

nr 39

september 2003

årgång 10

# Geologiskt forum

Geologiska Föreningens populärvetenskapliga tidskrift

## Geologins dag 2003



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

## Bevara vårt geologiska arv

Detta nummer av *Geologiskt forum* är helt tillägnat geologiska lokaler. Det är endast i direktkontakt med geologin vi kan förstå de processer som skapat och förändrat jorden och de livsformer som lever här. Geologiskt forskning och utbildning är beroende av tillgång till geologiska lokaler. Det är därför sorgligt att så många av dessa förstörs enbart på grund av okunskap och nonchalans. Vägskärningar, särskilt nya sådana, är själva livsnerven för den berggrundsgeologiska forskningen. Varje år sprängs eller grävs kilometervis av nya skärningar fram, skärningar som kanske skulle kunna ge oss svaren på några av de olösta frågorna. Tyvärr förstörs skärningarna lika snabbt som de skapas genom släntning. Detta görs troligen av trafiksäkerhetsskäl, men omfattningen och det nitiska genomförandet att utrota varje tillstymmelse till fast berg, tyder även på att mycket görs enbart av slentrian. Det finns trots allt bra och moderna undantag. Se till exempel motorvägen mellan Nyköping och Stavsås. Och visst är det så att resan blir mer njutbar om vägen uppvisar vackra och varierande bergsskärningar istället för det skyttegravsliknande utseende som moderna vägar ofta har.

Fossillokaler är ett annat kapitel. Många av dessa är klassiska lokaler beskrivna för mycket länge sedan. De ligger i skärningar i dikesrenar el dyl längs småvägar. På många av dessa ställen har man i oförståndigt nit förbjudit all fossilsamling, vilket resulterat i att lokalerna numera är helt övervuxna lerslänter. För att en fossillokal ska kunna fungera som en sådan måste vittrat material ständigt tas bort och nya färskas skärningar plockas fram. Det är nonsens att tro att fossilen skulle ta slut; så länge fossilens sedimentära värdbergart finns kvar kommer nya fossil att hittas.

Ett annat ofog (kan inte kalla det bättre) som många kommuner och län bedriver, riskerar att ställa till irreparabla skador för den malmgenetiska och mineralogiska forskningen. Jag talar om övertäckning av gamla varphögar som görs för grovt missriktade miljööndamål. En varphög med knytnävsstora bitar som legat exponerad i hundra år eller längre utgör knappast en fara för grundvattnet. De förhöjda tungmetallkoncentrationerna man uppmäter i grundvattnet på dessa, ofta avfolkade, platser beror troligen till största delen på berggrundens egen sammansättning. Många varphögar som inte täckts över är i stället direkt överbeskyddade genom att all insamling på platsen har förbjudits. Varphögar kan behöva skyddas eftersom ovanliga mineral inte är en outtömlig resurs, men man kan göra det på ett smidigt sätt. Långban är ett exempel på en lyckad kompromiss av skyddade varphögar och varphögar som vem som helst får gräva i.

Vi måste börja se våra geologiska lokaler som intresseväckande tillgångar för framtiden och inte som utställningsmontrar över svunnen forskning. Mineral- och fossilsamlande är troligen en av de viktigaste redskapen vi har för att föra det geologiska intresset vidare, och det är väl ändå vad vi vill med *Geologins dag* och *Geologiskt forum*.

Joakim Mansfeld

P.S. *Discovery Channels* augustipremiär handlade om den senaste forskningen rörande rovdinosaurier och de sensationella utgrävningarna i Argentina och Kanada. Något som Jørn H. Hurum skrev om redan i förra temanumret av *Geologiskt forum*, nr. 35.



*Geologiskt forum* utges av Geologiska Föreningen (Sveriges riksförening för geologi), i samarbete med Föreningen för Geologins dag, och med ekonomiskt stöd från Sveriges geologiska undersökning.

**SGU**  
Sveriges geologiska undersökning

*Geologiskt forum* (startår 1994) publicerar populärvetenskapliga artiklar inom geologins alla områden. Den informerar om litteratur, händelser och personer med geologisk anknytning, och är ett forum för åsikter och debatt.

### Redaktionsråd:

Jan Bergström, Holger Buentke, Christer Carlberg (Hallands Geologiskklubb), Ingemar Cato, Rolf Frankenberg (Upplands Geologiska Sällskap), Emil Gregori (Tunabygdens Geologiska Förening), Dan Holtstam, Antti Hultström (Västerbottens Amatörgeologer), Mikael Jansson (Bergslagens Geologiska Sällskap), Erik Mofjell (Göteborgs Geologiska Förening).

