metanogener verkar alltså ha levt i en slags symbios i sprickorna i berggrunden. Liknande symbiotiska förhållanden har tidigare beskrivits från komagar där de ger upphov till omskrivna växtgasutsläpp till atmosfären.

Ovan: Borrkärna från ca 537 m djup med drushålrum som är delvis mineraliserade av kalcit (vit), kvarts, sulfid och trådstrukturer. Den nedre högra bilden visar själva sprickytan och den nedre vänstra är en detaljbild på en svamphyf.

En unik aspekt av fynden är alltså inte bara att svamp koloniserat en meteoritkrater, vilket kan ge alla möjliga associationer ur ett astrobiologiskt perspektiv, utan att den också verkar ha bidragit till produktion av växthusgasen metan i kratern.

På planeten Mars finns meteoritkratrar där metan pyser ut i atmosfären. En dröm vore ju att borra ett djupt kärnborrhål i en impaktstruktur på Mars och se vad som gömmer sig i spricksystemen. Men sådana undersökningar ligger långt in i framtiden och många kronor bort.

Svampfynden i Siljansringen visar att svampar kan vara viktiga nedbrytare av organiskt material och förbisedda symbiotiska kompisar till bakterier och arkéer i den enorma miljö som djupbiosfären i berggrunden utgör. Deras förekomst gör dem där-



Ovan och till vänster: Svepelektronmikroskopbilder av svamphyfer som uppvisar förgreningar. Ovan även en sfärisk struktur som kan vara en spor eller en jästcell från en bergspricka på 540 m djup i Siljans meteoritkrater. Den övre bildens bredd är ca 40 μm.

med kapabla att medverka till mikrobiell produktion av växthusgaser.

Man kan förenklat säga att svamparna har varit med och startat upp en biogasanläggning nere i sprick-systemet. Systemet har matats med kolväten som sipprat ner från överliggande sediment rika på organiskt material (t.ex. Fjäckskaifern) när dessa hettats upp. Vidare kunde reaktivering av sprickor under episoder av förhöjd tektonisk aktivitet öppna upp transportvägar för dessa kolväten från moderbergarten till omkringliggande bergarters spricksystem.

Dessa kolväten är just den typ av olja och bitumen som observerades av Carl von Linné vid Osmundberget under hans resa i Dalarna på 1700-talet, och som vi hittar spår av djupt nere i sprickor i urberget vid Siljansringen. Bitumen och olja har alltså agerat föda åt mikroorganismer nere i berget under lång tid, eller i alla fall i 80 miljoner år som vi kunde visa i Geologiskt forum 105, så det är en matsäck med långt bäst-före-datum.

När levde svampen?

Tillsammans med forskare vid British Geological Survey (den engelska mot-

svarigheten till Sveriges geologiska undersökning) gjorde vi en radiometrisk åldersbestämning av kalcit-mineralen som bildats vid metanproduktionen och när svampen levde. Denna gav en ålder på 39 miljoner år och representerar den första åldersbestämningen av fossil svamp djupt ner i urberget.

Svampen är alltså mer än 300 miljoner år yngre än själva meteoritnedslaget och sammanfaller i tid med flera tektoniska händelser i baltiska sköldens omgivning. Öppnandet av Nordatlanten, bildandet av Alperna och Pyreneerna och dess relaterade reaktivering av Tornquistzonen är några exempel.

Kanske var det vid en av dessa händelser som Siljansringens spricksystem reaktiverades och svamp kunde komma ner till stort djup, t.ex. med ett sötvatten som ersatte de äldre salta vattnen som bildats under sedimenttäcket under lång tid. Metanogener trivs bättre när inte salthalten är alltför hög.

Själva kraterstrukturen, med en ring av nedförkastade sediment, har varit optimal för svampkolonisering då kolväten och organiskt

material från sedimenten kunnat ta sig ner i kraterns sprickor och agerat energikälla.

Mikroorganismer och deras förmåga att kolonisera och överleva i jordens mest ogästvänliga miljöer fortsätter att förbluffa oss, och med våra nya fynd lägger vi en ny svamp pusselbit till jordens djupbiosfärspussel. ♦

Läs mer

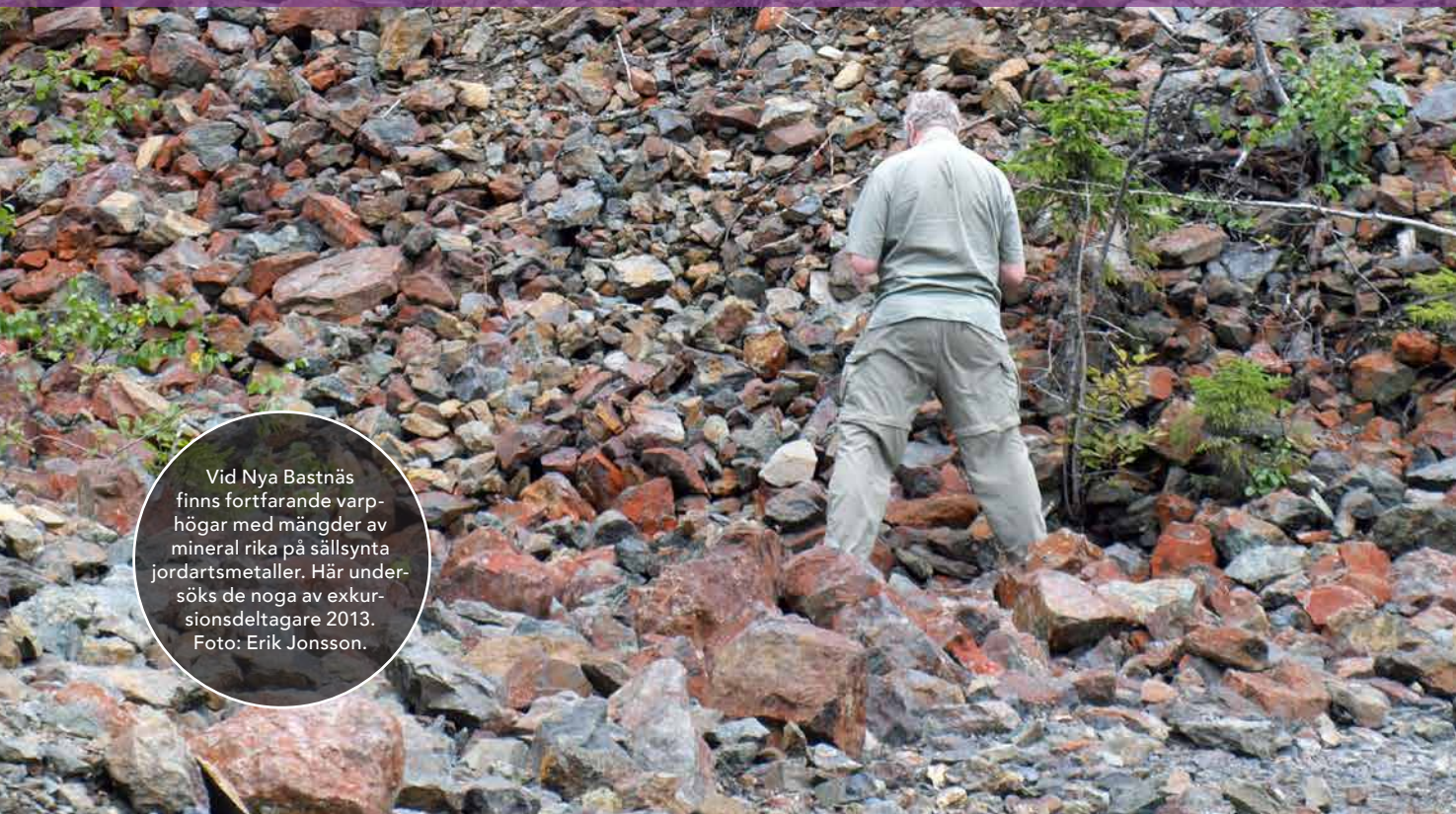
- Drake, H., Ivarsson, M. m.fl. 2021. Fossilized anaerobic and possibly methanogenesis-fueling fungi identified deep within the Siljan impact structure, Sweden. *Communications Earth & Environment* 2, article 34.
- Drake, H. m.fl. 2019. Timing and origin of natural gas accumulation in the Siljan impact structure, Sweden. *Nature Communications* 10, article 4736.
- Drake, H. m.fl. 2015. Extreme ¹³C-depletion of carbonates formed during oxidation of biogenic methane in fractured granite. *Nature Communications* 6, 7020.

