

GEOLOGISKT FORUM

Nr 117 ♦ 2023

**Geovetenskapligt
resurscentrum**

**Återbesök i
Platåbergens geopark**

**Litiummineral och
förekomster i Sverige**



GEOLOGISKT FORUM

Nr 117 ♦ 2023

ISSN 1104-4721

Ansvarig utgivare och redaktör:

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

Redaktionens adress:

Geologiska Föreningen
c/o Tellurit AB,
Rutviksreveln 55A,
975 96 Luleå
e-post: info@geologiskaforeningen.se

Omslagsbild: De plana berghällarna vid Nordkroken, öster om Vänersborg, utgör en del av det subkambriskas peneplanet på vilket de Västgötska platåbergen vilar. Nordkroken ingår i Platåbergens geopark. Läs mer om den på s. 8.

Foto: Jeanette Bergman Weihed.

Upplaga: 500 ex.

Tryckeri: Elanders Sverige.

Ordinarie lösnummerpris: 100 kr.

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

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

Läs mer om de olika betalningsalternativen och aktuella priser på föreningens webbplats
www.geologiskaforeningen.se

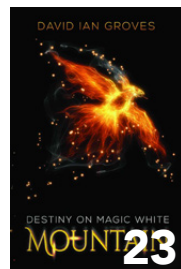
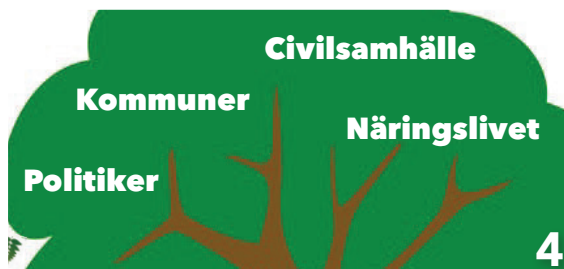
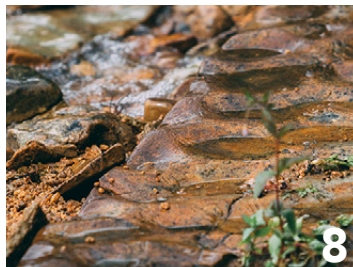
Tidningen publicerar sedan starten år 1994 populärvetenskapliga artiklar inom geovetenskapens alla områden.

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 juni 2023.



I DETTA NUMMER

- 3 Mer geovetenskaplig kunskap behövs
- 3 Behov av kunskap om sekundära resurser
- 3 Svampar äter olja i Ytterby gruva
- 4 Ett resurscentrum för geografi och geovetenskaper behövs
- 8 Platåbergens variationsrika landskap skapat av tiden
- 14 Litium – ett litet grundämne med stor betydelse
- 21 Hedins första stuff
- 22 Arsenik- och sulfidförande berggrund i Mälardalen – svenskt geologiskt vårmöte 2023 11–12 maj
- 23 På gång
- 23 Romantips
- 23 Missa inte
- 23 Världens äldsta dna



Mer geovetenskaplig kunskap behövs

I årtionden har vi inom den geovetenskapliga sfären diskuterat och funderat på hur vi ska gå till väga för att få in mer undervisning om geovetenskap i skolan, både på grundskolenivå och på gymnasiet.

Huruvida elever alls kommer i kontakt med geovetenskap hänger idag ofta på lärarens intresse. Ämnet berörs framför allt inom geografiämnet.

Jag minns att jag, som läste naturvetenskaplig linje, knappast alls stötte på ämnet under mina skolar. I alla fall har jag inget som helst minne av det. De som läste samhällsvetenskaplig eller humanistisk linje, däremot, fick i alla fall lite geologi.

När jag sedan funderade över vad jag skulle välja att studera efter gymnasiet fanns många alternativ, fysik, kemi, väg- och vatten. Men sedan fick jag syn på Geovetarlinjen och tänkte: det där vet jag absolut ingenting om, det tar jag! Och det ångrar jag verkligen inte.

Eftersom behovet av geovetare knappast kommer att minska i framtiden är det glädjande att Nationalkommittén för geologi nu igen börjat jobba med frågan. Läs deras artikel om hur de tänker sig att ett resurscentrum skulle kunna förbättra situationen.

I detta nummer får vi också återigen besöka Plåtåbergs geopark som

förra året utnämndes av Unesco till global geopark. Där finns väldigt mycket att se och här får du tips inför sommarens utflykter.

Vi får också läsa om litium och de litiummineraliseringar som finns i Sverige. Litium har ju kommit att bli ett hett grundämne eftersom det används flitigt i modern teknik och framför allt i batterier.

Idag är Sverige och EU helt beroende av import av litium. Det finns ingen utvinning alls av litium i Europa utan det mesta importeras från Kina (90 procent) som dominerar förädlingen av litium, medan den mesta råvaran bryts i Austra-

lien och Chile. Det finns dock reserver av litium, förutom i Sverige också i bl.a. Finland och Tyskland, så kanske kan vi inom en relativt snar framtid öka självförsörjningen.

Det är snart dags för förningens årsmöte som äger rum i Stockholm i maj. Glöm inte att anmäla dig till det. Hoppas att vi ses! ♦

Jeanette Bergman Weihed, redaktör



Behov av kunskap om sekundära resurser

Gamla avfallsdeponier från tidigare gruvbrytning och anrikning har på senare år blivit intressanta på grund av sitt innehåll av metaller. Återvinning av sådant avfall, så kallade sekundära resurser, skulle kunna vara ett komplement till produktion från primär brytning i gruvor.

I en ny rapport presenterar Sveriges geologiska undersökning och Naturvårdsverket resultat av undersökningar som gjorts de senaste åren av flera typer av gruvavfall (anrikningssand, varp, rödfyr och slagg). I uppdraget har också ingått att ta fram en databas och klassificeringsmetoder för gruvavfall, att bedöma behov av förändringar i nuvarande lagstiftning samt att överblicka resursflöden och spårbarhet gällande kritiska metaller och mineral.

Läs mer och ladda ner rapporten på sgu.se eller följ qr-koden. ♦



FOTO: MYCOMINE

Svampar äter olja i Ytterby gruva

Ett världsunikt reningsverk har nyligen installerats i Ytterby gruva som under kalla kriget användes som bränsledepå av Försvarsmakten. Bolaget MycoMine har utvecklat en biologisk metod för att låta svampar bryta ner de oljebaserade föroreningarna i en s.k. MycoCube. Där omvandlas oljorna till biomassa som kan återvinnas på ett hållbart sätt till naturen. Inga ytterligare tillsatser är nödvändiga.

Läs mer om reningsmetoden på mycomine.se ♦

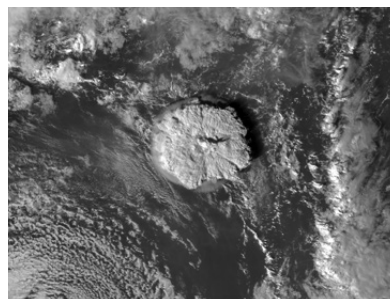


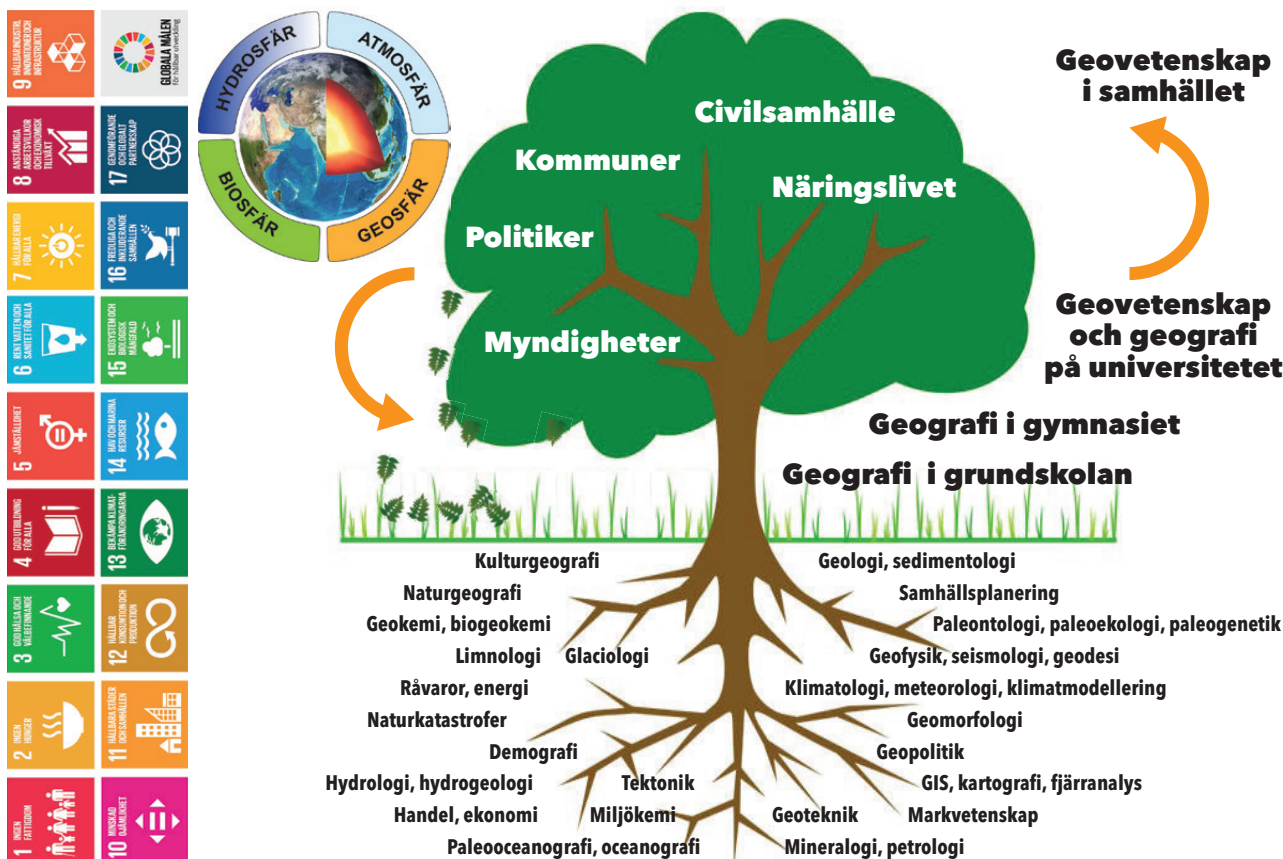
FOTO: JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY/NASA SPORT

Hunga-Tonga

När vulkanen Hunga-Tonga Hunga-Ha'apai fick sitt stora utbrott för drygt ett år sedan var det den största atmosfäriska explosion som registrerats på jorden på mer än hundra år. Tsunamier och nedfall av aska drabbade närbelägna öar.

Man har sedan dess undersökt ett stort område runt vulkanen, inklusive 14 000 kvadratkilometer havsbotten, för att studera vilka konsekvenser utbrottet fick. En trevlig liten film om detta finns på <https://youtu.be/xYhCEeIO25k>. ♦





Ett resurscentrum för geografi och geovetenskaper behövs

Geovetenskaplig kunskap får en allt större betydelse i samhället. Inte minst för att klara av omställningen till en fossilfri framtid. En arbetsgrupp som tillsattas av Kungliga Vetenskapsakademiens klass V för geovetenskaper och de Svenska nationalkommittéerna för geologi, geografi och geofysik presenterar här hur man skulle kunna skapa möjligheter för att öka inslaget av geovetenskapliga ämnen i skolan.