Tidskriften ingår i det ordinarie medlemskapet i Geologiska Föreningen.

Annonser mottages gärna. Kontakta redaktören för uppgifter om digitala format, storlekar och priser.

Ordinarie lösnummerpris är 50 kr.

Ansvärg utgivare, redigering och layout: Joakim Mansfeld

Foto och illustrationer (om inte annat anges): Joakim Mansfeld

### Redaktionens adress:

GF:s redaktion, Institutionen för geologi och geokemi, Stockholms universitet, 106 91 Stockholm, tel 08-674 77 27, fax 08-16 44 24; gff@geo.su.se; www.geologiskaforeningen.nu

*Geologiskt forum* trycks helt i fyrfärg i ca 1500 ex. av Alfa Print AB, Sundbyberg

Distribution, prenumrationsärenden, adressändring och köp av tidigare nummer:

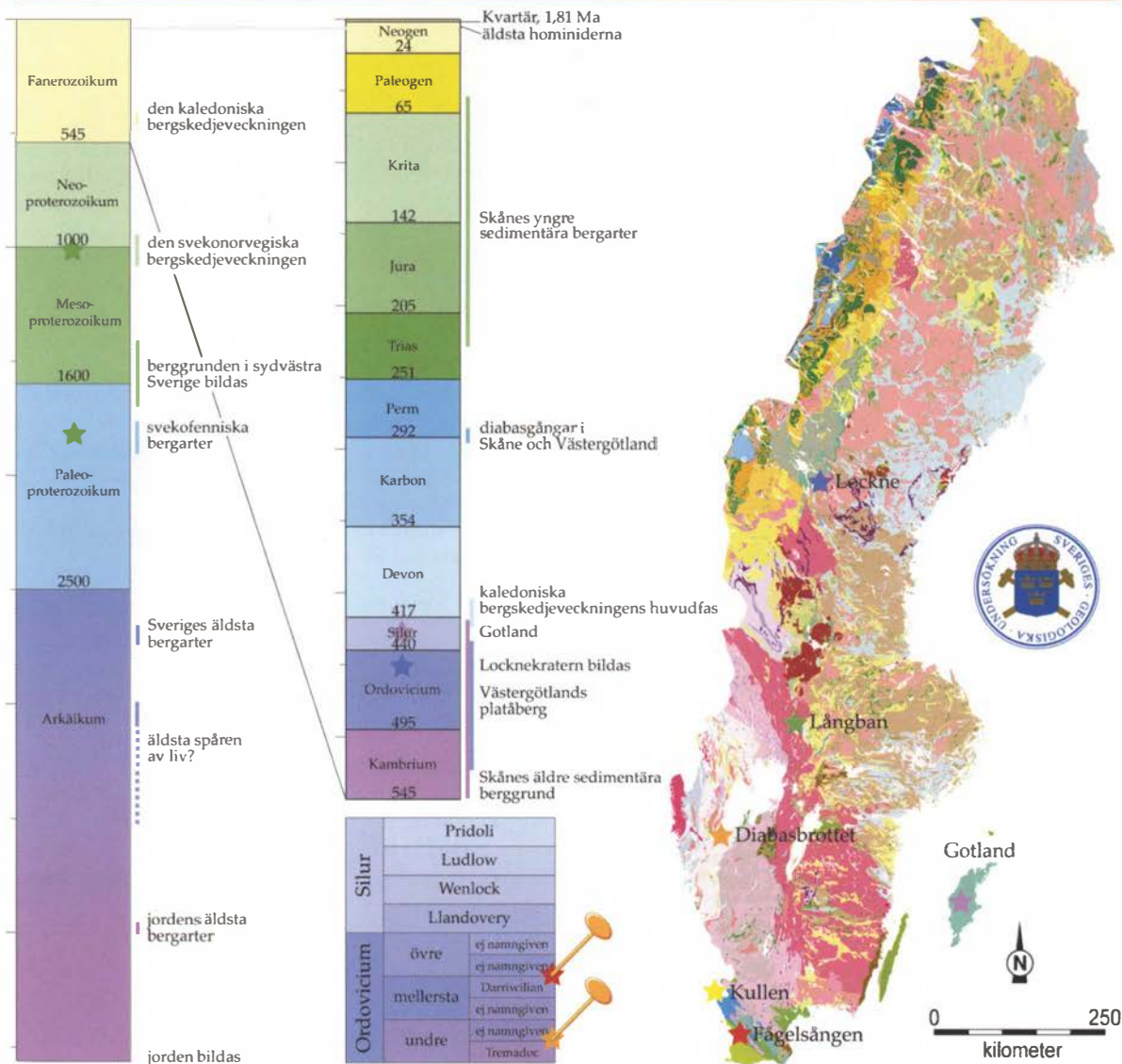
Swedish Science Press, Box 118, 751 04 Uppsala, postgiro 489 78 50-6, bankgiro 914-4601, tel 018-36 55 66, fax 018-36 52 77; info@ssp.nu.