Henrik Drake är docent och forskare i miljövetenskap vid Linnéuniversitetet. Magnus Ivarsson är forskare vid enheten för paleobiologi, Naturhistoriska riksmuseet.

✉ henrik.drake@lnu.se



Jakten på de sällsynta jordartsmetallerna



Vid Nya Bastnäs finns fortfarande varphögar med mängder av mineralrika på sällsynta jordartsmetaller. Här undersöks de noga av exkursionsdeltagare 2013. Foto: Erik Jonsson.

De sällsynta jordartsmetallerna är sedan ett tiotal år tillbaka en av de mest omtalade och efterfrågade grupperna av så kallade kritiska metaller. Detta är resultatet av en kombination av Kinas totala dominans av världsproduktionen och ett starkt ökande industriellt behov, inte minst på grund av användningen inom "grön" och "fossilfri" teknik.

TEXT: ERIK JONSSON, KARIN HÖGDAHL, STEFAN ANDERSSON & MARTIYA SADEGHI

NYLIGEN HAR FLERA projekt genomförts för att få fram mer information om vad som finns av de sällsynta jordartsmetallerna i bland annat den svenska berggrunden.

Det här är en del av den pågående jakten på de sällsynta jordartsmetallerna, vars upptäckts-historia började i Sverige för mer än tvåhundra år sedan. Under lång tid kom de och deras värd-mineral att mestadels betraktas som "vetenskaplig exotica" utan ekonomisk relevans.

Ökad användning i ny teknik

Teknikutvecklingen från den senare delen av 1900-talet och fram till idag har dock gjort dessa grundämnen ovärderliga för modern teknik. Därmed har de också blivit högintressanta ur alltifrån ekonomiska till industriella och geopolitiska perspektiv. Kinas nyliga hot om exportbegränsningar samt handelskonflikter med USA belyser den globala risken för brist på dessa specialmetaller.

Detta tillsammans med det faktum att Europa idag är helt beroende av import av sällsynta jordartsmetaller, liksom av flertalet andra viktiga teknikmetaller, har gjort att flera initiativ tagits för att se över den europeiska potentialen för utvinning och produktion.

Initiativen kom som en naturlig respons på att Kina begränsade exportkvoterna till bland annat Japan 2009–2010. Det ledde till att resten av världen uppmärksammade Kinas position som nyckfull ensamproducent (då med över 95 procent av världsproduktionen). Insikten ledde till panik och påföljande extrema prisökningar för sällsynta jordartsmetaller under 2011.

Eftersom Kinas agerande sammanföll med en snabbt ökande

användning av flera av de sällsynta jordartsmetallerna inom grön, fossilfri och energibesparande teknik bidrog detta till en större medvetenhet om bristproblematiken, även hos politiker.

Kinas dominans minskar något

En bred jakt efter mineraliseringar med sällsynta jordartsmetaller drog igång över hela den isfria delen av världen, både inom gamla kända områden och på obanad mark, från djungel till tajga.

Flera gamla och nya projekt har därmed också kommit i produktion sedan paniken 2010–2011, och idag har Kinas dominans minskat från omkring 95 procent av världsproduktionen till omkring 63 procent.

Europa förlitar sig i dagsläget på två huvudleverantörer för importen av oxider av sällsynta jordartsmetaller: Vladimir Putins Ryssland och Xi Jinpings Kina. Tillsammans står de för omkring 80 procent av EU:s behov.

EU:s kritiska lista

Efter att politiker och andra inom EU fått upp ögonen för problemen med resursförsörjning påbörjades ett arbete med att öka självförsörjningsgraden. Ett led i detta var bland annat att ta fram en lista över kritiska råvaror.

Begreppet kritisk refererar till att materialen i listan både är centrala och icke utbytbara för ekonomiskt viktig industri-teknologi i Europa, och att denna industri mer eller mindre helt förlitar sig på import från ett fåtal länder, däribland Kina, Ryssland, Sydafrika och Demokratiska Republiken Kongo.

Nedan: Bayan Obo i norra Kina (Inre Mongoliet) är idag den största enskilda producerande förekomsten av sällsynta jordartsmetaller i världen. Det här malmprovet är finkornigt och dominerat av det gulaktiga huanghoit-(Ce), med den kemiska formeln $\text{Ba}(\text{Ce}, \text{LREE})(\text{CO}_3)_2\text{F}$, och andra fluorokarbonater med sällsynta jordartsmetaller, tillsammans med mörkt lila fluorit. Bildbredd ca 2,5 cm.