TEXT OCH BILD: ARBETSGRUPPEN GEO I GYMNASIESKOLAN

ATT BERÄTTA för dig som läser Geologiskt forum vilken enorm betydelse geovetenskaplig kunskap har för samhällsutvecklingen är närmast som att gå över ån efter vatten. Även om det är en självklarhet för dig, så är det inte det för våra politiker, för myndigheterna, skolan eller allmänheten. Det finns en stor okunskap om vad ämnena geografi och

geovetenskap omfattar. Detta har till följd att skolundervisningen i geo-ämnena har minskat varför bara en väldigt liten andel av eleverna idag får geovetenskapliga kunskaper på högre nivå än grundskola.

Geokunskaper i dagens skola
Mycket av den geovetenskapliga kunskapen förmedlas idag inom

skolämnet geografi där även sambanden mellan geosystemens processer och människors aktivitet ingår: hur geosystemen skapar förutsättningar för mänskligt liv och hur människors aktivitet påverkar geosystemen och därmed våra livsvillkor på olika platser på jorden. Medan alla grundskolor undervisar i ämnet geografi, så är det få gymnasieskolor som under-

Till vänster: Geovetenskapliga kunskaper är centrala för flera av FN:s sjutton hållbarhetsmål och behövs för att klara av en bärkraftig omställning till en fossilfri framtid och för att säkerställa en hållbar samhällsutveckling. Geovetenskapliga kunskaper hjälper också myndigheter, civilsamhället, näringslivet, kommunerna och politiker att fatta kloka beslut. Nya frågeställningar kräver i sin tur nya lösningar och ny forskning.

Idag lärs geovetenskap ut genom geografiämnet i grundskolan och gymnasieskolan och byggs därefter på och utvecklas genom undervisning och forskning på universitetet. Trädets rötter visar geovetenskapens många olika inriktningar och beröringspunkter.

SVENSKA NATIONALKOMMITTEÉR

Kungliga vetenskapsakademien är huvudman för 18 svenska nationalkommittéer inom olika ämnesområden. De representerar bland annat Sverige i de internationella vetenskapliga unioner som ingår i International Science Council. Nationalkommittéerna har också som uppgift:

- att främja forskning och utbildning inom sitt ämnesområde,
- att verka för samarbete med besläktade vetenskapsgrenar,
- att verka för att stärka ämnesområdets ställning i samhället (skola, allmänhet och näringsliv),
- att stå till förfogande som rådgivande organ åt universitet och andra delar av utbildningssystemet,
- att verka som expertorgan åt Vetenskapsakademien.

Geovetenskaperna representeras av de Svenska nationalkommittéerna för geologi, geografi och geofysik. Dessa består av ledamöter som tillsammans representerar ett brett spektrum av geovetenskaplig kompetens. Läs mer på www.snkg.se

visar ämnet och mycket få elever läser idag geografi på gymnasienivå.

Anledningen till geovetenskapernas tillbakagång har olika orsaker:

- Geovetenskapliga frågeställningar ingår idag inte på ett tydligt sätt i gymnasieskolans ämnesplaner för det naturvetenskapliga programmet (biologi, kemi, fysik, matematik).
- Få studenter läser skolämnet geografi där geovetenskapen har en framträdande roll och där lärarna har en geovetenskaplig utbildning.

- I gymnasieskolans samhällsprogram förekommer geovetenskap i liten omfattning eftersom det bara är obligatoriskt att läsa geografi på samhällsprogram med samhällsinriktning och på naturprogram med samhällsinriktning. Enligt statistik från Skolverket från 2019 var det bara 10 000 av en årskull på ca 100 000 gymnasieelever som läste Geografi 1 och ca 1100 gymnasieelever som läste Geografi 2 (varav enbart 220 elever som går NA-programmet).
- Som en följd av det låga antalet elever, erbjuder många gymnasieskolor idag inte längre geografi som skolämne. Det enda skolämne som då innehåller någon form av geovetenskaplig kunskap är det gymnasiegemensamma skolämnet naturkunskap. Men där är innehållet begränsat och lärarna har inte läst geovetenskap i någon större omfattning.

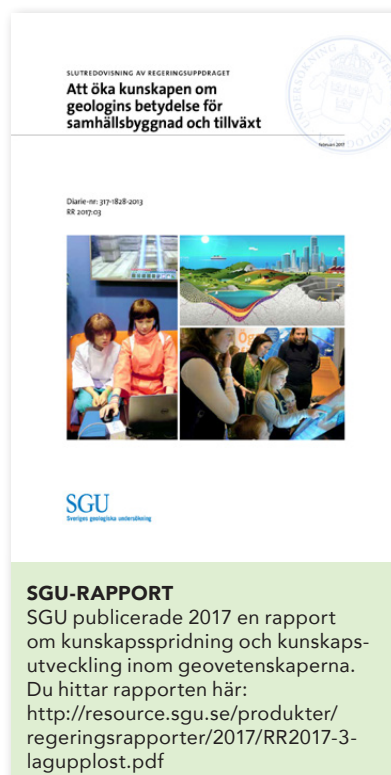
Den negativa utvecklingen för ämnet leder i sin tur till att få studenter på våra högskolor och universitet söker sig till geovetenskapliga program eller kurser och de som söker har inga eller mycket begränsade geovetenskapliga baskunskaper. Även de studenter som söker till kurser inom samhällsplanering, lantmäteri eller GIS saknar grundläggande geovetenskapliga kunskaper.

Kunskapsluckorna inom ämnet är därför idag mycket stora och allvarliga och riskerar att öka bland samhällets olika aktörer samtidigt som behovet av geovetenskaplig kunskap är stort och växande.

Geovetenskap och geografi måste ingå som ämnen i gymnasieskolan

Anledningen till att geovetenskaperna är eftersatta på gymnasieskolan i Sverige beror alltså dels på att geovetenskap inte är ett eget ämne, dels på hur ämnesplanerna i naturämnena är formulerade och på geografiämnets minskade roll på såväl samhällsprogram som naturprogram. Den geovetenskap som alla elever kan få tillgång till blir då avhängigt av enskilda lärares intresse och kunskap.

På grundskolan läser alla elever geografi och där ingår geovetenskap,



men till skillnad från gymnasielärarna så saknar många grundskolelärare behörighet i geografi och därmed djupare kunskap om geovetenskap.

Geovetenskapernas frånvaro i gymnasieskolans ämnesplaner och det allmänt låga kunskapsläget inom geovetenskap har lett till ett flertal initiativ, bl.a. hade Sveriges geologiska undersökning 2014–2016 ett regeringsuppdrag för kunskapsspridning och kunskapsutveckling mot allmänheten och mot lärare och skolelever för att öka förståelsen för geologins betydelse i samhället och för att bidra till en stärkt kompetensförsörjning för mineralnäringen och andra närliggande näringar (se faktarutan ovan).

Svenska nationalkommittén för geologi har också varit mycket aktiv i frågan och svarade bl.a. på ett flertal remisser när den nuvarande kursplanen lades fram. Dessutom har kommittén, i samarbete med ett flertal aktörer, varit delaktig i projektet Geologins Dag. Geovetenskapliga institutioner vid Sveriges universitet har även genomfört ett flertal forskarskolor för lärare med geovetenskapligt fokus, finansierade av Vetenskapsrådet.

Kungliga Vetenskapsakademiens Klass för Geovetenskaper har påtalat denna problematik vid flera tillfällen och skapade år 2020 tillsammans med Nationalkommittéerna för geologi, geografi och geofysik en arbetsgrupp för att belysa problematiken och för att lägga fram förslag på hur geografi och geovetenskaper skulle kunna få mer tyngd inom gymnasieskolans undervisning och bli ett naturligt, ämnesövergripande ämne inom gymnasiet naturvetenskapliga program.

Arbetsgruppen lyfter betydelsen av geovetenskaplig kunskap för att klara av en bärkraftig omställning till en fossilfri framtid och för att säkerställa en hållbar samhällsutveckling. Kunskaper som är centrala för ämnet geovetenskap omfattar klimat och väder,

vattenresurser, mark, energiförsörjning, råvaror, förnyelsebara resurser, miljöpåverkan och naturkatastrofer.

Dessa essentiella geovetenskapliga kunskaper om vår livsmiljö, och om de processerna som styr den, förblir idag nästan osynliga i gymnasieskolan. Om inte utbildningssystemet tillgodoser kommande generationers behov av geovetenskaplig kunskap, kan varken den akuta klimatkrisen hävas eller en långsiktig och bärkraftig samhällsomställning bli verklighet.

Ett av arbetsgruppens konkreta förslag är att skapa ett nationellt resurscentrum för geo-ämnena, liknande kemi- och biologilärarnas resurscentrum där lärare inom olika naturämnen liksom det tvärvetenskapliga geografiamnet kan få fortbildning och hitta undervisningsmaterial.

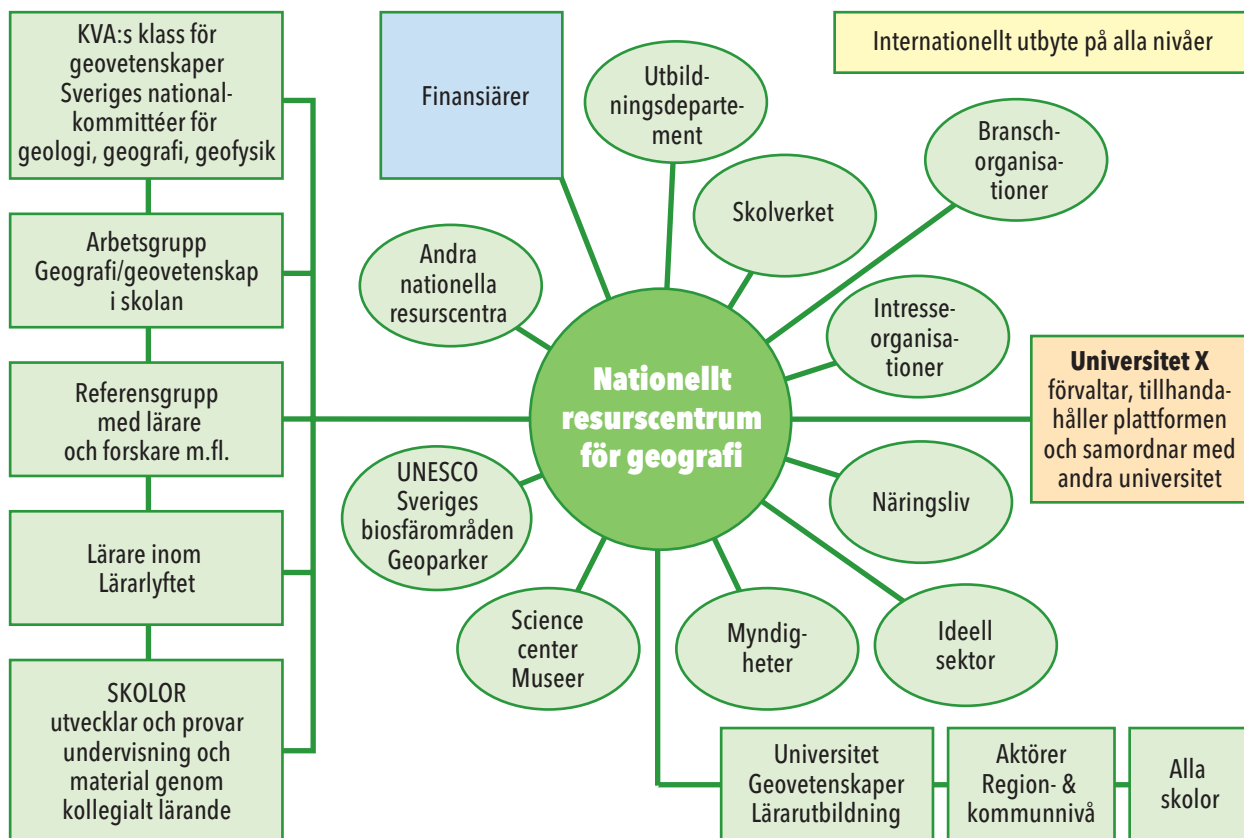
Den 17 november 2022 bjöd arbetsgruppen in ett stort antal aktörer till ett rundabordssamtal vid Kungliga Vetenskapsakademien där deltagarna diskuterade fyra centrala frågor:

1. Vilka behov har lärarna när det gäller information och undervisningsmaterial inom geografi och geovetenskap, klimatförändringar, hållbart samhälle, planetära gränser och jordsystemvetenskap?
2. Vilken didaktik finns redan för att lära ut geokunskaper på bästa sätt?
3. Vilket material anpassat för skolan finns redan tillgängligt via olika universitet och myndigheter?
4. Hur skulle ett nationellt resurscentrum för geografi kunna organiseras och finansieras?