ISSN 1104-4721



## Innehåll

- |    |                                                                                       |                                                                      |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 4  | Geologins dag 2003                                                                    | ERIK HUSS                                                            |
| 5  | Geonotiser                                                                            |                                                                      |
| 6  | ★ Långban – geologisk kändis med världsrykte                                          | ERIK JONSSON OCH DAN HOLTSTAM                                        |
| 14 | ★ Geoturist i Locknekratern                                                           | MAURITS LINDSTRÖM                                                    |
| 24 | ★ Gotlands berggrund och fossil                                                       | SARA ELIASON                                                         |
| 32 | ★ Två gyllene spikar till Sverige –<br>referensprofiler utvalda i Sveriges ordovicium | STIG M. BERGSTRÖM, KENT LARSSON,<br>MATS E. ERIKSSON OCH PER AHLBERG |
| 38 | ★ Kullaberg – Sveriges mest besökta geologiska lokal                                  | LEIF CARSERUD                                                        |
| 46 | Geologiska lokaler                                                                    | JOAKIM MANSFELD                                                      |



Källor: *Sveriges berggrund*, Th. Lundqvist 1994. *Sveriges geologiska undersökning* och *Sveriges Nationalatlas*. International Commission on Stratigraphy (ICS); [www.micropress.org/stratigraphy](http://www.micropress.org/stratigraphy). *Sveriges geologi från urtid till nutid*, M. Lindström, J. Lundqvist & Th. Lundqvist, 2000. Studentlitteratur, 491 s.

**GEOSIGMA**  
MARK BERG VATTEN

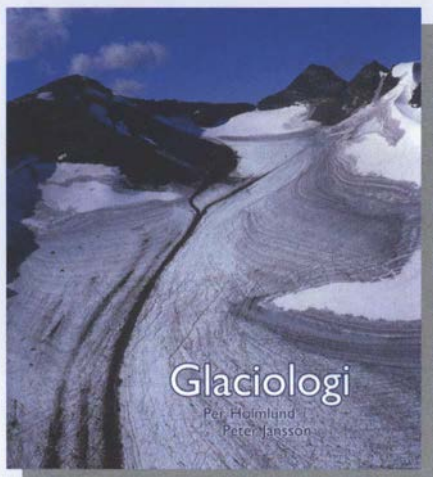


# Geonotiser



Kebnekaisefjällen. Foto Tomas Utsi, Kiruna.

## Första svenska läroboken i glaciologi



En ny lärobok i glaciologi har just blivit publicerad i Sverige. Det är professor *Per Holmlund* och docent *Peter Jansson* vid Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet, som står bakom det 176 sidor långa arbetet. Boken är främst riktad till kurser på universitetsnivå och intresserad allmänhet och kan köpas direkt via universitetet. Pris: 120 kr + moms och ev. porto. Boken kan beställas hos: Eva Persdotter, Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet, tel: 08-16 49 59; [eva.persdotter@natgeo.su.se](mailto:eva.persdotter@natgeo.su.se)

## Nya gruvor i Sverige

North Atlantic Natural Resources (NANs) gruva Storliden producerade från starten i april 2002 till årsskiftet ca 160 000 ton malm med i genomsnitt 11,4% zink, 3,6% koppar, 0,4 g/ton guld och 35 g/ton silver.

Svartlidens guldprojekt som drivs av Dragon Mining kan komma igång med brytning i mars 2004. Produktionen beräknas bli ca 2000 kg guld årligen från en malm med 7 g/ton guld.

Björkdals guldgruva, som under 1990-talet var en av Europas största guldgruvor, är åter i produktion. Under 2002 producerade gruvan omkring 900 kg guld.