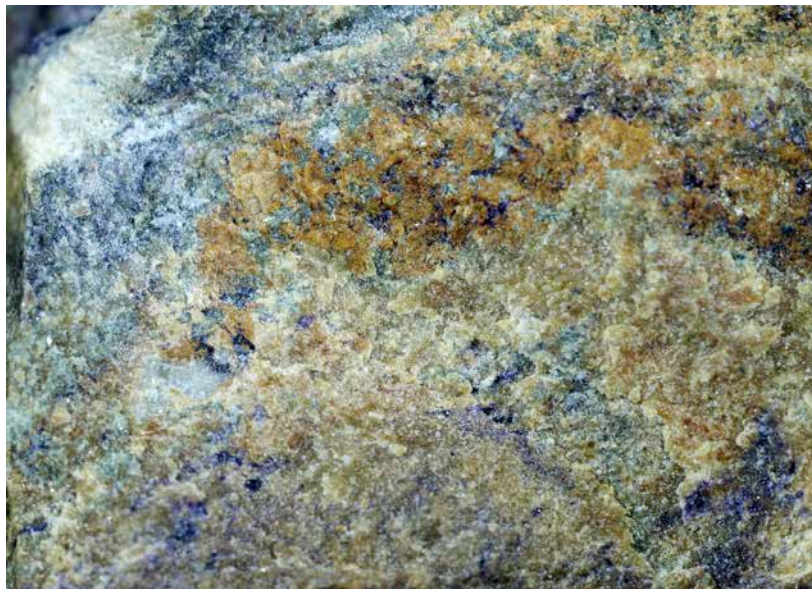


FOTO: ERIK JONSSON

2020 ÅRS EU-LISTA ÖVER KRITISKA RÅMATERIAL

De råmaterial som finns på listan har bedömts som kritiska för vårt samhälle och för välfärden. De väljs ut efter två viktiga kriterier: ekonomisk betydelse och tillgångsrisik.

Antimon	Kobolt
Baryt	Kokskol
Bauxit	Litium
Beryllium	LREE
Borater	Magnesium
Flusspat	Naturgummi
Fosfatbergarter	Niob
Fosfor	PGM
Gallium	Skandium
Germanium	Strontium
Grafit	Tantal
Hafnium	Titan
HREE	Vanadin
Indium	Vismut
Kisel	Volfram

HREE: tunga sällsynta jordartsmetaller (Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) samt yttrium
LREE: lätta sällsynta jordartsmetaller (La, Ce, Pr, Nd, Sm)

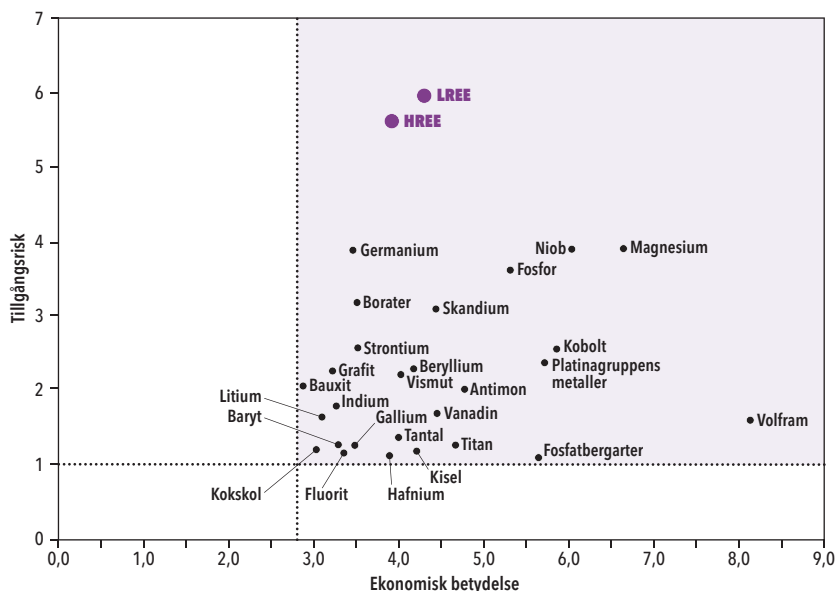
Den första listan kom 2011 och innehöll 14 olika material. Sedan dess har listan uppdaterats flera gånger och den senaste innehåller 30 råmaterial som bedöms som kritiska (se faktarutan ovan).

I vissa sammanhang har beteckningen *innovationskritiska metaller* använts för flera av de kritiska metallerna, men med en mer svävande och luddig mening. Den termen är direkt olämplig, för att inte säga motsägelsefull, då vi ju inte vet vilka metaller (eller mineral) som eventuella kommande innovationer kommer att behöva – uppfinningarna är ju inte gjorda ännu. Dagens tillämpningar, däremot, som driver efterfrågan just nu och i den närmaste framtiden är inte innovationer längre.

Höga priser och stor efterfrågan väntas

Även om priserna på de sällsynta jordartsmetallerna gått ned en hel del sedan den extrema prisökningen runt 2011–2012 så är flertalet av de mer eftertraktade av dem fortfarande dyrare än före 2010 års "kris".

Med tanke på alla de scenarier med fokus på fossilfri teknologi som för



närvarande planeras och genomförs finns heller ingen anledning att tro att de mera eftertraktade av de sällsynta jordartsmetallerna kommer att bli vare sig billigare eller mer lättillgängliga inom en överskådlig framtid.

Debatten om kritiska metaller och mineral har på senaste tid fokuserat mest på de råvaror som krävs för de batterier som behövs till den expanderande elfordonsmarknaden, t.ex. kobolt och grafit. Men utöver dessa ämnen så krävs fortfarande också stora mängder av sällsynta jordartsmetaller för elbilarna, framför allt till magneter i motorer och generatorer. I nuläget är det just magnetstillverkningen som kraftigast driver efterfrågan på specifika sällsynta jordartsmetaller. Dessutom finns naturligtvis en mängd andra tillämpningar inom olika teknologier där sällsynta jordartsmetaller behövs.

De sällsynta jordartsmetaller som bedömts ha den allra högst ekonomiska betydelsen i den senaste EU-klassningen är praseodym, gadolinium, neodym, dysprosium och samarium. Den lätta och förhållandevis rikligt förekommande lantan har däremot bedömts ha lägst ekonomisk betydelse.