Slutsatser från rundabordssamtalet

Rundabordssamtalet resulterade i ett starkt stöd för ett nationellt resurscentrum för geografi. Kontakten mellan skolan och universitetet behöver förstärkas, både för lärarnas och elevernas del. Ett resurscentrum skulle kunna underlätta ämnesövergripande samarbeten samt organisera workshops och temadagar där lärare och forskare kan mötas för att kunna ta del av aktuell forskning. Få lärare har specifika eller grundläggande geokunskaper eller får

Nedan: Schematisk skiss som visar hur ett nationellt resurscentrum i geografi/geovetenskap kan organiseras och genom samverkan med andra aktörer kan utveckla undervisningsmaterial och fortbildning för lärare.



fortbildning inom de mer komplexa momenten, såsom GIS, klimatförändringar eller georesurser.

Mycket av det tillgängliga undervisningsmaterialet är förlegat, inte anpassat till lärarnas behov eller utan direkt anknytning till gymnasieskolans kursplaner. Ett georesurscentrum skulle kunna – i samverkan mellan forskare som har faktakunskaper och pedagoger som har didaktiska kunskaper – utveckla och tillhandahålla kvalitetssäkrat utbildningsmaterial som är kopplat till skolämnets syfte, det centrala innehållet i skolans kursplaner och betygskriterier.

Det utbildnings- och fortbildningsmaterial som önskas är t.ex.:

- Geosystemets komplexitet och hur Jordens olika sfärer samspelar med varandra, samt förklara geologisk tid och rum som är så viktiga för en förståelse av geovetenskaperna.
- Geologiska råvaror som vi använder i vår vardag, deras förekomst och hur de bildades.
- Läsa, tolka och förstå olika typer av kartor, samt enkla GIS-uppgifter som visar hur GIS kan användas i olika sammanhang och för olika ändamål.
- Geomoment som kan användas inom andra ämnen, t.ex. kemi-, biologi-, teknik- eller fysikkurserna och inom samhällsvetenskap och historia, samt korta laborationer med geofokus.
- Korta sammanfattningar om ett svårt ämne eller där det idag enbart finns engelska texter tillgängliga, t.ex. klimatrappporter.
- Undervisningsmaterial som berör och som anknyter till elevernas liv och situation, som visar på hur man kan jobba lokalt, regionalt, globalt och praktiskt.
- Positiva exempel, t.ex. aktörer som gör bra saker och som har lokalanknytning och engagemang eller hur kollektiv handling kan få effekt. På så sätt kan hållbara visioner om framtiden skapas och även känslomässig resiliens byggas.
- Stöd till lokala fältstudier och lokala exkursioner, om möjligt tillsammans med forskare för att uppleva geologi och geografi i närområdet. Att se saker i verkligheten

ARTIKELNS FÖRFATTARE

Barbara Wohlfarth

Professor i kvartärgeologi, Stockholms universitet, ledamot av Kungliga vetenskapsakademiens klass V, ordförande för arbetsgruppen geovetenskap i skolan

✉ Barbara.wohlfarth@geo.su.se

Anna Broström

Fil dr geovetenskap och gymnasielärare i biologi och naturkunskap

Åsa Colliander Celik

Förstelärare i SO, Mälärhöjdens skola, Stockholms stad, ordförande för Geografilärarnas Riksförening, läromedelsförfattare

Lotta Dessen Jankell

Doktorand i geografididaktik, Stockholms universitet. Expert för Skolverket i

skrivandet av ämnesplanen för geografi för gymnasiet i nya ämnesbetygsreformen (2025), legitimerad geografilärare (anställd förstelärare)

Per Holmlund

Professor i glaciologi, Stockholms universitet
Ordförande i svenska nationalkommittén för geofysik

Veijo Pohjola

Professor i naturgeografi, Uppsala universitet
Ordförande i svenska nationalkommittén för geografi

Fanny Hartwig

Geolog
Ordförande i svenska nationalkommittén för geologi

ökar möjligheten till lärande (fältstudier, exkursioner).

- ”Låna” en expert som deltar digitalt och kan inspirera elever och lärare och som kan ge exempel på pågående och ny forskning.

Ett resurscentrum kan bygga broar mellan skolan och akademien, mellan skolan och näringslivet, och mellan skolan och det lokala samhället.

Det aktuella kunskapsläget och pågående forskning inom geografi och geovetenskap måste genomsyra verksamheten av ett resurscentrum. Centret måste också visa att ämnet geografi är ämnesöverskridande och knyter samman naturvetenskap och samhällsvetenskap.

Ett resurscentrum för geografi behöver dessutom ligga under ett universitet med bred geoforskning och framstående forskare. Det är tänkbart att ett lärosäte står som värd för centret, men att det samarbetar med andra lärosäten, myndigheter och industrin över hela Sverige och dessutom skapar en bra lokal förankring.

Ett nästa steg

Vad blir då nästa steg så att det tilltänkta resurscentret ska bli verk-

Till höger: Arbetsgruppen geo i gymnasieskolan hoppas att fler ungdomar ska upptäcka glädjen med geovetenskaper.

lighet? Arbetsgruppen kommer vid sitt nästa möte att ta fram ett förslag för hur vägen framåt kan se ut. Men vi vill också uppmana intresserade värdinstitutioner eller värduniversitet och potentiella finansörer att höra av sig till oss. ♦

För arbetsgruppen geo i gymnasieskolan



FOTO: BARBARA WOHLFARTH.



Jättadalen är en djupt nedskuren bäckravin omgiven av branta bergväggar. Längst nere i ravinen ligger Offerkällan och längst upp kan man se pelarförklyftad diabas.

FOTO: HENRIK THEODORSSON.

Platåbergens variationsrika landskap skapat av tiden

Platåbergen som reser sig ur västgötaslätten är varken höga eller väldiga, men de är sprängfyllda av spännande berättelser om områdets geologiska utveckling, om människans utbredning i området och om Sveriges historia. Platåbergens geopark sträcker sig över hela 3 690 kvadratkilometer fördelat över nio kommuner i Västra Götaland och här finns mycket att upptäcka.

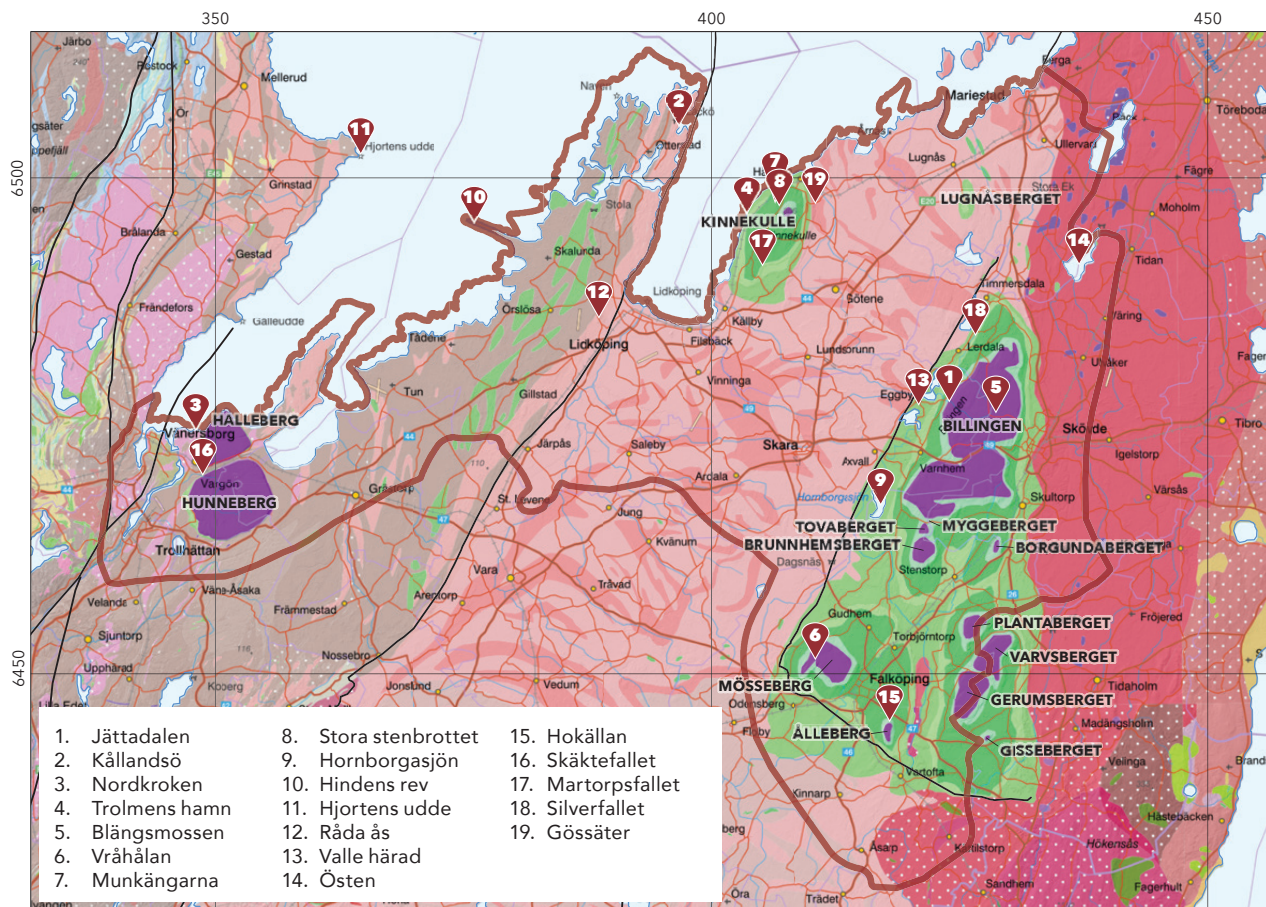
TEXT: ANNA BERGENGREN

DET ÄR DE KLASSISKA Västgöta-bergen som sätter gränserna för det området som förra året utnämndes till Unesco global geopark. Här finns hela femton berg, varav fjorton helt eller delvis ligger inom geoparkens gränser.

De flesta som studerat eller är intresserade av geologi känner säkert till att dessa berg är rester av ett gam-

malt täcke av sedimentära bergarter som på övriga platser vittrat bort helt och hållet. Troligen kan många också beskriva lagerföljden i bergen: ovanpå urberget längst ner ligger sandsten som följs av alunskiffer, kalksten, lerskiffer och slutligen längst uppe på toppen diabas. Diabasen kan du se bl.a. i Jättadalen (1 i kartan).