Det verkar däremot inte bli någon gruvbrytning i Ersmarksberget/Blaiken under den närmaste framtiden. Scan Mining satsar istället på återöppnandet av Pahtavaaras guldgruva i Finska Lappland.

källa: Exploration Newsletters, June 2003. SGUs mineralkontor.

## Antalet geostudenter uppåt...

Sedan ett antal år med få studenter på våra svenska geovetenskapliga utbildningar verkar trenden äntligen varar på väg uppåt, åtminstone lokalt. Våren 2003 var första gången på fem år som antalet studenter på grundkursen i geovetenskap vid Stockholms universitet ökat, vilket får ses som ett trendbrott.

källa: Antagningsenheten, Stockholms universitet.

## Geovetenskaplig/glaciologisk guide över Kebnekaiseområdet

Sedan något år har arbetet med en helt ny geovetenskaplig guide över det populära Kebnekaiseområdet i Kirunafjällen påbörjats. Det är personal från Tarfala forskningsstation som förhoppningsvis tillsammans med Kiruna kommun kommer att göra en storskalig detaljerad fjällkarta med beskrivningar över intressanta geologiska och glaciologiska platser i fjällterrängen.

Tidigare har Kebnekaiseområdet mest utnyttjats bland turister för rekreation, klättring och vandring, men nu ska om allt går som planerat besökare kunna få mer ut av fjällmassivet än så. Syftet är att locka kunskapsförstående turister och även bofasta till Kirunafjällen och att sprida geologiska och glaciologiska kunskaper om våra fjäll.

Medan vi med stor nyfikenhet väntar på det färdiga resultatet kommer Geologiskt forum att få ta del av material från guiden och som kommer att publiceras i något ett kommande nummer.

källa: Per Holmlund, Tarfala forskningsstation, Kebnekaise.

## Nya GeoCentrum i Lund

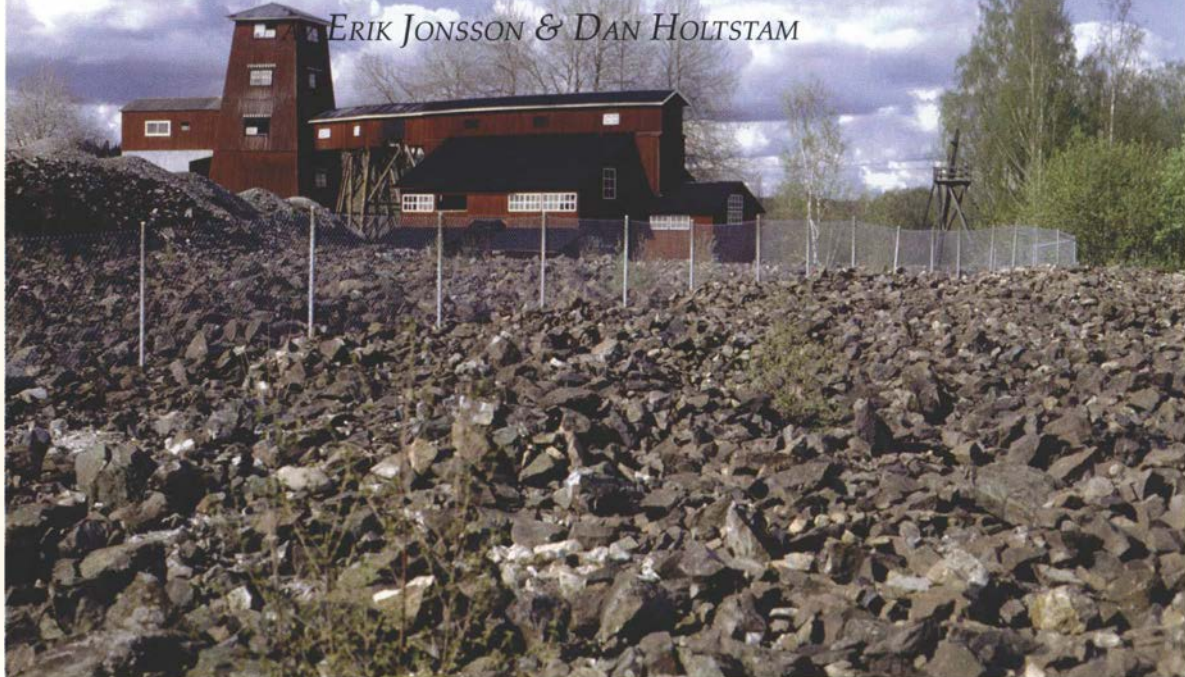
De geovetenskapliga institutionerna vid Lunds universitet håller på att få en ny skepnad – GeoCentrum. Total yta blir minst 10 000 kvadratmeter, varav de två äldre husen har totalrenoverats och ett helt nytt centrum håller på att byggas. Om några år kommer 160–170 personer att ha sin arbetsplats på Geo-Centrum. Tre institutioner flyttar in: Geologiska institutionen, Naturgeografiska institutionen samt Institutionen för kulturgeografi och ekonomisk geografi.