Stort EU-projekt grund för fortsatta studier

Ett stort EU-projekt inriktat specifikt mot de sällsynta jordartsmetallerna

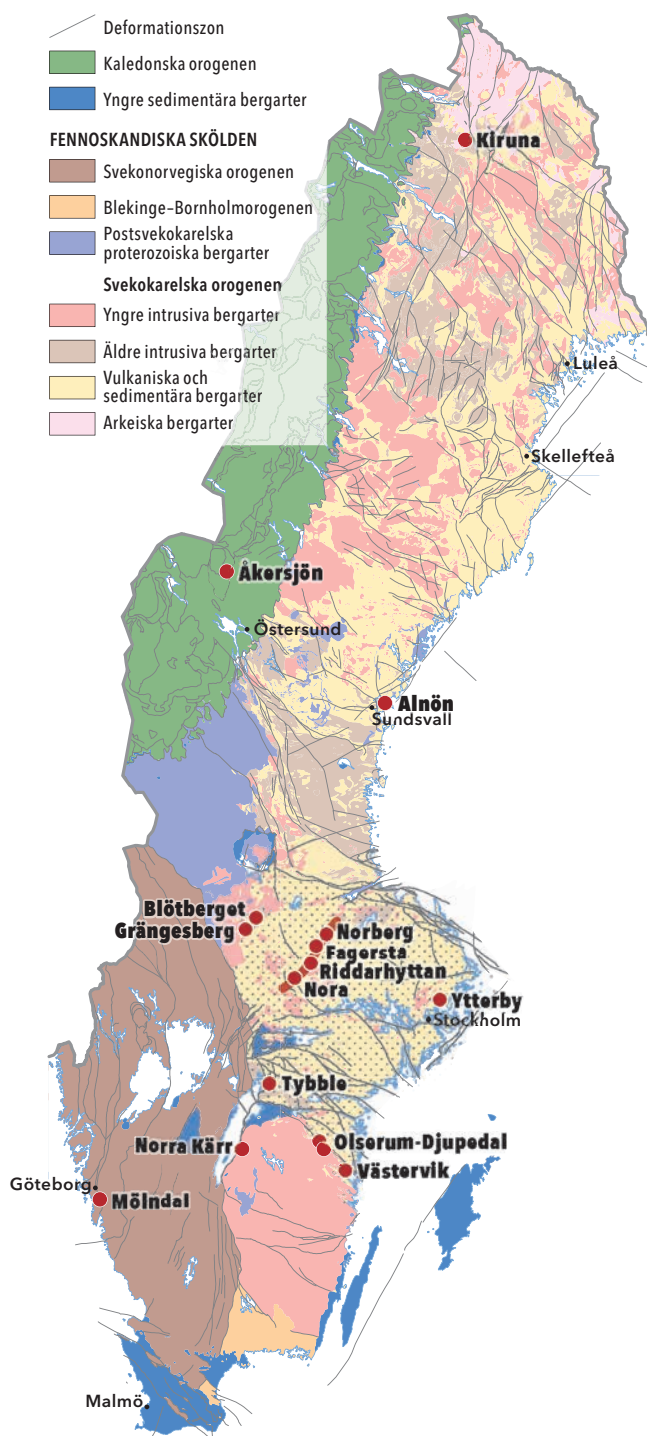
Ovan: De kritiska materialen i en graf som åskådliggör totalt vägd ekonomisk betydelse för europeisk industri för varje ämne (x-axeln) mot den beräknade tillgångsrisiken (y-axeln).

var Eurare som startade 2013 (se faktaruta på sidan 26). Grundtanken bakom projektet var att bygga upp kunskaperna inom EU om sällsynta jordartsmetaller, från de geologiska förekomsterna till brytning, anrikning och renframställning.

Projektet täckte således hela kedjan från geologiska resurser och till mineralprocessering och renframställning av metaller och oxider, men tog också med potentialen för återvinning, liksom miljöaspekter.

Sveriges geologiska undersökning (SGU) deltog i projektet 2013–2017, främst inom det arbetspaket som riktat sig mot primära, alltså geologiska, resurser. Arbetet inom projektet resulterade bland annat i en sammanställning över förekomsten av sällsynta jordartsmetaller i Sverige. Den publicerades 2019.

Därefter har SGU i viss mån fortsatt verksamheten med provtagning riktad mot sällsynta jordartsmetaller och andra kritiska metaller i primära och sekundära geologiska resurser i Bergslagen inom ramen för nya och pågående projekt.



Ovan: Berggrundskarta över Sverige med nyckellokalor och områden som nämns i texten. Bergslagen utmärkt med ett prickmönster. REE-linjen markerad i form av en röd linje. Från SGU:s berggrundsdatabas i skala 1:1 miljon.

Uppsala universitet har, med stöd både från Vetenskapsrådet och SGU, genomfört undersökningar av kritiska metaller och inte minst sällsynta jordartsmetaller i varphögar och mineraliseringar i Bergslagen, med fokus på apatitjärnmalm och skarn. Dessutom har forsknings-

projekt på redan kända svenska mineraliseringar med sällsynta jordartsmetaller initierats, t.ex. Norra Kärr och Olserum-Djupedal.

Både innan Eurare-projektet startade och under projektiden har förstas prospekteringsbolagen visat ett ökat intresse för sällsynta jordartsmetaller även i Europa. I Sverige har framför allt dåvarande Tasman Metals AB gått i täten och utvecklat flera högintressanta förekomster. De deltog också i Eurare-projektet.

Sverige och den Fennoskandiska skölden som jaktmark

Att den Fennoskandiska skölden, tillsammans med dess yngre, pålagrade bergarter, är ett av de främsta målen för prospekterare på jakt efter bas- och ädelmetaller i Europa är väl känt, men detta kan också sägas gälla för sällsynta jordartsmetaller.

Utöver kända och potentiella sekundära anrikningar av sällsynta jordartsmetaller i karst- och bauxitförekomster i sydöstra Europa så bör den Fennoskandiska skölden vara det mest relevanta området att leta i.

Här finns redan två kända förekomster i Sverige som sannolikt också är de med störst potential att bli en producerande gruva inom EU.

Dessutom är potentialen för utvinning av sällsynta jordartsmetaller tillsammans med fosfor som biprodukter från brytningen av apatitjärnmalm till synes också ganska stor. Ett projekt i Kiruna i Norrbotten har redan kommit relativt långt. Potential finns också i Grängesberg och Blötberget i Bergslagen.

Anledningen till att just den Fennoskandiska skölden har stor potential för nya upptäckter grundar sig i att här finns en varierande berggrundsgeologi, och därmed också ett brett spektrum av olika malmtyper.

Ur ett svenskt perspektiv finns anrikningar av sällsynta jordartsmetaller, utöver i de tidigare nämnda apatitjärnmalmerna (Kiruna, Grängesberg), också i granitpegmatiter och granitiska bergarter (t.ex. i den så kallade RA-graniten i Mölndalsområdet), alkalina magmatiska bergarter (Norra Kärr), skarnmalmer (t.ex. Bastnäs med flera i REE-linjen i Bergslagen), karbonatiter (Alnö, Åkersjön), paleovaskförekomster (Västervikstrakten) och i granitrelaterade hydrotermala mineraliseringar (Olserum-Djupedal).

Förutom dessa finns det många andra förekomststyper representerade inom skölden och dess pålagrade yngre bergarter. Merparten är associerade med alkalina magmatism, medan andra är av huvudsakligen hydrotermalt ursprung, med eller utan anknytning till känd magmatisk aktivitet.

Gamla och nya mineraliseringar

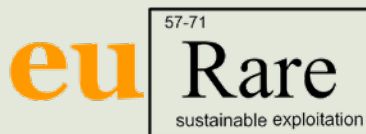
I många av de intressanta områdena i Sverige har jakten hittills bedrivits främst i eller i närheten av redan kända förekomster. Detta rimmar också väl med gamla prospekteringsmaximer i stil med *the best chance of discovery is in the shadow of the headframe*, alltså att man har bäst chans att göra upptäckter i skuggan av gruvlaven, invid redan kända mineraliseringar.