De sedimentära bergarterna avlagrades under kambrium, ordovicium och silur på en i det närmaste plan urbergsyta, det sub-kambriska peneplanet, som bildades för omkring 600 miljoner år sedan. Diabasen trängde sedan in i de sedimentära bergarterna för omkring 280 miljoner år sedan.



Tack vara att diabasen ligger som ett skyddande lager ovanpå de mjukare bergarterna finns dessa fortfarande kvar som de små berg vi ser idag.

Men utöver plåtåbergen bjuder området också på spännande kvartärgeologi, bland annat den mellansvenska israndzonen, kamellandskapet i Valle härad och spår efter den Baltiska issjöns tappning.

Allt detta – plåtåbergen med sina olika bergarter och istidslandskapet mellan bergen – har gett upphov till en otroligt variationsrik natur och ett skiftande landskap. Redan Carl von Linné noterade detta på sin västgötaresa 1746, och genom att titta på floran gjorde han kopplingen att bergen hängde ihop och var uppbyggda på samma sätt.

Längst uppe på toppen, beskrev Linné, var det som Norrlands skogar och mossmarker, medan det nedåt slutningarna på bergen såg ut som södra Sveriges lövskogar och lundar.

En övergripande sammanfattning av de olika naturtyper som vi hittar i

plåtåbergslandskapet kan vara: urberget, plåtåbergen, slätten, istidsavsättningar, samt vattendrag och sjöar.

Urberget visar på en gammal plattgräns

Urberget som plåtåbergen vilar på inom geoparkens område bildades till största delen för 1,7 till 1,65 miljarder år sedan och består idag till största delen av granitiska gnejser. De deformerades och omvandlades under den svekonorvegiska bergskedjebildningen för omkring 1 miljard år sedan då Nordamerika krockade med Europa.

I samband med denna krock bildades också mylonitzonen som sträcker sig i nord-sydlig riktning igenom geoparken. På Kållandsö i Lidköpings kommun kan man se att berggrunden är starkt påverkad av mylonitzonen. Längs Vänerns strand finns här karga strandhällar med starkt deformerad berggrund (2).

Ute på slätten sticker det här och där upp "öar" av urberghällar.

Ovan: Kartan visar de femton plåtåberg som utgör grunden för geoparken samt de besöksmål som nämns i texten. Berggrundskartan kommer från SGU:s kartvisare "Berggrund 1:50000 – 1:250000". De gröna färgerna i plåtåbergen är yngre sedimentära bergarter med diabasen i lila på toppen. För övriga bergarter hänvisas till kartvisaren, www.sgu.se.

PLATÅBERGENS GEOPARK UTNÄMND AV UNESCO

Plåtåbergens geopark blev 2022 utnämnd som Sveriges första Unesco-geopark. Det är ett bevis på att området har världsunika geologiska värden som är av internationell betydelse. Idag finns det 177 sådana globala geoparker utpekade av Unesco i 46 länder över hela världen.

En geopark har flera uppgifter. En är att sprida kunskap om de geologiska värden som finns i området. En annan att berätta om sambandet mellan geologi och natur- och kulturarv. En tredje uppgift är att utveckla besöksnäringen och turismen på ett hållbart sätt. En geopark ska också öka förståelsen kring hur vi bäst förvaltar våra naturresurser och vår planet.



På Källandsö nära Läckö slott kan man vid Vänerns strand studera den kraftigt deformerade gnejs, mylonit, som bildades då Europa krockade med Nordamerika för 1 miljard år sedan.

FOTO: LINNEA GUSTAFSSON

Dessa har en sparsam vegetation med mossor, mager skogsmark, lingon och blåbär.

Peneplanet

För drygt 600 miljoner år sedan inträffade en global nedkylning av jorden med stora nedisningar som följde. Detta följdes av ett klimat som gynnade kraftig vittring och erosion av berggrunden. Landskapet eroderades då ner till en jämn yta och stora flacka områden, ett peneplan, bildades över stora delar av Sverige.

Det som idag kallas Västgötaslätten utgörs egentligen av denna nervittrade urbergsyta. Man kan observera den på flera platser i geoparken, bl.a. vid Nordkrokens badplats (3) utanför Vargön (se Geologiskt forum nr 99 och omslagsbilden). Vid Trolmens hamn (4) kan man studera gränsen mellan urberget och de yngre sedimentära bergarterna.

Många olika naturtyper

Platåbergen bjuder på fascinerande många naturtyper. Uppe på diabasp-latån hittar vi först de stora barrskogarna och vidsträckt mossmarkerna. Ett exempel värt ett besök är Blängsmossen (5) på Billingen utanför Skövde.



FOTO: HENRIK THEODORSSON

Vid själva diabasbranterna finns en randskog längst ute vid kanten. Den består av lövträd som till exempel ek som utnyttjar ljuset. Ekarna blir dock små, krokiga och vindpinade och växer långsamt. Själva diabasbranten bildar sedan något vi kallar för hammaren. Här häckar pilgrimsfalk på sina ställen. Nedanför branten bildas sedan ängsuret och ökenuret, de områden som består av nedfallen sten och som antingen är beväxna eller inte. Vid bergens fot finns ofta våtmarker som blöta alkärr.

En plats där platåbergens olika naturtyper syns tydligt är naturre-

Ovan: Vid stranden söder om Trolmens hamn kan man studera hur urbergets gnejser utgör underlag för de yngre sedimentära lagren. Här finns konglomerat och sandsten med spår av fossil. Man kan också hitta böljeslagsmärken som är spår efter de vågor som slog in mot den 540 miljoner år gamla sandstranden som en gång fanns här.

servatet Vråhålan (6), på Mössebergs södra del. Här har berget spruckit upp och en ravin bildats i sprickdalen. En vandringsled går ner i botten av dalen och sedan upp till en fantastisk utsikt från diabaspelarna på toppen.

Kinnekulle lite annorlunda

Platåberget Kinnekulle skiljer sig lite från de andra bergen genom att där endast finns ett tunt lager, cirka tio meter, diabas kvar på toppen. Det gör att berget har fått en flackare profil än de andra bergen, undantaget Lugnåsberget som helt saknar diabas på toppen.

Kulturlandskapet runt och på Kinnekulle är starkt påverkat av människans aktiviteter vilket bland annat visar sig i de stora lövskogar och lummiga lundar som finns här.

På Kinnekulle, och även här och var på Falbygden, finns också alvarmark på berglagret med kalk, något som annars kanske främst förknippas med Öland. Här är jordmånen tunn men det finns ändå en rik flora med många orkidéer. På kalkrik berggrund kan man också se rikkärr som bildats av de många naturliga källor som finns på bergen.

Munkängarnas naturreservat (7) och Stora stenbrottet (8) är bra platser att besöka. Munkängarna har en rik flora på grund av alunskiffern och god tillgång på grundvatten och är kanske vackrast under våren då allt blommar. I stenbrottet kan man närstudera den kalksten som tidigare brutits.

Den bördiga slätten

Mellan platåbergen finns den stora Västgötaslätten som idag mest är känd för de bördiga jordarna. Basen för slätten är så klart det platta urberget, peneplanet. Och ovanpå urberget avlagrades lera efter den senaste istiden. Lerpartiklarnas fenomenala egenskaper att binda vatten och

näringsämnen skapade de jordar vi idag brukar.

Men hur såg slätten egentligen ut innan människan? Troligen fanns där blöta våtmarker och alkärr, kanske gräsmarker och sjöar. Med den agrara revolutionen förvandlades landskapet. Nya jordbrukstekniker kom med plogen och våtmarkerna och sjöarna dikades ut.

Det mest kända exemplet är nog Hornborgasjön (9), den stora fågelsjön på slätten. Redan under 1800-talet sänkte man vattennivån i Hornborgasjön med syftet att skapa bättre betesmark och åkermark runt sjön. Tre ytterligare sänkningar genomfördes fram till 1933 och sjöns yta minskade till mindre än 4 km². Men bland annat på grund av ymniga

vårflöden blev området i stället ett träsk. 1965 fick Naturvårdsverket i uppdrag att utreda möjligheten att återställa sjön och en restaurering påbörjades och sjöns yta är idag 28 km².

Spår efter istiden

Hela platåbergslandskapet är kraftigt påverkat av isens framfart under den senaste istiden. Det finns mängder med avsättningar och landskapsformer: grus, sand, dödisgropar och åsar.

Under isavsmältningen inträffade flera dramatiska händelser i geoparkens område. En enorm smältvatensjö, den Baltiska issjön, tappades två gånger ut i Västerhavet genom en passage precis norr om Billingen.

FOTO: JESPER ANHEDE/FALKÖPING.



FOTO: HENRIK THEODORSSON.



Övre bilden t.h.: För cirka 13 000 år sedan hade isen smält bort och Hornborgasjön var då en grund vik av det salta Västerhavet. När landet sedan sakta höjde sig bröts kontakten med havet och Hornborgasjön blev en insjö. Tack vare platåbergen ligger Hornborgasjön som i en gryta. Det gör att termikvindar, som fåglar gärna liftar med, skapas här.

Nedre bilden t.h.: I det 40 m djupa Stora stenbrottet på Kinnekulle bröt man kalksten som använts till cementtillverkning under åren 1892–1979. Här kan man närstudera ortocerkalkstenen som innehåller fossil av bläckfiskar och kräftdjur som levde i havet för 400 miljoner år sedan, då bergarten bildades.

Mellan de två tappningarna var en lång period med kallare klimat då inlandsisen växte till igen. I samband med det avlagrades stora mängder morän framför iskanten och bildade det som idag kallas den mellansvenska randzonen. Hindens rev (10, se Geologiskt forum nr 99), Hjortens udde (11), Råda ås (12), Skararyggen och flera andra åsar är en del av denna.

De lätta, sandiga jordar som lämnats kvar av isen hade betydelse för de första människorna för femtusent år sedan. Åsarna utgjorde de tidigaste färdvägarna i landskapet. Här var det torrt och enkelt att ta sig fram.

På Falbygden finns den mycket speciella naturtypen stäppartad torräng som förekommer på kalkrika grusåsar. Där växer bland annat det unika fjädergräset.

Självkylart sticker också hela Valle härad (13) mellan Skara och Skövde ut som något unikt. Här finns ett böljande kamelandskap med åsar, små ryggar och ett fyrtiotal sjöar. Detta kuperade landskap uppstod då isavsmältningen stannade upp, och iskanten låg stilla över samma område en längre tid. Stora älvar av smältvatten transporterade mängder

med grus och sediment men även större och mindre isblock som blev begravda. När dessa sedan smälte bildades dödisgropar. Kullar bildades då sediment avsattes i sprickor och av rinnande vatten under isen.

Vatten, vatten, vatten

Vatten är ständigt närvarande i platåbergslandskapet. Förutom att området gränsar till Sveriges största sjö Väneren så finns också flera flacka

Nedan: Martorpsfallet är som vackrast på vårkanten då vattenmängden är som störst och vattnet forsar utför kalkstensklevens kant. För ca 9000 år sedan, när inlandsisen höll på att smälta, stod havet en tid vid denna nivå och vågorna gröpte ur grottor där kalkstenen var lite mjukare. Kvar blev formationer av det hårdare materialet.

Stigen till fallet går genom igenväxta betesmarker. I kalkstensklevens kant vid fallet växer huvudsakligen grova almar. Man ser vattenfallet och bergsformationerna bäst om man tar sig ner för klevkanten och ser fallet "underifrån".