Inom GeoCentrum ryms också Centrum för GeoBiosfärsdynamikstudier. I denna centrumbildning samarbetar geologer, naturgeografer och växtekologer. Syftet är att med gränsöverskridande forskning lära sig förstå processambanden mellan berg, jord, vatten, luft och vegetation, både i nutid och bakåt i olika geologiska tidsperspektiv.

källa: Informationsenheten, Lunds universitet.

# LÅNGBAN – geologisk kändis med världsrykte

ERIK JONSSON & DAN HOLTSTAM



*Nya schaktets lave, med den delvis inhägnade varphögen i förgrunden. Foto Erik Jonsson*

*Långban i Värmland är en av världens rikaste mineralförekomster, räknat i antalet olika mineral. I sten från denna, med moderna mått mätt blygsamma gruva, har forskare, gruvarbetare och amatörer genom åren funnit mer än 270 olika mineral, och diskussioner kring deras bildningssätt pågår fortfarande. Välkommen till ett mineralogiskt Eldorado i Sverige!*

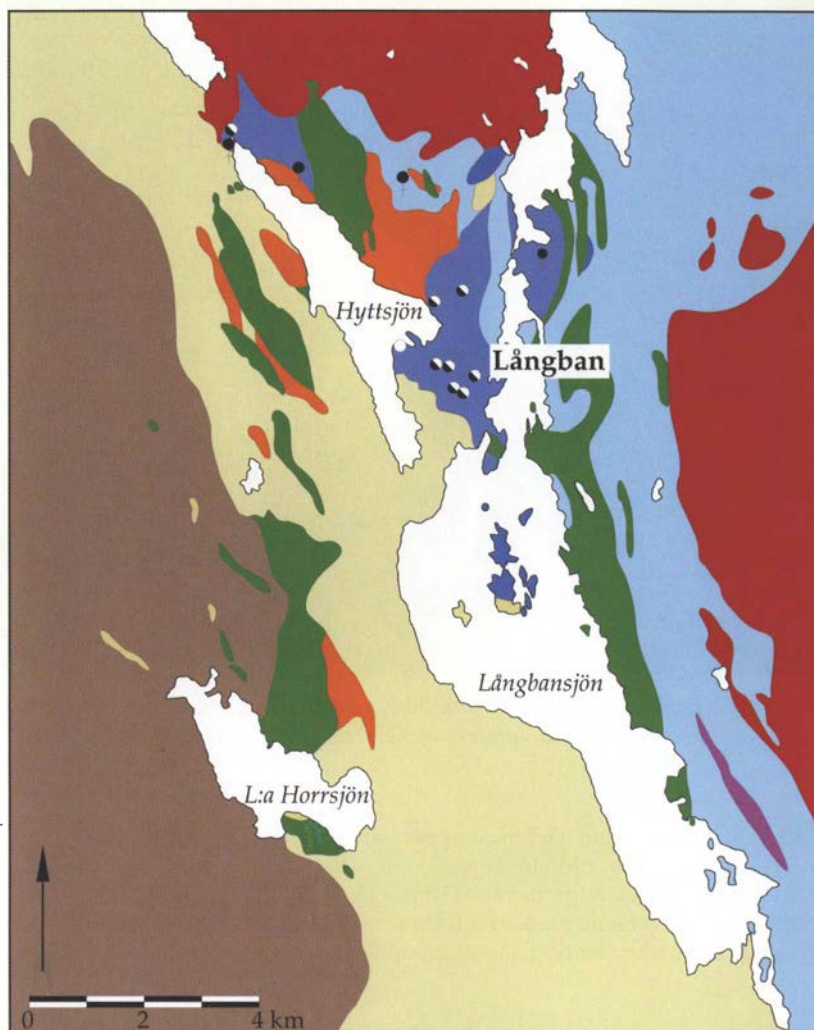
Långban, en liten by i Filipstads kommun i östra Värmland, åtnjuter ett rykte som få andra geologiska lokaler i Sverige eller övriga Norden. Långbanshyttan, som orten benämndes förr i världen, härbärgerar en av de mineralrikaste gruvorna i världen. Där gruvbyn skulle komma att ligga fann man och började bryta malm redan under medeltiden. Malmen behövde behandlas för att få fram rent järn, varför man också byggde en hytta. Så långt är det inget unikt med denna historia, utan tvärtom liknar utvecklingen den på ett otal andra håll i det stora mellansvenska gruvdistrikt vi kallar Bergslagen. Det som lett till Långbans mineralogiska storhet får vi istället söka i traktens tidigaste historia, alltså den vi kan utläsa i berggrundsgeologin. Långbanområdet uppvisar en lång, komplex och fascinerande geologisk utveckling som, så vitt vi vet,