EURARE

Huvudsyftet med Eurare-projektet var att lägga grunden för utvecklingen av en europeisk industri med fokus på sällsynta jordartsmetaller. Målet var att trygga tillgången till de råvaror som behövs inom industrin.

Förutom kartläggning och karaktärisering av vilka resurser av sällsynta jordartsmetaller som finns i Europa, har projektet också arbetat med sammanställningar av konsumtion och materialhantering av dessa material.

Deltagarorganisationerna utgörs av europeiska universitet och högskolor, forskningsinstitut, privata



bolag, samt nationella geologiska undersökningar.

Projektet medfinansierades av Europeiska kommissionen, hade en total budget på 13 845 950 euro och pågick 2013–2018.

Läs mer om projektet på www.eurare.org

Detta tänkande gäller dock nog främst etablerade malmtyper som basmetallsulfider och ädelmetaller snarare än udda och mera sällsynta metallmineraliseringar med i flera fall omdiskuterat ursprung. Trots detta finns ett flertal mineraliseringar av sällsynta jordartsmetaller i och i närheten av gamla gruvfält i landet. Överlag har sällsynta jordartsmetaller en viss tendens till att förekomma tillsammans med järnmalmer.

Två superkändisar

Av Sveriges förekomster av sällsynta jordartsmetaller framstår två i en alldeles egen klass historiskt sett: Bastnäsfältet i Riddarhyttan i västra centrala Bergslagen och Ytterby fältspatgruva på Resarö, väster om Vaxholm.

Själva upptäckten av den första sällsynta jordartsmetallen, som fick namnet *yttria* (men som sedermera konstaterades vara en blandning dominerad av yttrium), gjordes under 1700-talet i mineralprov från den då aktivt brutna pegmatitgången i Ytterby. Därefter upptäcktes också ett antal tunga sällsynta jordartsmetaller.

Det stämmer dock inte vad som ibland skrivs att man också brutit sällsynta jordartsmetaller i Ytterby. Där bröts endast kvarts och fältspat.

Det är också normalt så med mineraliseringar av sällsynta jordartsmetaller i granitpegmatiter att de sällan, åtminstone inte ur ett modernt industriellt perspektiv, uppvisar någon verklig ekonomisk poten-

tial. Det beror på att de sällsynta jordartsmetallerna finns i ganska många värdmineral, och att dessa är mest koncentrerade till mindre delar av pegmatiterna, som i sig ofta är volymsmässigt små.

I samband med bland annat Eurareprojektet provtogs och analyserades en del granitpegmatitmaterial, vilket tydligt bekräftade de förväntade mycket höga halterna av ekonomiskt attraktiva tunga sällsynta jordartsmetaller samt yttrium, men också de typiska ofta starkt förhöjda uran- och toriumhalterna.

Bastnäs och dess släktingar

I fallet med Bastnäsfältet, och i synnerhet gruvorna vid Nya Bastnäs, så var det här som upptäcktskedjan av de lätta sällsynta jordartsmetallerna startade i och med publikationen om den nya metallen cerium år 1804. Här upptäcktes också ett antal nya mineral, bland annat just värdmineralet för cerium, idag benämnt cerit-(Ce).

Mineraliseringen i Bastnäs är ett järn- och i varierande grad kopparrikt skarn som innehåller höga till mycket höga halter av sällsynta jordartsmetaller.

Med tiden kom man att inse att denna mineraliseringstyp också förekommer på andra håll i Bergslagen, framför allt i och i närheten av Norberg. SGU-geologen Per Geijer gjorde stora insatser under 1900-talets första hälft vilket ledde fram till att mineraliseringarna karaktäriserades som skarnjärnmalmer av "bastnästyp", en term som han också myntade.

Ytterligare observationer, upptäckter och forskning under 2000-talet har lett fram till att vi idag känner ett antal liknande mineraliseringar längs ett över 100 km långt nordost-sydvästligt orienterat stråk i Bergslagen, den s.k. REE-linjen. I mineraliseringarna längs denna förekommer ett stort antal olika mineral som värdar för de sällsynta jordartsmetallerna.

I Bastnäs-fältet uppvisar skarnen som är anrikade på sällsynta jordartsmetaller också relativt höga halter av andra metaller som kobolt, guld, molybden, tellur och vismut. Detta går dock igen i endast en del av de andra mineraliseringarna av bastnästyp inom REE-linjen.

Ett generellt släktskap indikeras emellertid av ofta något förhöjda halter av flera av dessa metaller och av karaktäristiska anrikningstrender för specifika jordartsmetaller.

Norra Kärr bäst potential

Den förekomst i Sverige och Europa som idag har bäst potential att bli en producerande gruva är utan tvivel den lilla (ca 1300 × 350 m), mesoproterozoiska nefelinsyenitiska intrusionen vid Norra Kärr. Tasman Metals har borrar på fyndigheten och definierat en mineralisering på över 31 miljoner ton med 0,52 procent TREO (total rare earth oxides, alltså genomsnittlig totalhalt av sällsynta jordartsmetalloxider). De sällsynta jordartsmetallerna planeras att utvinna framför allt från alkali-zirkoniumsilikater i eudialytgruppen.

Intrusionen smalnar visserligen av nedåt, men där finns ändå en avsevärd potential utöver den definierade resursen, i och med att denna endast omfattar en uppborrad volym ned till 200 meters djup.

Stor potential också i Olserum-Djupedal

Den andra mineraliseringen med stor potential är Olserum-Djupedal i Västervikstrakten i norra Småland. I det här fallet handlar det om en närmast unik typ av hydrotermal mineralisering med sällsynta jordartsmetaller. Den har få likheter med andra kända mineraliseringar, inte bara i ett fennoskandiskt perspektiv utan även globalt.

FOTO: ERIK JONSSON.

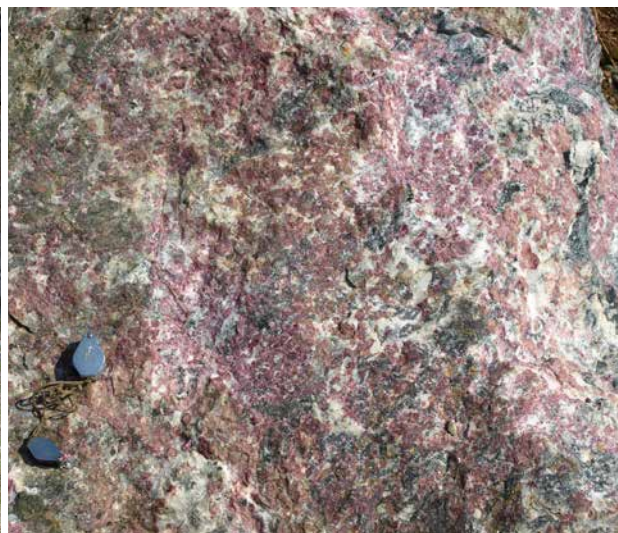


FOTO: ERIK JONSSON.

FOTO: STEFAN ANDERSSON.