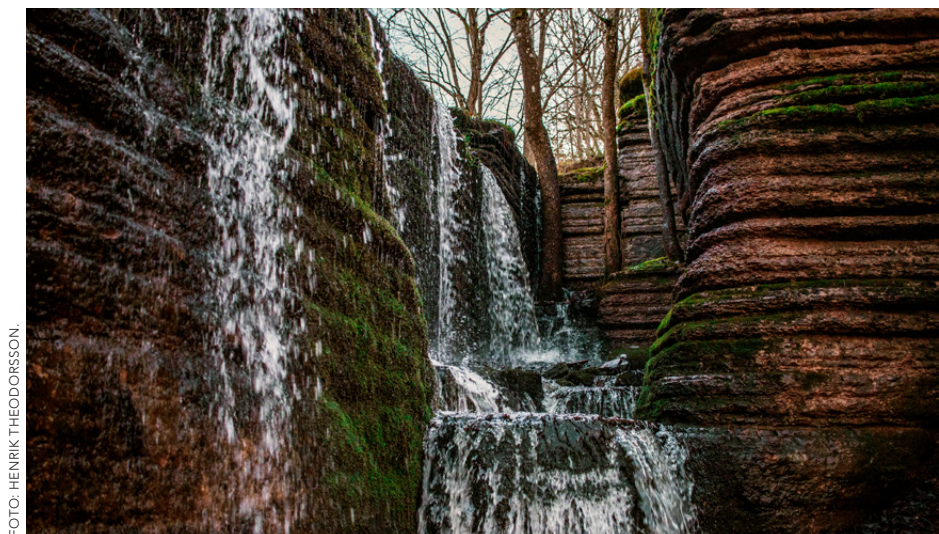


FOTO: HENRIK THEODORSSON.



FOTO: MARTIN MAARS.

Kamelandskapet i Valle härad bildades när isavsmältningen stannade upp under en kallare period och iskanten låg stilla. På grund av landformerna har området en speciell flora och är särskilt vackert i maj när körsbärsträden blommar.

I Gössäter har man i två perioder försökt framställa olja ur alunskiffer utan någon större framgång. Endast rester av byggnaderna finns kvar. Men nedanför branten finns ett stort område med spår av oljeskifferbrytningen.

FOTO: HENRIK THEODORSSON.



slättsjöar. Hornborgasjön är redan nämnd. En annan fågelsjö är Östen (14) i Mariestads kommun.

På slätten rinner annars vattnet fram långsamt i meandrande åar och vattendrag. De flesta vattendrag rinner norrut och mynnar i Väneren.

Platåbergens sedimentära bergarter, undantaget alunskiffern, är utmärkta grundvattenreservoarer. Det finns därför många platser där naturliga källor med rent, klart vatten rinner fram ur bergsslutningarna.

Flera av dessa källor har rykte om sig att vara magiska, till exempel Hokällan (15) vid Ällebergs norra sida. Platåbergens topografi gör att vattnet ibland tar mer drastiska vägar nedåt i form av vattenfall. Några som är värda ett besök är Skäktefallet (16) på Halleberg, Martorpsfallet (17) på Kinnekulle eller Silverfallet (18) på Billingen.

Lång mänsklig historia

Det varierande platåbergslandskapet bjuder inte bara på mäktiga natur-

upplevelser. Området är fyllt av kulturhistoriska lämningar: megalitgravar, stensättningar och runstenar.

Här finns också ett stort antal stenkyrkor, kloster, slott, borgar och enklare boningar. Många står kvar medan andra har blivit till ruiner. Platåbergslandskapet har varit fyndplats för flera av landets mest intressanta historiska fynd.

Här är också fullt av spår som visar hur stenen blev till levebröd för människan. Stenindustrins historia syns på många håll i området med ett stort antal lämningar efter stenbrott, kalkbruk, kvarnstensgruvor och oljeskifferverk. Man kan där få inblick i stenarbetarnas liv och leverne genom flera omtyckta arbetslivsmuseer.

En intressant plats att besöka är Gössäter (19) där man i två perioder försökt utvinna olja ur alunskiffern. Det första försöket pågick 1890–1897. Utvinningsmetoden var dyr och produkten man fick fram var oduglig som smörjmedel men kunde

användas för impregnering. När projektet lades ner hade man utvunnit ca 100 ton olja av dålig kvalitet. Det andra försöket var i samband med första världskriget då tillgången på olja tröt. Man byggde då en stor oljekok här i Gössäter. Men när projektet lades ner 1920 hade inte en droppe olja utvunnits.

Planera ditt besök

Det finns massor att titta på i geoparken. Om du vill besöka någon av de platser som nämns i texten kan du surfa in på geoparkens webbplats: www.platabergensgeopark.se för att hitta koordinater och hur du hittar dit. Där finns också en massa annan intressant information. ♦



Anna Bergengren är koordinatör för Platåbergens Geopark.

✉ Anna.Bergengren@grastorp.se



3

Litium – ett litet grundämne med stor betydelse

Litium är ett högaktuellt grundämne av stor teknisk betydelse. Idag förekommer ingen produktion av litium i Sverige vilket medför att vi är helt importberoende. Det finns dock litiumrika förekomster på ett flertal platser och här ges en översiktlig exposé över var dessa finns.

TEXT OCH BILD: PER NYSTEN

UPPTÄCKTEN AV grundämnet litium kan härledas till Utö och den Brasilienportugisiska bergsmannen Jose Bonifacio de Andrada e Silva år 1800. Upptäckstens historik beskrivs utförligt av Smeds (2009) och av Jons-son och Langhof (2018) varför den nyfikne läsaren hänvisas till deras utmärkta artiklar. Se referenserna i slutet av artikeln.

Används till mycket

Grundämnet litium har en mångfald av tillämpningsområden. Här presenteras några av dessa, men en utförligare beskrivning kan fås via www.en.wikipedia.org/wiki/Lithium.

Litium används som flussmedel för tillverkning av kiseloxid (silica) i glas och keramer då det sänker smälttemperatur och viskositet. Inom elek-

troniken används grundämnet i laddningsbara litiumjon-batterier på grund av sin höga energität-het och i engångsbatterier som litium-metallbatterier.

Syntetisk trifylit (LiFe-fosfat) har intressanta batteriegenskaper. Forsk-nings om detta har utförts bl.a. vid Uppsala universitet. Olika typer av litiumbatterier med litium som anod-

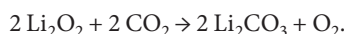
Bild 3: Elbait med grönt skal och röd kärna (vattenmelontyp) i kvarts och mikroklin från Suoravaara. Stuffens storlek 9x8 cm.

Bild 1: Ädelstensvarianter av spodumen. Svagt rosa kunzit till vänster och ljus grön hiddenit till höger. Båda från Brasilien. Kristallerna är ca 8 cm långa.



material har utvecklats och bland annat finns det laddningsbara s.k. Shuttlebatterier där anodens litium är inbyggd i kristallstrukturen hos grafit. Vid energiuttag vandrar en litiumjon i elektrolyten mot katoden och byggs in i en gitterstruktur av t.ex. Li-oxid-Co-oxid. Batteriet kan laddas ca 1000 gånger och används i t.ex. mobiltelefoner.

Andra användningsområden är som smörjmedel, inom metallurgi i gjutsand, som litium-aluminiumlegering till vissa flygplansdelar, som flussmedel vid svetsning, i pyroteknik (litium ger röd färg) och som luftrenare då litium kan avlägsna CO₂ ur luft genom reaktionen:



I optiska tillämpningar används litiumfluorid (LiF) som har ett mycket lågt brytningsindex, t.ex. i UV- (ultraviolett), IR- (infraröd) och vakuum-UV-instrument samt som linser i teleskop. Dessutom används litiumniobat i mobiltelefoner.

Finfördelad litiumfluorid har använts som en termoluminescent strålningsdosimeter. Då ett prov exponeras för joniserande strålning ackumulerar det kristalldefekter som om de upphettas repareras samtidigt

som de utsänder ljusblått ljus vars intensitet är proportionell mot den absorberade dosen.

Aluminiumindustrin använder litiumkarbonat som flussmedel för att sänka smälttemperaturen på den kryolitsmälta som används för att framställa aluminium.

Litium kan dessutom användas som läkemedel i behandling av manodepressiv sjukdom. De små litiumjonerna, vars egenskaper påminner om natrium, påverkar hjärnans signalsubstanser och därmed hela signalsystemet.

Många mineral med litium

På grund av sin blygsamma storlek är litiumjonen svårplacerbar i ett kristallgitter varför de egentliga litiummineralen inte är så många. Ändå listas 120 olika mineral av www.mindat.org i vilka litium är en essentiell komponent.

De egentliga litiummineralen, alltså de mineral där litium är en av huvudmetallerna, bildas huvudsakligen under slutskedet av magmatism. Framför allt finns de i granitiska bergarter men även i viss mån i alkalina pegmatiter.

Litiumjonens storlek gör att den inte utan vidare kan byggas in i de mineral som kristalliserar tidigt från en smälta.

Jonerna blir därför kvar i restsmältan som då anrikas på litium. Så småningom kan dock egna mineral bildas.

De vanligaste och viktigaste litiummineralen ur ekonomisk synvinkel är pyroxenen spodumen och silikatet petalit samt glimrarna i lepidolitgruppen (för kemiska formler se tabellen på nästa sida).

Litium kan till viss del ersätta kalium i mikroklin och i glimmermineral (muskovit, biotit, zinnwaldit, lepidolit, polylitionit etc.). Dessutom ingår litium i fosfatmineral som trifylit och serien amblygonit-montebrasit samt i mer exotiska mineral som amfibolen holmquistit.

Stora reserver finns globalt

De största litiumreserverna finns i Bolivia, Chile och Argentina och området kallas därför litiumtriangeln). Salar de Uyuni (Bolivia), Salar de Atacama (Chile) och Salar de Arizaro (Argentina) utgör tillsammans 75 procent av jordens kända tillgångar av litium bundet till uttorrkande saltsjöar (saliner). Huvudmineralet i saltsjöarna är halit, dvs. vanligt salt, som innehåller hålrum med en koncentrerad lösning av litium (0,15 procent).

Den litium-, niob- och tantalrika Tancopegmatiten vid Bernic Lake i

Manitoba har varit en rik källa till litium. Andra litiumrika förekomster är Bikita i Zimbabwe och Sons of Gwalia i Australien. I Demokratiska Republiken Congo finns 1,5 miljarder ton litium bundet till spodumenförande bergarter i de två pegmatiterna Carriere de l'Este och Roch Dure. Greenbushes i West Australia är också känd som en stor förekomst av litium.

I Cinoveč (Zinnwald) i Tjeckien finns 160 000 ton litium och i Rapasaari i Finland har man uppskattat mängden litium till 5 280 miljoner ton. I saltavlagringar i saltsjön Zabuye i Tibet har karbonatet zabuyelit (Li_2CO_3) identifierats.

En nyligen upptäckt källa till litium är hectoritlera som bildats genom omvandling av zeolitmineralet klinoptilolit. Detta mineral finns i vulkanisk aska och tuff med högt glasinnehåll i San Bernardino County, Kalifornien. Hectorit har även hittats i Thacker Pass, Nevada, inuti kalderan Mc Dermitt. Dessutom har man undersökt geotermala källor för att utvärdera om det litium som finns där skulle kunna utvinnas.