började för så där knappt två miljarder år sedan och kanske inte slutade förrän livet exploderat på jorden, mer än en och en halv miljard år senare.

Resultatet av olika geologiska processer kan ses i Långbans unika mineraldiversitet, ett fenomen som varit känt bland mineralogiskt inriktade vetenskapsmän och amatörer sedan åtminstone ett sekel. Trots mer än hundra års entusiastiskt samlande i Långban finns ändå fortfarande möjligheter att göra fynd, inte minst för den som redan kan lite om mineral. Detta bevisas årligen av både privatpersoner och fackfolk, och deras letande kan t.o.m. leda till fynd av mineral tidigare helt okända för vår planet; så till exempel upptäcktes härneit, bergslagit, fredrikssonit, filipstadit och sverigeit på varphögarna först i modern tid. Området kring Långban erbjuder förutom mineralogi, gruv- och kulturhistoria



Översiktlig geologisk karta  
över Långbanområdet  
(modifierad efter Björk 1986).



samt vackra naturupplevelser också goda möjligheter att studera de olika bergartstyper som bygger upp Bergslagens malmförande formation, och deras inbördes relationer.

## Geologisk utveckling i Långbanområdet och västra Bergslagen

Till Bergslagens viktigaste bergarter hör tveklöst de kiselsyrarika materialen av vulkaniskt ursprung. Dessa numera omvandlade askor och lavar kallades av tidigare generationer geologer för leptit och hälleflinta, och är resultat av en omfattande och stundtals våldsam vulkanisk aktivitet som drabbade denna region för knappt två miljarder år sedan. De vulkaniska produk-

terna avsattes till största delen i ett grunt hav, till vilket det under denna tid också fördes varierande mängder sediment, både från äldre kontinentala källor samt från de nyligen bildade vulkanformationerna. Karbonater fälldes ut på havsbotten, förmodligen både genom inverkan av alger och genom rent kemiska processer, och omvandlades senare till bl.a. den dolomitmarmor som idag är värdbergart för mineraliseringarna i Långban. Under denna tid bildades troligen också de första granitiska djupbergarterna i området, vilka möjligen representerar samma magmor som producerade vulkanernas lavafloeden och askregn.

Efter denna period började den så kallade svekokarelska bergskedjebildningen, kanske resultatet av en kollision mellan två kontinenter. Denna kraftfulla geologiska omvälvning inträffade för omkring 1,85 till



Vackert tillmakad (bruten genom bränning, ej sprängning) stollgång, troligen från 1700-talet. En stoll är en gruvvort som går in horisontellt från markytan. Gustavsgruvorna, Långban. Foto Erik Jonsson.

1,82 miljarder år sedan. Det mest uppenbara resultatet av en sådan process är förstås bergskedjor, sådana som vi idag kan se i t. ex. Alperna eller Himalaya. Av denna svenska urbergskedja finns dock inte mycket kvar. Vittring och erosion har i det närmaste utplånat den från

jordens yta, i vart fall om man bara letar efter bergen i sig. Tar vi oss däremot tid att närmare studera dagens synliga berggrund, rötterna till de en gång så mäktiga svekokareliderna, upptäcker vi snart spåren av många tusen meter ovanliggande sten. Hela den ursprungliga



Kalk- och skarnbandade omvandlade vulkaniska bergarter, öster om Långbansjön. Foto. Erik Jonsson.



Veckat lager av omvandlat vulkaniskt material i dolomitmarmor (gråbrun-vitträd på ytan, annars vit). I kontakten mellan de två bergarterna kan en decimetertjock mörkgrön skarnzon skönjas.