FOTO: ERIK JONSSON.

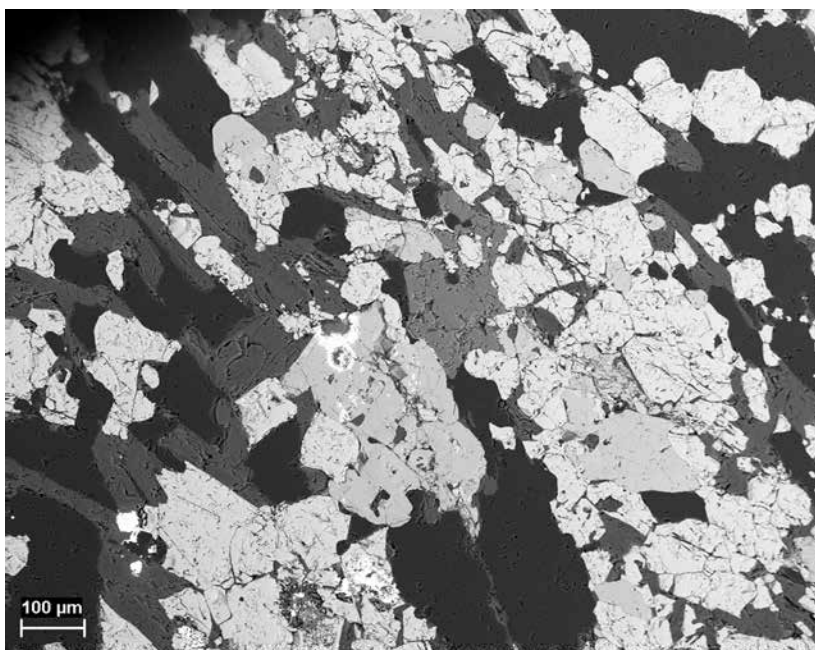
Ett antal gamla järngruvor och järnmalmsskärpningar finns i och i närheten av Olserum-Djupedal och brytning av dessa startade omkring 1745. Under 1950- och 1970-talen genomfördes uranprospektering i området, men rikedomerna på sällsynta jordartsmetaller uppdagades först tidigt 1990-tal efter provtagningar utförda av SGAB.

Övre vänstra bilden: Håvard Gautneb, NGU, undersöker en av väggarna i pegmatitbrottet i Ytterby med en scintillometer. I just den här typen av pegmatiter finns en direkt koppling mellan förhöjd radioaktivitet och mineral rika på sällsynta jordartsmetaller.

Övre högra bilden: Eudialytförande (röd) pegmatoid nefelinsyenitisk bergart i fast klyft i Norra Kärr. Eudialytgruppens mineral utgör huvudmalmineralet här. Denna håll är idag bortsprängd.

Nedre vänstra bilden: Mineralisering i håll vid Bersummen i Olserum-Djupedalsområdet. Gångarna med sällsynta jordartsmetaller är några centimeter till ett par decimeter breda och innehåller fluorapatit och xenotim-(Y).

Nedre högra bilden: Dåvarande uppsala-studenten Jingjing Jiao provtar apatitjärnmalm med sällsynta jordartsmetaller från Blötberget i Bergslagen. SGU:s borrhärnarkiv i Malå.



Till vänster: Järnmalm rik på sällsynta jordartsmetaller från Tybble gruvor i södra Bergslagen. Bilden är tagen med s.k. backscatterdetektor i ett svepelektronmikroskop, i vilken de mineral som har högre andel tunga grundämnen (högre atomnummer) blir ljusare. Här syns de lätta silikaterna i svart, magnetit som ljusast grå, fluorapatit som mellangrå samt finkorniga sprickfyllnader och mindre korn och aggregat av REE-rika mineral i vitt. De mineral som innehåller sällsynta jordartsmetaller i detta prov är fluorkarbonater och något allanit-(Ce).

Därefter har omfattande prospekteringsinsatser inriktad på sällsynta jordartsmetaller gjorts på 2000-talet, först av IGE Nordic AB och senare av Tasman Metals. De senare definierade en resurs om 4,5 miljoner ton med 0,6 procent TREO med höga halter av de tyngre och normalt mera eftertraktade sällsynta jordartsmetallerna, vilken offentliggjordes 2013.

Malmgeologiska studier

Förekomsterna i Olserum-Djupedal har nyligen blivit undersökta och malmgeologiskt karakteriserade. De malmmineral som innehåller sällsynta jordartsmetaller utgörs huvudsakligen av fosfaterna xenotim-(Y) och monazit-(Ce), i någon mån tillsammans med fluorapatit som också innehåller sällsynta jordartsmetaller.

Mineralen uppträder alla som lokalt upp till flera centimeter stora kristaller i gångar som är dominerade av biotit-magnetit-fluorapatit. Övriga mineral med sällsynta jordartsmetaller som påvisats är allanit-(Ce), ferriallanit-(Ce), samarskit-(Y), fergusonit-(Y) och bastnäsit-(Ce).

Mineraliserade gångar finns huvudsakligen i tre delområden: Olserum, Djupedal och Bersummen och de har något olikartad karaktär. Gemensamt är att gångarna delvis

uppträder i en ca 1,8 miljarder år gammal granitpluton tillhörande det Transskandinaviska magmatiska bältet, men främst i de intilliggande metasedimentära bergarter som tillhör Västerviksformationen.

Bildningen av gångarna är tidsmässigt tydligt kopplad till den granitiska aktiviteten.

Olikheterna mellan delområdenas gångar består i att de i olika grad påverkats av senare deformation, metamorfos (inklusive migmatisering) och klippande pegmatitgångar. Även omfattningen av hydrotermal omvandling varierar mellan dem.

Trots olikheterna har det visat sig att gångarna i samtliga delområden bildats av samma relativt högtempererade och granit-deriverade hydrotermala system.

Utöver det faktum att Olserums-mineraliseringarna innehåller något förhöjda halter av uran och torium, vilket kan påverka en tillståndsprövning för eventuell brytning, är de bland de mest lovande av de kända mineraliseringarna med sällsynta jordartsmetaller i Europa, framför allt eftersom andelen tyngre sällsynta jordartsmetaller är hög. Det finns dessutom sedan länge en väletablerad teknik för att utvinna dessa ur förekomsternas fosfatmineral.

Apatitjärnmalm intressanta

Att apatitjärnmalm generellt är anrikade på sällsynta jordartsmetaller, främst i fluorapatiten, har varit känt sedan lång tid. Per Geijer rapporterade för första gången på 1930-talet om förhöjda halter av cerium och "yttriumjordar" (dvs. yttrium och tunga sällsynta jordartsmetaller) i apatitjärnmalmerna från Kiruna.

År 1948 publicerade Sture Landergrén analyser som bekräftade detta samt visade på liknande förhöjda halter i Grängesbergsmalmerna i Bergslagen. I både Kiruna- och Grängesbergsgruvorna gjordes senare också försök i flera omgångar att anrika sällsynta jordartsmetaller ur apatiten.