Andra litiummineral som vid kristider eller lokalt varit ekonomiskt intressanta är fosfaterna amblygonit-montebrasit och trifylit-litiofilit. Ett annat ekonomiskt intressant mineral är turmalinen elbait som kan bilda ädelstenar vilka har ett mycket stort värde. Minas Gerais i Brasilien, Madagaskar, Kalifornien och delar av Afghanistan och Pakistan är exempel på platser där detta mineral brutits som ädelsten.

Litiummineral i Sverige

De litiummineral som är av ekonomiskt intresse i Sverige utgörs så gott som helt av silikatmineralen spodumen och petalit. Av underordnad betydelse är glimmermineralet lepidolit som ingår i en blandserie mellan polytionit och trilitonit.

Mineralogiskt intressanta litiummineral är fosfaterna amblygonit-montebrasit, trifylit-litiophililit, sicklerit-ferrisicklerit samt litiumförande turmalin (elbait) som alla hittas i granitiska pegmatiter. Dessutom har man hittat litium i amfibolerna holmquistit och fluoroleakeit samt silikat-

LITIUMMINERAL DOKUMENTERADE FRÅN SVERIGE

Mineralnamn	Formel	Litiumhalt
Eucryptit	LiAlSiO_4	5,51 %
Montebrasit	$(\text{Li}, \text{Na})\text{Al}(\text{PO}_4)(\text{OH}, \text{F})$	4,74 %
Amblygonit	$(\text{Li}, \text{Na})\text{Al}(\text{PO}_4)(\text{F}, \text{OH})$	3,44 %
Litiofilit	$\text{LiMn}^{2+}\text{PO}_4$	4,43 %
Sicklerit	$\text{Li}(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{3+})\text{PO}_4$	4,42 %
Ferrisicklerit	$\text{Li}(\text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{2+})\text{PO}_4$	4,41 %
Trifylit	$\text{LiFe}^{2+}\text{PO}_4$	4,40 %
Spodumen	$\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$	3,73 %
Lepidolit	$\text{K}(\text{Li}, \text{Al})_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{F}, \text{OH})_2$	3,58 %
Polytionit	$\text{KLi}_2\text{AlSi}_4\text{O}_{10}(\text{F}, \text{OH})_2$	3,00 %
Trilitonit	$\text{KLi}_{1,5}\text{Al}_{1,5}\text{AlSi}_3\text{O}_{10}\text{F}_2$	2,61 %
Petalit	$\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$	2,09 %
Elbait	$\text{NaAl}_{1,5}\text{Li}_{1,5}\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{OH})_4$	1,89 %
Holmquistit	$\square(\text{Li}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2)\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	1,85 %
Bityit	$\text{CaLiAl}_2(\text{AlBeSi}_2)\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	1,79 %
Cookeit	$\text{LiAl}_4(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	1,33 %
Pezottait	$\text{Cs}(\text{Be}_2\text{Li})\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$	0,99 %
Fluoro-leakeit	$\text{NaNa}_2(\text{Mg}_2\text{Al}_2\text{Li})\text{Si}_8\text{O}_{22}\text{F}_2$	0,76 %

mineralen eucryptit, bityit, cookeit och pezottait. De kemiska sammansättningarna av dessa mineral visas i tabellen här ovan.

Förekomster finns i hela landet

Kända förekomster av litiummineral finns i princip i hela Sverige, från Norrbottens län i norr till Bohuslän i söder. Nedan ger jag en kort sammanställning av vilka de kända förekomsterna är och var de ligger. Koordinater är angivna i koordinatsystemet Sweref99 TM.

Suoravaara (7 451 920/784 336)

Pegmatitförekomsten Suoravaara ligger strax öster om Gällivare och litium är där bundet till silikatmineralen lepidolit och elbait (bild 1). Suoravaara består av en lokalt litiumanrikad pegmatit som är omgiven av en mineralogiskt enklare pegmatit. Den uppträder delvis i håll och delvis som lösbrutna block på toppen av berget Suoravaara (bild 2). En mer utförlig beskrivning av förekomsten finns i Geologiskt forum nr 102 från 2019.

Åkerberg (7 225 496/770 180)

Åkerbergsförekomsten ligger ca 30 km nordväst om Skellefteå i närheten av byn Norrlångträsk. Den

ekonomiskt värdefulla bergarten här är en gabbro som är genomslagen av tunna guldförande kvartsgångar.

Det som finns kvar idag är ett avlångt vattenfyllt dagbrott och i den södra kanten av detta ligger den litiumförande pegmatiten som en flack skiva, delvis ovanpå den guldförande Åkerbergsgabbro.

Pegmatiten är mineralogiskt komplex och innehåller elbaitisk blågrön och röd turmalin, grov amblygonit, lepidolit och petalit som delvis är omvandlad till kvarts och spodumen. Elbaitisk turmalin är delvis omvandlad till cookeit. Cesiumsilikatet pollucit är även rapporterat från Åkerberg. Delar av gången är fortfarande tillgänglig för studium högt uppe i den södra delen av dagbrottet.

Varuträsk (7 198 614/772 460)

Den mineralogiskt intressanta litiumpegmatiten vid Varuträsk ligger ca 15 km västnordväst om Skellefteå och den bröts av Boliden 1936–1946. Pegmatiten antas vara genetiskt kopplad till Skelleftegraniten som dominerar i området.

Idag är den gamla gruvan omgjord till en besöksgruva och under sommarmånaderna kan man mot betalning besöka varphögarna och även

Kartan visar de förekomster som beskrivs i texten. Berggrundskartan är förenklad från kartdatabasen i skala 1:1 miljon från Sveriges geologiska undersökning.

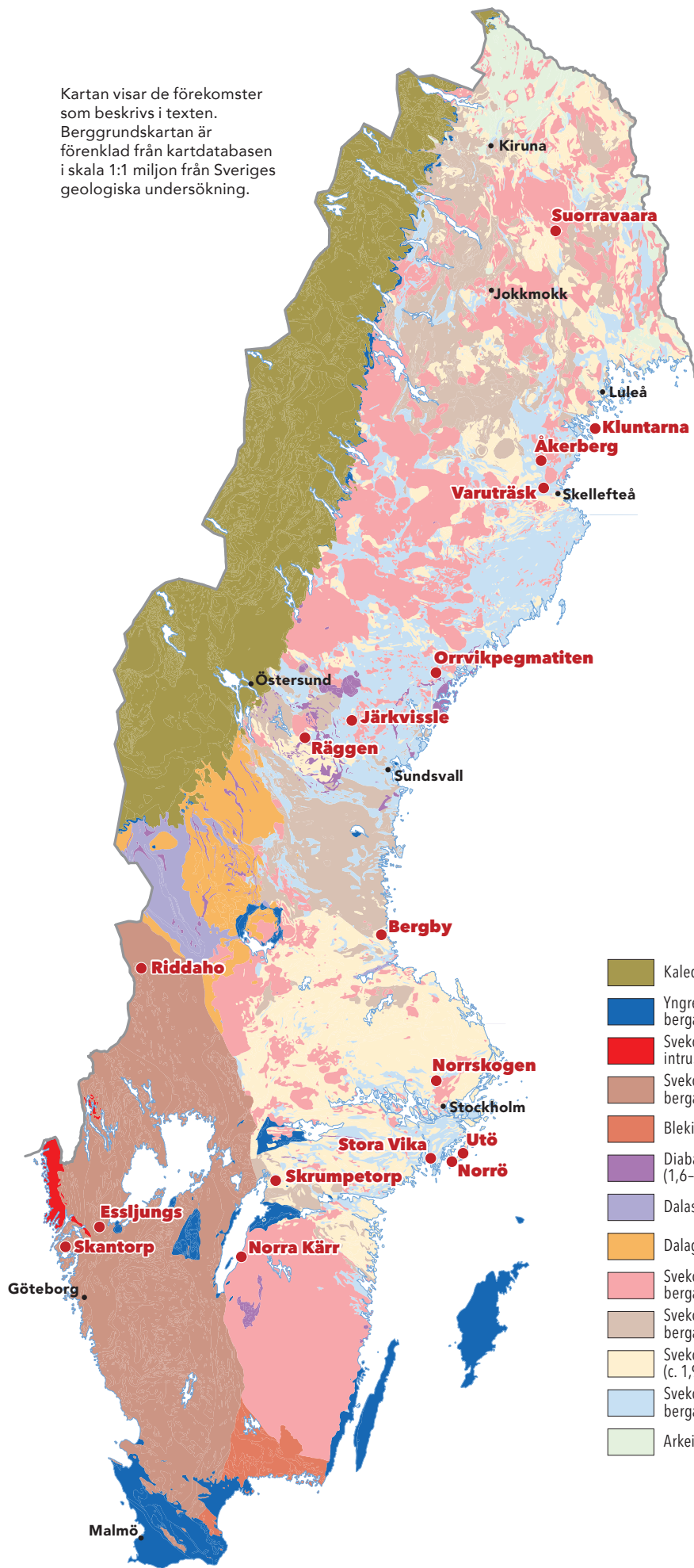


Bild 2: Spruckna pegmatithäallar i Suoravaara.

Bild 4: Petalit från Varuträsk. Stuffens storlek är ca 9 x 5 cm.

- Kaledoniderna
- Yngre sedimentära bergarter
- Svekonorvegiska intrusivbergarter (1,0–0,9 miljarder år)
- Svekonorvegiska pre-orogena bergarter (1,9–1,1 miljarder år)
- Blekinge–Bornholm-orogenen
- Diabaser, yngre intrusiva bergarter (1,6–0,95 miljarder år)
- Dalasandsten och basalt (ca 1,3 miljarder år)
- Dalagranitoid (ca 1,7 miljarder år)
- Svekokarelska intrusivbergarter (c. 1,83–1,75 miljarder år)
- Svekokarelska intrusivbergarter (c. 1,88–1,83 miljarder år)
- Svekokarelska vulkaniter (c. 1,91–1,87 Ga)
- Svekokarelska sedimentära bergarter (c. 1,96–1,82 miljarder år)
- Arkeiska bergarter



beskåda den färggranna pegmatitgången under jord.

Varuträsk är den första komplexa pegmatiten i världen som beskrivits i ett stort antal artiklar av Quensel i GFF under 1930- till 1950-talen. En bra sammanfattning skriven av Quensel finns i en exkursionsguide utgiven i samband med den internationella geologiska kongressen 1960.

Boliden har lagt upp separata högar med spodumen och petalit (bild 4) som därmed kan studeras. Dessutom finns här elbait, lepidolit och lermineralet cookeit som omvandling av elbait.

Turmalinen bildar kristaller som är färgzonerade med grönt skal och röd kärna (vattenmelontyp). Färgzonerad längsefter kristallen, med blekt gulgrön topp och röd bas, förekommer också.

Lepidolit bildar välformade bladpackar med sexkantigt tvärsnitt och finkorniga, täta, rödvioletta massor. Det finns också ett stort antal fosfatmineral som innehåller litium, t.ex. amblygonit-montebasit, trifylit-litiofilit, sicklerit och ferrisicklerit.

Kluntarna (7 256 993/823 363)

På en liten ö, 22 km sydost om Piteå i Bottenhavet, finns en liten litiumförande pegmatit med bl.a. elbaitisk turmalin (av vattenmelontypen med röd kärna och grönt skal) samt amblygonit. Turmalinerna är övervägande smala (5 mm) och några centimeter långa och sitter i en kvartsrik matrix.

Västernorrlands och Jämtlands län

I Bottniska bassängens metamorfa gråvackor i östra Jämtland, Medel-

pad och Ångermanland är trifylit tillsammans med kassiterit ett allmänt men sparsamt förekommande mineral i muskovitpegmatiter. Dessa har påträffats vid LKAB Prospektering AB:s arbeten åren 1979–1986 i minst ett hundratal gånger och gångsvärmar.