Gammal järnvägsskärning öster om gruvorna, Långban

Foto Erik Jonsson.



bergmassan utövade ett stort tryck, och tillsammans med relativt höga temperaturer resulterade detta i en process där de djupast liggande delarna radikalt förändrades, s.k. regionalmetamorfos. De tidigast bildade mineralen fick nu anpassa sig till den nya miljön, vilket ledde till både tillväxt av kristaller och nybildning av mineral.

En tid efter den svekokarelska bergskedjebildningen och omvandlingen (metamorfosen) av de äldre bergarterna bildades olika intrusiva bergarter (djup- och gångbergarter) i området. Störst yta i västligaste Bergslagen täcker de ofta rödaktiga graniter som tillhör de yngre i området, s.k. Smålands-Värmlandsgraniter (bl.a. Filipstadsgranit) med en ålder på knappt 1,80 miljarder år. Den yngsta påverkan vi kan observera manifesterar sig främst som sprick- och rörelsezon, vilka skär igenom de flesta bergarter. Den omfattande zon som kan observeras i Långbantrakten kan vara kopplad till den omkring en miljard år gamla svekonorvegiska bergskedjebildningen, vilken annars framförallt är känd för sin betydligt kraftfullare inverkan på Sydvästsveriges berggrund.

## Malm- och mineralbildning

Den kände amerikanske mineralogen Paul(us) Moore konstaterade 1970 att "Långban...is the most remarkable mineral locality on Earth". Han fann fog för sitt påstående i bl.a. det faktum att platsen är typlokal för ett ovanligt stort antal mineral, till dags dato hela 69 stycken. (Med typlokal avses att det första vetenskapligt

Nedan: kraftigt deformerad vulkanisk bergart, nu mycket skifferlik, i en sent bildad rörelsezon söder om Hyttsjön, Långban. Foto Erik Jonsson.







*Välutvecklad, ca. 5 mm lång kristall av svartmetallisk långbanit associerad med gulorange richterit i manganskarn från Långban (Naturhistoriska riksmuseets samlingar) Foto Michael P. Cooper.*



*Upp till ca. 2 mm stora djupröda kristaller av allaktit, ett karakteristiskt sprickmineral från Långban. (Naturhistoriska riksmuseets samlingar). Foto Michael P. Cooper.*

beskrivna och namngivna exemplaret kommer däri-från.) Vad har då gjort Långbangruvorna så unika - varför har vi en sådan enorm mineraldiversitet just här? Två gynnsamma förhållanden är i alla fall uppenbara för författarna till dessa rader. Först och främst innehöll Långbanmalmerna redan från början en ovanlig kombination av en mängd olika grundämnen. Inte minst den intima förekomsten av antimon, arsenik, barium, beryllium, bly, bor och mangan i en miljö med förhållandevis lite kisel närvarande, är en central pusselbit. Den andra viktiga faktorn är att Långban-områdets berggrund påverkats av en lång rad geologiska processer, så att de olika befintliga komponenterna kunnat omfördelas och på nytt ges möjlighet att reagera med varandra under vitt skilda tryck- och

temperaturförhållanden. Man bör också notera betydelsen av att dessa bildningar kunnat bevaras från senare vittring och erosion. Vi vet över huvud taget inte hur många fler mineraliseringar av detta slag som en gång kan ha funnits, men som antingen hunnit försvinna från jordens yta genom olika nedbrytande processer eller som förblivit oexponerade.

Den första fasen av mineralbildning var direkt kopplad till den aktiva vulkanismen i Bergslagen. I ett vulkaniskt havsbottenområde finns alla nödvändiga komponenter för att producera en malm: värme, vatten och metallhaltiga material. Den här typen av malmbildande processer kan observeras i aktiva vulkaniska områden ännu idag, t.ex. utanför Japans kust. Genom den vulkaniska värmen bringas ned-



trängande havsvatten att cirkulera i både löst sammanhållna vulkaniska material, samt genom sprickor också i de hårdare bergarterna. Det heta och salthaltiga vattnet förmår ganska lätt att laka ut olika metaller, men lösningarna förlorar snart sin kapacitet att hålla dem lösta, om de kyla av eller om den kemiska miljön (t.ex. pH-värdet) ändras. När en sådan förändring inträffar, exempelvis då lösningarna strömmar ut över havsbotten och blandas med kallt, lätt alkaliskt havsvatten, fälls olika komponenter ofta ut. Mekanismer av detta slag ligger sannolikt bakom många av Bergslagens malmer, inklusive de i Långban. Här uppträder både järnmalm (hematit + magnetit) och manganmalm, dock tämligen väl åtskilda i separata kroppar. Denna uppdelning kan man anta avspeglar att järnet fällts ut först, troligen i form av oxyhydroxider, varefter olika manganföreningar bildats. Manganmalmerna, som främst består av hausmannit ( $Mn_3O_4$ ) och braunit ( $Mn_7Si_8O_{22}$ ), upptäcktes relativt sent i Långban, när järnmalmsbrytning pågått under flera århundraden.