Under de senaste tio åren har detaljerade undersökningar som gjorts bland annat av mineralogin i Grängesbergsmalmerna och de närbelägna Blötberget och Idkerberget lett till ny och detaljerad kunskap om hur de sällsynta jordartsmetallerna förekommer. Studierna har utförts både i form av studentarbeten och finansierad forskning på Uppsala universitet och Sveriges geologiska undersökning.

Bland annat har det visats att fluorapatiten är den primära värden för sällsynta jordartsmetaller i dessa malmer, men att de därefter i ganska

stor utsträckning remobiliserats på olika skalor i samband med senare geologiska händelser.

De har lett till att nya mineral bildats med högre totalhalter av jordartsmetaller, framför allt monazit-(Ce), xenotim-(Y) och allanit-(Ce).

Även om de högre totalhalterna kan ses som positivt har remobiliseringen skapat ett mera heterogent material bestående av både olika fosfater, silikat, samt i någon mån karbonater. De kemiskt olikartade mineralen kan leda till att det kan krävas flera olika extraktionsprocesser för att utvinna de sällsynta jordartsmetallerna. Sannolikt leder det också till sämre utbyte under en eventuell utvinning.

Intressanta restprodukter

Det faktum att man i flera av gruvorna separerat ut slig med förhöjda apatithalter i samband med brytningen gör att potentialen ökar för att åtminstone dessa, redan anrikade och malda material, skulle kunna ha en ekonomisk potential för utvinning av sällsynta jordartsmetaller och fosfor (som i LKAB:s pågående projekt i Kiruna).

Undersökningar som gjordes under driften av Grängesbergsgruvan visade tydligt att den absolut största

andelen av sällsynta jordartsmetaller i malmen som bröts hamnade i apatitslügen (i de fall denna separerades ut) samt i avfallssanden. Lägst halt av sällsynta jordartsmetaller fanns i den magnetitseparerade slig som utgjorde den viktigaste komponenten vid järnframställningen.

Provtagning och analyser som nyligen gjorts av SGU bekräftar också att det finns intressanta halter av både sällsynta jordartsmetaller och fosfor i Grängesbergs sandmagasin. Sannolikt finns en god potential för detta också i Blötberget.

Fler mineraliseringar med potential

I samband med SGU:s undersökningar av olika mineraliseringar med potential för sällsynta jordartsmetaller inom Eurareprojektet provtogs och analyserades även andra typer av järnmalmer i Bergslagen. Anmärkningsvärt höga halter av sällsynta jordartsmetaller noterades då i ett flertal av dessa.

Ett exempel är de gamla järngruvorna vid Tybble, öster om Zinkgruvan i södra Bergslagen. Tidigare undersökningar (under tidigt 1990-tal) hade uppmärksammat dessa malmer som svagt förhöjda på sällsynta jordartsmetaller. En ny bulkanalys

av järnmalmen gav en halt på dryga 17 000 ppm totala REE. Mineralogiska undersökningar visade att den magnetitdominerade järnmalmen här innehåller sällsynta jordartsmetaller i mineralen allanit-(Ce), REE-anrikad epidot, monazit-(Ce), REE-fluorokarbonater, samt heterogena faser med uran, bly och sällsynta jordartsmetaller.

Denna typ av mineralisering kan mycket väl förekomma i ett större område, och överlag visade denna provtagning och analyser på betydligt mera och spridda REE-mineraliseringar i järnmalmer av olika karaktär i Bergslagen än vad som tidigare varit känt.

I samband med andra undersökningar i södra Bergslagen gjorda av

Nedan till vänster: Användning av portabel XRF vid undersökning av potentiell mineralisering av sällsynta jordartsmetaller. I detta fallet är förekomsten en paleovaskavlagring i en metasedimentär bergart tillhörande Västerviksformationen vid Klockartorpet, nära Västervik.

Nedan till höger: Sulfid- och oxidförande varp efter kopparbrytning i Greksåsar, väster om Nora. Denna visade sig vara rikligt mineraliserad med sällsynta jordartsmetaller, om än osynligt för blotta ögat.



FOTO: ERIK JONSSON.

SGU påträffades signifikanta halter av sällsynta jordartsmetaller i anslutning till järnmalm vid Venafältet, nordnordväst om Zinkgruvan.

Även i Norrstrakten och i järngruvefälten vid Fagersta har ett antal nya mineraliseringar med sällsynta jordartsmetaller påvisats.

I exempelvis Repabergsgruvorna strax väster om Nora påvisades en totalhalt över 30 000 ppm totala REE (inklusive yttrium) i ett material helt utan makroskopiskt synliga REE-mineral. De faktiska totalhalterna är säkerligen betydligt högre eftersom de rikare proven i många fall hade högre halter än den övre detektionsnivån för flera sällsynta jordartsmetaller med den använda analysmetoden.

I ett par mindre sulfid- och oxid-mineraliseringar i närheten av Greksåsar, väster om Nora, fann man totalhalter upp till omkring 17 500 ppm totala REE (inklusive yttrium), i en sulfidförande magnetitmalm utan synliga REE-mineral.

I flera av de aktuella förekomsterna (alla i eller i anslutning till historiska gruvor) kunde också förhöjda metallhalter som är karaktäristiska för bastnästypskarnen observeras. I dessa fall har vi ännu inte hunnit gå vidare och undersöka vilka mineral som är värddar för de sällsynta jordartsmetallerna, eller hur de uppträder textuellt och paragenetiskt. Allt detta är viktiga pusselbitar för att förstå vilken typ av förekomster de representerar.

Möjigen början till starten

Efter tio år av EU-sammanställningar av kritiska metaller och mineral för den europeiska industrin ligger de sällsynta jordartsmetallerna kvar i toppen vad gäller den högsta tillgångsrisk. För ett urval av dem har risken även höjts relativt övriga med avseende på deras ekonomiska betydelse.

Under dessa år har vi däremot ännu inte sett någon europeisk produktion av sällsynta jordartsmetaller komma igång. I bästa fall har vi sett början till starten. Detta till trots ligger de två mest lovande mineraliseringarna i Europa, Norra Kärr och Olserum-Djupedal, i Sverige.

Bättre kunskapsläge men många frågor återstår

Flera rapporter och vetenskapliga artiklar om svenska mineraliseringar med sällsynta jordartsmetaller har publicerats under de senaste åren och överlag har kunskapsläget förbättrats, men det finns fortfarande åtskilliga kvarvarande luckor och en del rejäla hål.

Vi har idag kännedom om flera mineraliseringar rika på sällsynta jordartsmetaller där vi alls inte vet om de endast är resultat av små skördar av slumpen eller om de representerar mer storskaliga processer som hittills undgått upptäckt. Vi känner till mineraliseringar med sällsynta jordartsmetaller där vi inte ens har en aning om när och hur de bildats.