Pegmatitförekomsten **Räggen** (6 952 235/536 958) ligger i södra Jämtland. Gången bildar en flack skiva i metamorf gråvacka och den är mineralogiskt zonerad med avseende på både fältspater och fosfater med FeMn-fosfatet graffonit ytterst och LiFe-fosfatet trifylit samt kassiterit mer centralt.

Orrvikpegmatiten (7 016 411/666 363) i åkermarken i byn Orrvik, söder om Sidensjö, Ångermanland innehåller spodumen i 2–3 dm stora kristaller men den är ställvis kraf-

Fyra bilder tagna i Bergby, i Hamrångeområdet norr om Gävle.

Bild 5–6: Spodumenförande pegmatitblock.

Bild 7: Spodumenkristaller i fältspat.

Bild 8: Spodumenkristaller i kvarts och fältspat. Stuffens storlek är ca 20 cm.

tigt glimmeromvandlad. Pegmatiten är liten, ca 20 × 5 m och grävingsarbetena runt den avslöjade att formen närmast kan liknas vid en småfranska liggande på en tallrik (Smeds 2009).

Förekomsten med namnet **Järkvissle (6 969 226/583 125)** ligger nordväst om byn Järkvissle i Liden, Sundsvalls kommun i Medelpad. Detta är den största förekomsten och de brant stående gångarna, som är i stort sett parallella med Indalsälven, förekommer i bergsbranterna ovanför Västanå på en sträcka av omkring 7 km. Området innehåller spodumenförande pegmatitgångar intruderade av petalitförande gångar (Smeds 2009).

Bergby (6 757 906/612 499)

Inom Hamrångeområdet norr om Gävle förekommer ett flertal blocksvärmar och hållar med litiumsilikater i kvartsit och basisk metavulkanit. Området utvärderas för närvarande av företaget Bergby Lithium AB med avseende på ekonomiskt utvinningsbart litium.

Geologiskt dominerar området av en synklinalstruktur med kvartsit och basisk metavulkanit som intruderats av pegmatitgångar. I terrängen hittas grova block med grågröna spodumenplattor inväxta i vit fältspat och kvarts som är upp till flera decimeter långa samt gråvit glasglänsande petalit (bild 5–8). Svart turmalin är vanlig men vid noggrann betraktning ser man att delar av turmalinen går i mörkblått och olivgrönt vilket indikerar att mineralet innehåller en del litium. I ett lokalt block har Anders Zetterqvist funnit spår av det sällsynta mineralet pezzotait.

Bild 9: Holmquistit från Nyköpingsgruvan på Utö. Stuffens storlek är omkring 16 × 7 cm.

Riddaho (6 724 700/375 352)

Den lilla pegmatitförekomsten vid Riddaho, Södra Finnskoga, Värmland, är ovanlig för svenska förhållanden då den består av vackert utbildad cleavelandit i skiviga kristallaggregat, stora delvis parallellvuxna rökkvartskristaller, ljus gräsgrön amazonsten samt mikroklin med månstenseffekt. Dessutom finns här lokalt grov brunaktig fluorit, bavenit och columbit. Omnamnt är även lepidolitfels, dvs. litiummineralet koncentrerat till en specifik del av bergarten.

Utö (6 542 235/693 097)

På norra Utö finns flera litiumförande pegmatitgångar varav de två största intruderar (skär igenom) järnmalmen vid Nyköpingsgruvan. Ytterligare lokaler finns vid Måsberget nordöst om Nyköpingsgruvan och Kroka längst norrut på ön.

Vid Nyköpingsgruvan kan block av litiumpegmatiten studeras i en varphög strax söder om gruvområdet. Den södra gången av de två som övertvårar järnmalmen där är till största delen vattentäckt, men vid lågvatten kan man studera kontakten mellan gången och den bandade järnmalmen inklusive litiumamfibolen holmquistit (bild 9). Amfibolen har bildats genom en reaktion mellan litiumhaltiga lösningar från pegmatitgången och malmen.

Området är inhägnat varför tillstånd från Skärgårdsstiftelsen krävs om man vill bli insläppt. Utö är dess-

utom naturskyddat varför insamlande av material inte får ske utan tillstånd.

En liten intressant förekomst finns i håll vid det s.k. Grundbergs Försök där ljus röd elbait kan ses i fast klyft associerad med cesiumsilikatet polucit. Grundberg är en fortsättning mot nordväst av den norra gången vid Nyköpingsgruvan.

Litium hittas i silikaterna spodumen, eukryptit, petalit, holmquistit, elbait, cookeit samt lepidolit och i fosfatmineralen amblygonit-montebrazit och trifylit. Utö är typlokal för mineralen spodumen, petalit, holmquistit samt manganotantalit.

En utförlig beskrivning av Utö-pegmatiterna ges av Jonsson och Langhof (2018).

Norrö (6 534 198/681 966)

Vid Kapelludden ligger Norrö glimmergruva och nära Ärnviken på Rånö finns flera små pegmatiter som innehåller bland annat trifylin.

Tryggve Eriksson beskrev förekomsten 1946 och nämner att han besökte platsen under hösten 1942 och våren 1943 för att utröna om glimmermängden skulle visa sig ekonomiskt utvinningsbar. Han fann då flera fosfatmineral varav trifylit (bild 10) var ett.

Mineralet bildar körtlar med ett tvärsnitt på upp till en decimeter. Dessa är omgivna av fosfatmineralen mörkt grönsvart arrojadit och blå vivianit. Pegmatiten som är värdbergart för muskovit och fosfater



Bild 10: Trifylit från Norrö glimmergruva. Stuffens storlek är ca 8 x 5 cm.

har intruderat en starkt förskiffrad ådergnejs.

Pegmatiten är relativt mineralrik med bl.a. delvis fosfatomvandlad beryll som lett till bildning av sällsynta Be-fosfater. Dessutom finns här svart och grön turmalin och sulfider. Förutom trifylit är även litiumfosfatet amblygonit omnämnt från Norrö.

Norrskogen vid Arlanda (6614022/666577)

Vid konstruktionen av landningsbana 3 vid Arlanda flygplats blottades en komplex, 2–3 m mäktig pegmatitgång som intruderat granodiorit. Gången undersöktes under åren 1994–1997 av mig tillsammans med flera mineralogiskt intresserade geologer och vi identifierade då flera litiumförande mineral.

Gången innehöll bl.a. flera centimeter stora körtlar av amblygonit associerade med aluminiumrika fosfater samt trifylitkörtlar med en storlek av upp till en decimeter. I lösa block hittades även svagt rödviolett muskovit och mörkt grön elbait. Mineralogiskt kan gången delvis jämföras med Utö, Varuträsk och Åkerberg.

Stora Vika (6537278/661088)

Ett flertal pegmatitgångar har intruderat i marmor och gnejs i karbonatstensbrottet vid Stora Vika, ca 10 km nordväst om Nynäshamn. I en av dessa gångar förekom stora bruna kristaller av helvin och som kantomvandling av denna ses mindre mängder av litiummineralet bitytit.

Gångarna i Stora Vika är rika på mineral innehållande yttrium, niob och fluor vilket skiljer dem från flera av de ovan nämnda (Varuträsk, Åkerberg, Utö, Norrskogen) som är rika på litium, cesium och tantal.

Skruppetorp (6515360/508136)

Strax norr om Godegård i nordvästra Östergötland finns ett område som innefattar ett flertal pegmatitförekomster som delvis är fosfatförande (Fe-Mn-fosfater) samt lokalt även innehåller litiumfosfatet trifylit. Värt att nämna är dessutom förekomsten



av extremt grovkristallin svart turmalin, vilken är upp till 3 m lång med ett tvärsnitt av 1 m.

Väne Ryr

Väne Ryr ligger mellan Uddevalla och Vänersborg nära gränsen mellan Västergötland och Bohuslän. Här finns två små pegmatitbrott där det nordligaste betecknas Skuleboda och den sydligaste går under namnet Essljangs gruva eller Gundlebo (6 469 646/334129). I det senare har rödviolett lepidolit och gulgrön transparent litiummuskovit, omvandlad topos och kassiterit påträffats. Muskovit bröts här under andra världskriget då den var av hög kvalitet.

Norra Kärr (6440089/474307)

I det alkalina massivet vid Norra Kärr, som delas av länsgränsen mellan Östergötland och Småland nära Gränna, hittas den litiumhaltiga amfibolen fluoro-leakeit som vackert blågröna nålar tillsammans med aegirin och arfvedssonit i bergarten kaxtorpit.

Mineralet förekommer som bergartsbildande i ett flertal exponerade hållar i de centrala delarna av intrusionen. Amfibolen beskrevs först av Törnebohm år 1906 och karaktäriserades vidare av Adamsson 1942 under namnet eckermannit, men de missade litiumhalten i originalanalysen.

Nyare undersökningar av bl.a. Oberti har visat att eckerman-

nit från Norra Kärr ska benämnas fluoro-leakeit enligt IMA (International Mineralogical Association). Typlokalen för eckermannit ligger numera i Myanmar. Läs mer om Norra Kärr i Geologiskt forum nr 114 och 115.

Skantorp (6450245/300446)

Pegmatitbrottet vid Skantorp ligger 1 km öster om kyrkan vid Tegneby på Orust. Glimmermineralen muskovit och lepidolit är observerade från denna förekomst. ♦

Läs mer

Enghag, 2000. Jordens grundämnen och deras upptäckt. Industrilitteratur, s. 215–225.

Jonsson, E. & Langhof, J. 2018. Upptäckten av litium fyller 200 år. Geologiskt forum 97, 8–11.

Quensel, P. 1960. Archean Geology of Västerbotten and Norrbotten, northern Sweden. Guide to excursions A32 and C26, International geological congress XXI session, Norden 1960, 52 s.

Smeds, S.-A. 2009. Mineralmarknaden, tema litium. Sveriges geologiska undersökning Periodiska publikationer 2009:2, 61 s.



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

✉ per.nysten@gmail.com

Hedins första stuff

Sven Hedin (1865–1952), världsberömd upptäcktsresande och framgångsrik författare, blev både beundrad och ifrågasatt redan under sin levnad.

Hedin bidrog genom sina resor till anseende på svenska museer. Främst tänker man på Etnografiska museet, men Naturhistoriska riksmuseet har lådvist material från hans expeditioner i Centralasien och Kina 1893–1935.

I mineralsamlingen återfinns en annorlunda stuff av bergkristall, med sparsmakad information på etiketten: "Kasbeck, Georgien. Sven Hedin 1887". Årtalet är oväntat tidigt eftersom det är före hans genombrott som upptäckare.

Här kan man tro att Kazbek (georgiska Mtsverkali Qazbegi), som är en inaktiv stratovulkan och Georgiens tredje högsta topp (5033 m), åsyftas. Berget utpekades ofta som platsen där titanen Prometheus enligt legenden var fäddad och fick sin lever uppäten av en örn.

Hedin började läsa geologi och geografi hösten 1886, vid dåvarande Stockholms Högskola, och museet har långt senare fått detta prov från Stockholms universitet. Ett rimligt antagande är att Hedin skänkt det till högskolans samling i samband med studierna. Då hade han redan, som tjugoförårig nybakad student, genomfört sin första resa, med Persien som huvudmål. På vägen dit hade han också ett särskilt uppdrag under ett halvår, som privatlärare åt en svensk yngling i Baku, son till en av bröderna Nobels anställda ingenjörer där.

Under resan passerade Hedin Kaukasus både på dit- och hemvägen, så det finns alltså en möjlighet att han skaffat det georgiska provet där och då. Hedin var fascinerad av höga berg, men frågan är ju om han försökte bestiga Kazbek. Han beskrev resan detaljerat i sin första bok, *Genom Persien, Mesopotamien och Kaukasien*.



FOTO: DAN HOLTSTAM. GEO-NRM #19881193.

Det framgår att han färdades söderut med tåg genom det ryska imperiet på vägen mot Baku, från S:t Petersburg till Vladikavkaz, som han anlände till den 25 augusti 1885. Där vidtog hästskjuts med hyrkusk genom bergen, 20 mil längs den "Georgiska härvägen" till Tbilisi. Han nämner att han får syn på Kazbeks "vita kägla" vid några tillfällen, men inget om att han skulle ha besökt berget i sig.

Gåtans lösning uppenbarar sig under vidare läsning: en av stationerna längs färdvägen, där man skulle inta frukost, kallas "Kasbeck". Hedin uppger också att man där kunde köpa "vackra kristaller och stenar från bergen". Frågan om stufvens proveniens är därmed sannolikt besvarad så långt det går.

Efter genomfört uppdrag i Baku reste Hedin en längre tid omkring i nuvarande Iran och Irak. Även hemresan gick via Baku, men sedan med järnväg till Batumi vid Svarta havet och därefter med båt till Konstantinopel. Inga fler besök i Kaukasus bergstrakter genomfördes alltså. Företaget som helhet var hur

som helst lyckat för Hedin, eftersom han lärt sig tre nya språk och knutit värdefulla kontakter.

Efter fil.kand.-examen återvände han till Persien 1890, nu som tolk i Oscar II:s ambassad till shahen. När den officiella delen av det uppdraget var slutförd besteg Hedin Persiens högsta berg, vulkanen Damāvand (5 609 m), vilket blev föremål för en doktorsavhandling som han försvarade 1892, i Halle i Tyskland. ♦

Läs mer

Hedin, S. 1887. *Genom Persien, Mesopotamien och Kaukasien*: reseminnen. Bonniers, 460 s.

Weinberg, R.F. & Green, O.R. 2002. The Central Asiatic (Tibet, Xinjiang, Pamir) petrological collections of Sven Hedin (1865–1952) – Swedish explorer and adventurer. *Journal of Asian Earth Sciences* 20, 297–308.



Dan Holtstam är förste intendent, samlingsansvarig och biträdande enhetschef på Naturhistoriska riksmuseet.

✉ dan.holtstam@nrm.se

Arsenik- och sulfidförande berggrund i Mälardalen

SVENSKT GEOLOGISKT VÅRMÖTE 2023 11–12 MAJ

Berggrund som innehåller sulfidförande mineral är grunden till både stora inkomster och stora utgifter för vårt samhälle. Om de förekommer i tillräckligt höga koncentrationer och i tillräckligt stora volymer kan de bilda ekonomiskt viktiga malmer, men i områden där de förekommer subekonomiskt kan de skapa stora problem, till exempel i infrastrukturprojekt. I samband med föreningens årsmöte anordnar vi ett möte på detta tema.

Program

11 maj

Årsmöte

Inbjudna föredragshållare med fokus på geologiska processer som ligger bakom sulfidmineraliseringarna i Bergslagen och Mälardalen. Efterföljande paneldiskussion. Middag

12 maj

Fälttur till Arlandaområdet.

Anmälan senast 9 april till ordf@geologiskaforeningen.se

Medlemskap i Geologiska Föreningen (eller nordisk systerorganisation) är obligatoriskt för deltagare på mötet. Deltagande sker till självkostnadspris och antalet deltagare är begränsat till ca 70 första dagen och 25 andra dagen.

Bakgrund

Många av Sveriges malmer är sulfidmalmer, t.ex. zinkförekomsterna i Zinkgruvan, kopparmalmen i Falun och silvermalmen i Sala. En malm är en mineralisering som är stor och rik nog för att vara ekonomiskt brytbar och naturligtvis innehåller element som är av intresse för brytning, men höga halter sulfider är inte bara en källa till ekonomiskt välstånd utan kan också orsaka en del problem.

När sulfidmineral kommer i kontakt med luftens syre och vatten startar en oxidationsprocess i bergmaterialet. Reaktionen bildar svavelhaltiga syror och frisätter även metaller när mineralet bryts ned. Dessa reaktioner är starkt beroende av kornstorleken på bergmaterialet på grund av att ytan, som alltså är tillgänglig för reaktioner, ökar exponentiellt i storlek med minskande kornstorlek. Ett finkornigt material kan faktiskt vara hundratals gånger mer reaktivt än ett grovkornigt material.

Den geologi som är värd åt de rika mineraliseringarna i Bergslagen och som under långa tider gett stort väl-



Sulfid-mineral i berg ger sig ofta till känna genom kraftig rostbildning på hållar, här från Albyberg i Haninge kommun.
Foto: Jenny Andersson.

stånd åt regionen och åt Sverige, i form av silver, bly, zink och koppar, fortsätter mot sydost ner mot Arlanda och Stockholmsområdet.

Det rör sig om stora mängder granitiska och grandedioritiska gnejser, men också gnejser med sedimentärt ursprung. Det finns dock inte någon modern modell och tolkning av bildningen och utvecklingen av berggrunden i Stockholmsområdet.

Här förekommer det också sulfidmineraliseringar, men dessa är subekonomiska. Den här situationen hade inte orsakat några direkta problem om det inte hade varit för alla infrastrukturprojekt som pågår i regionen.

När vi spränger ut berg, vid vägbyggnad och tunneldrivning bildas stora mängder så kallat entreprenadberg. Om detta material är sulfidförande kan det ge stora miljöproblem även om själva sulfidhalten inte är alarmerande hög. Denna bakgrund har lett till att entreprenadberget i Stockholm-Arlandaområdet blivit ett väldigt stort och dyrt problem, framför allt för att det finns så väldigt mycket av det! ♦

På gång

15–16 april. Göteborgs Internationella Mineral och Smyckestensmässan. Valhalla sporthall, Göteborg. Läs mer: www.geologerna.se/massan.htm

27–28 april. Geoturismworkshop 2023 på Högskolan i Skövde. Ett samarrangemang mellan SGU och Platåbergens Unesco Globala Geopark. Läs mer: www.sgu.se

9 maj. Swedish Mining Research and Innovation Day på Kulturens Hus i Luleå. Läs mer på www.swedishmininginnovation.se/sv/event/swedish-mining-research-and-innovation-day-4/

10 maj. The Crafoord Prize Symposium in Biosciences: How do species originate? KVA, Stockholm. Läs mer och anmäl dig: kva.se

11–12 maj. Geologiska föreningens årsmöte i Stockholm. Tema: Sulfidberg och Stockholm–Arlandaområdets berggrund. Läs mer till vänster.

14 juni. Föreläsning av Örjan Gustafsson: Utmaningar inom klimatforskningen: från Asiens bruna moln till Arktis permafrost. KVA, Stockholm. Läs mer och anmäl dig: kva.se

9–14 juli. Goldschmidt 2023 Conference, Lyon, Frankrike. Läs mer: 2023.goldschmidt.info/

14–20 juli. XXI INQUA Congress, Rom, Italien. Läs mer: inquaroma2023.org

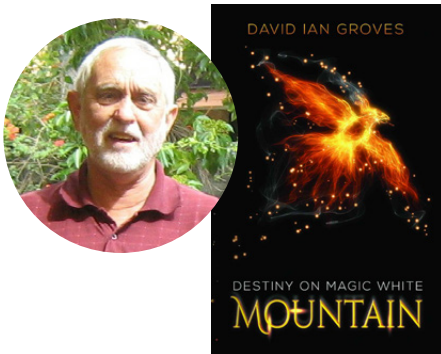


FOTO: SK FILMS

Missa inte

Cosmonova på Naturhistoriska riksmuseet har nyligen haft premiär på en ny film: *Volcanoes*. I filmen får man uppleva vulkanernas glödande lavasjöar och mäktiga kratrar. Man får också resa över storslagna landskap världen över.

Bolmande aska, sprutande lava och en närkontakt med jordens inre utlovas. I filmen får man följa med den oräddade fotografen och vulkanfantasten Carsten Peter när han firar sig ner i kratrar och besöker lavasjöar världen över. ♦



Romantips

Det är våren 1988. Den kinesiska regeringen är hungrig efter de mineraltillgångar som behövs till en begynnande industriell boom, och efter guld för att finansiera denna. Professor Qiu ger sina doktorander Liang och Xinhua uppgiften att leda ett litet prospekteringsteam för att upptäcka nya guldfyndigheter i den bergiga Jilinprovinsen.

Deras litteraturstudier leder dem till ett lovande område där det ska finnas en gammal guldgruva, "Dra-kens huvud". När de kommer dit

upptäcker de att ingången till gruvan rasat igen av ett jordskred 500 år tidigare, ett jordskred som också delvis begravde en närbelägen by med många dödsoffer som följd.

De vidskepliga byborna har aldrig öppnat gruvan igen eftersom konstiga ljud kommer från slutningen. Genom att studera platsens geologi tror Liang och Xinhua att där finns potential för guld, men först måste de utforska och kartlägga den gamla gruvan. Men i sina vildaste fantasier kan de inte föreställa sig vad de kommer att möta när de går in i den gamla gruvan och hur detta för alltid kommer att förändra deras liv.

För många av oss lite äldre geologer är författaren till denna bok, David Ian Groves, mest känd som professor i malmgeologi på University of Western Australia i Perth, där han också var chef för en stor forskningsgrupp. Efter pensioneringen har han också börjat skriva romaner. Boken kan beställas på nätet, även hos Adlibris, och där finns fler titlar av David Ian Groves. ♦

Världens äldsta dna

I sedimentprover från på Grönland har man lyckats identifiera miljö-dna som är två miljoner år gammalt. Proverna togs i mynningen av en fjord i Ishavet på Grönlands nordligaste punkt. Sedimenten har där byggts upp över en period på 20 000 år och legat bevarade i is eller permafrost, helt opåverkade av människor.

För två miljoner år sedan varierade klimatet på Grönland mellan arktiskt och tempererat och tidvis var temperaturen 10–17 °C varmare än idag.

Det dna som forskarna upptäckte visar att det vid denna tid fanns djur, växter och mikroorganismer inklusive renar, harar, lämlar, björkar och poppelträd. De kunde till och med se att mastodonter, ett däggdjur från istiden, ströövade omkring på Grönland innan arten senare dog ut.

I forskargruppen ingick Ian Snowball från Uppsala universitet som bidragit med åldersbestämning av sedimenten med hjälp av paleomagnetism. Läs artikeln på www.nature.com/articles/s41586-022-05453-y

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

Geologiska Föreningen tackar sina stödprenumeranter!

Platinasponsorer



NEW **BOLIDEN**

SKANSKA

LULEÅ
TEKNISKA
UNIVERSITET



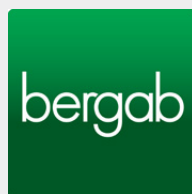
LUNDS
UNIVERSITET



Stockholms
universitet

Institutionen för geologiska vetenskaper
Institutionen för naturgeografi

Guldsponsorer



KAUNIS IRON



UPPSALA
UNIVERSITET

Geoveta

NITRO
CONSULT

Silversponsorer



Zinkgruvan Mining
a subsidiary of **lundin mining**



GeoVista



GeoPro

SWECO



GÖTEBORGS UNIVERSITET



breccia



www.geologiskaforeningen.se