Vi känner till regionala deformationszoner där vi vet att magmatiska bergarter mineraliserade med sällsynta jordartsmetaller bildats under ett litet fönster i tiden, men inte om det också var en geografiskt mycket begränsad process. Och så vidare.

Stor potential för nya upptäckter

Det är tydligt att merparten av de nyupptäckta mineraliseringarna med signifikanta halter av sällsynta jordartsmetaller i Bergslagen i princip saknar megaskopiskt synliga värddmineral för dessa. De är med andra ord en form av "osynliga REE", för att parafrasera termen för osynligt guld i sulfider.

I flera fall är det därför de sällsynta jordartsmetallerna aldrig uppmärksammades under brytningstiden. Och de avviker därigenom från den klassiska bastnästypens mineraliseringar i

LÄS MER

- Axel Sjöqvist. 2014. Sällsyntare än en lottovinst. *Geologiskt forum* nr 84.
- Erik Jonsson, Karin Högdahl & Nikolaos Arvanitidis. 2015. Sällsynta och kritiska metaller i vanliga och ovanliga mineral. *Geologiskt forum* nr 85.
- Erik Jonsson, Karin Högdahl & Nikolaos Arvanitidis. 2015. Eftersökta ättlingar. Sällsynta och kritiska metaller i vanliga och ovanliga mineral – del 2. *Geologiskt forum* nr 86.
- Martiya Sadeghi (red.) 2019. Rare earth elements distribution, mineralisation and exploration potential in Sweden. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden* 146.

och med att många av dem inte direkt går att klassificera som den "klassiska" typen av skarn. Dessa observationer visar på fortsatt upptäcktpotential i Sverige, inte minst just i Bergslagen.

Förhoppningsvis kan informationen användas för att stimulera framtida prospekterings- och forskningsinsatser riktade mot att förstå befintliga och därmed lättare upptäcka nya typer av sådana mineraliseringar i Sverige.

Vi behöver nu ta nya steg för att öka potentialen för att kunna nyttja svenska mineraliseringar som en framtida primär resurs för europeisk produktion av sällsynta jordartsmetaller. Jakten på förekomster liksom kunskap och förståelse fortsätter! ♦

Erik Jonsson, Karin Högdahl, Stefan Andersson och Martiya Sadeghi.

✉ Erik.Jonsson@sgu.se

OM FÖRFATTARNA



Erik Jonsson är statsgeolog vid SGU och adjungerad professor i mineralogi vid Uppsala universitet.



Karin Högdahl är docent och lektor vid Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet.



Stefan Andersson är fil. dr. och forskare vid Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet.



Martiya Sadeghi är fil. dr. och statsgeolog vid SGU, avdelningen för mineralresurser.

På gång

På grund av pandemin finns inte många aktiviteter annonserade och de få som annonserats kan komma att ställas in. Håll därför extra koll på evenemangens egna hemsidor.

12 juni och tills vidare. Boom i Bergslagen. Ny utställning på Örebro slott om järnbruket och om järnets betydelse för Sverige.

Läs mer: www.olm.se/utställningar/2021-03-31-boom-i-bergslagen.html

7-8 augusti. Mineral-, fossil- & smyckestensmässan. Falkängens hantverskby, Hällekis, Kinnekulle. Läs mer: skaraborgsgeologiska.se/valkommen-till-arets-massa/

4 september. Zinkgruvan Run of Mine. Löpevent under jord i Zinkgruvan.

Läs mer på www.zinkgruvanmining.com/index.php/zinkgruvan-run-of-mine/

11 september. Geologins Dag. Läs mer på geologinsdag.nu

Besökstips. Upptäck Äspöstigen på ön Äspå nära SKB:s Äspölaboratorium. En ca 2 km lång naturstig. Läs mer på www.skb.se/event/upptack-aspostigen/

Stipendietips. Kungliga vetenskapsakademien har utlyst stipendier för geovetenskaper inklusive geografi. Stipendierna kan sökas av doktorander och forskare som avlagt doktorsexamen. Maxbeloppet är 100 000 kr. Läs mer och ansök på www.kva.se/sv/utlysningar/stipendier-bidrag/generell-kungorelse-for-geovetenskaper-inklusive-geografi



Geologins Dag

Boka redan nu in Geologins Dag som i år inträffar den 11 september.

På föreningens webbplats finns flera aktiviteter registrerade och fler tillkommer allteftersom.

Håll dig informerad om vad som händer på geologinsdag.nu



Kartvisare åskådliggör förändringar i grundvattnets kemi

Sveriges geologiska undersökning har utvecklat ett nytt verktyg för att åskådliggöra förändringar i grundvattnets kemi. En ny kartvisare där man kan se de olika provpunkterna och välja att visa olika diagram gör det enklare att se trender i kemiska data från miljöövervakningen av grundvattenförekomster. I många fall finns mätserier sedan slutet av 1960-talet, men i vissa fall har provtagning utförts vid ett enstaka tillfälle. Gå in på SGU:s webbplats www.sgu.se för att läsa mer och prova kartvisaren. ♦

Källa: Sveriges geologiska undersökning

EU-projekt om hållbar gruvdrift

I ett nytt EU-finansierat projekt, NEXGEN SIMS, kommer teknik, metoder och processer för en mer hållbar gruvverksamhet att utvecklas. Projektet är treårigt och har en budget på 169 miljoner kronor. Det koordineras av Epiroc och i projektet deltar Luleå tekniska universitet som enda svenska lärosäte.

En viktig del i projektet är att utveckla och testa autonoma, koldioxidneutrala gruvprocesser. Detta inkluderar batterielektrisk gruvutrustning, fullt utnyttjande av 5G för optimal uppkoppling och positionering, autonom hantering av material, AI-driven övervakning av trafik och fordon samt samarbete mellan maskiner. Projektet fokuserar också på framtidens gruvarbetare och säkerhet. ♦

Källa: Luleå tekniska universitet



FOTO: DAVE DYET (CC BY-NC 2.0)

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

Geologiska Föreningen tackar sina sponsorer för 2021

Platinasponsorer:



UPPSALA
UNIVERSITET



Stockholms
universitet

Institutionen för geologiska vetenskaper
Institutionen för naturgeografi

L
LULEÅ
TEKNISKA
UNIVERSITET

Silversponsor:

SWECO 

Guld sponsorer:

BOLIDEN



LUNDS
UNIVERSITET

 **LKAB**

 **KAUNIS IRON**



Zinkgruvan Mining
a subsidiary of **lundin mining**



GÖTEBORGS UNIVERSITET

Geoveta

Lapporten eller Čuonjávággi
sydost om Abisko. En nordväst-
sydöstgående u-dal som ligger
ca 950 m ö.h. och som i sydväst
avgränsas av fjället Nissončorru
och i nordost av Čuonjáčohkka.



www.geologiskaforeningen.se