Den första riktigt kraftfulla mineralogiska omvälvningen inträffade under den ovan nämnda regional-metamorfosen som drabbade alla äldre bergarter. Nu skapades bland annat en rik flora av så kallade skarnmineral då karbonater och kiselrika material reagerade med varandra. De dominerande skarnmineralen i Långban är amfiboler, granater och pyroxener, som ofta innehåller både mangan och järn.

De granitiska magmor som sedan trängde upp kan lokalt ha haft en inverkan på mineraliseringarna, genom förhöjda temperaturer samt genom avgivande av lösningar. I nuläget verkar det mindre sannolikt att denna typ av processer var avgörande för mineralbildningshistorien i Långban, även om detta debatteras.

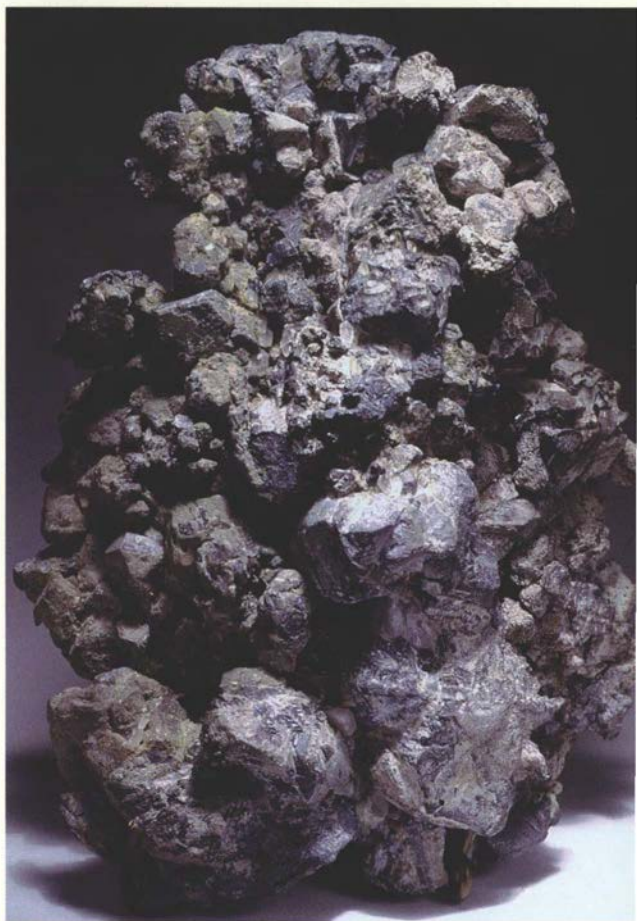
Den sista betydande fasen av mineralbildning i Långban skedde i samband med spröd uppsprickning av den övre jordskorpan. Uppvärmat vatten, maximalt ett par hundra grader, kunde då laka ut metaller från de befintliga malmerna och deras sidoberg, och återutfälla dem i nya härliga kombinationer i de nyss öppnade sprickorna. Dessa kunde vara allt från bara någon millimeter till flera decimeter breda, och den unika svit mineral som bildades i dem kallas oftast för sprickmineral. I denna flora ingår många exotiska och inte sällan vackert utvecklade kristaller som hjälpt till att göra Långban till ett bekant namn bland världens mineralintresserade. Bland sprickmineralen återfinns till exempel allaktit, akrokordit, eveit, finnemanit, trigonit och paulmooreit (samtliga av dessa är arsenikförande mineral, men knappast giftiga för den skull!). Ingen direkt skönhetsupplevelse, men definitivt spektakulär, är förekomsten av gedigna metaller, främst bly, i sprickorna. Delvis kristalliserade massor av gediget bly på över hundra kilos vikt påträffades under brytningen i början av 1900-talet, vilket är något helt unikt i världen. Den reaktiva (oädlä) metallen bly

påträffas i naturen annars nästan alltid i kombination med ett eller flera andra grundämnen, mestadels i form av blyglans (PbS).

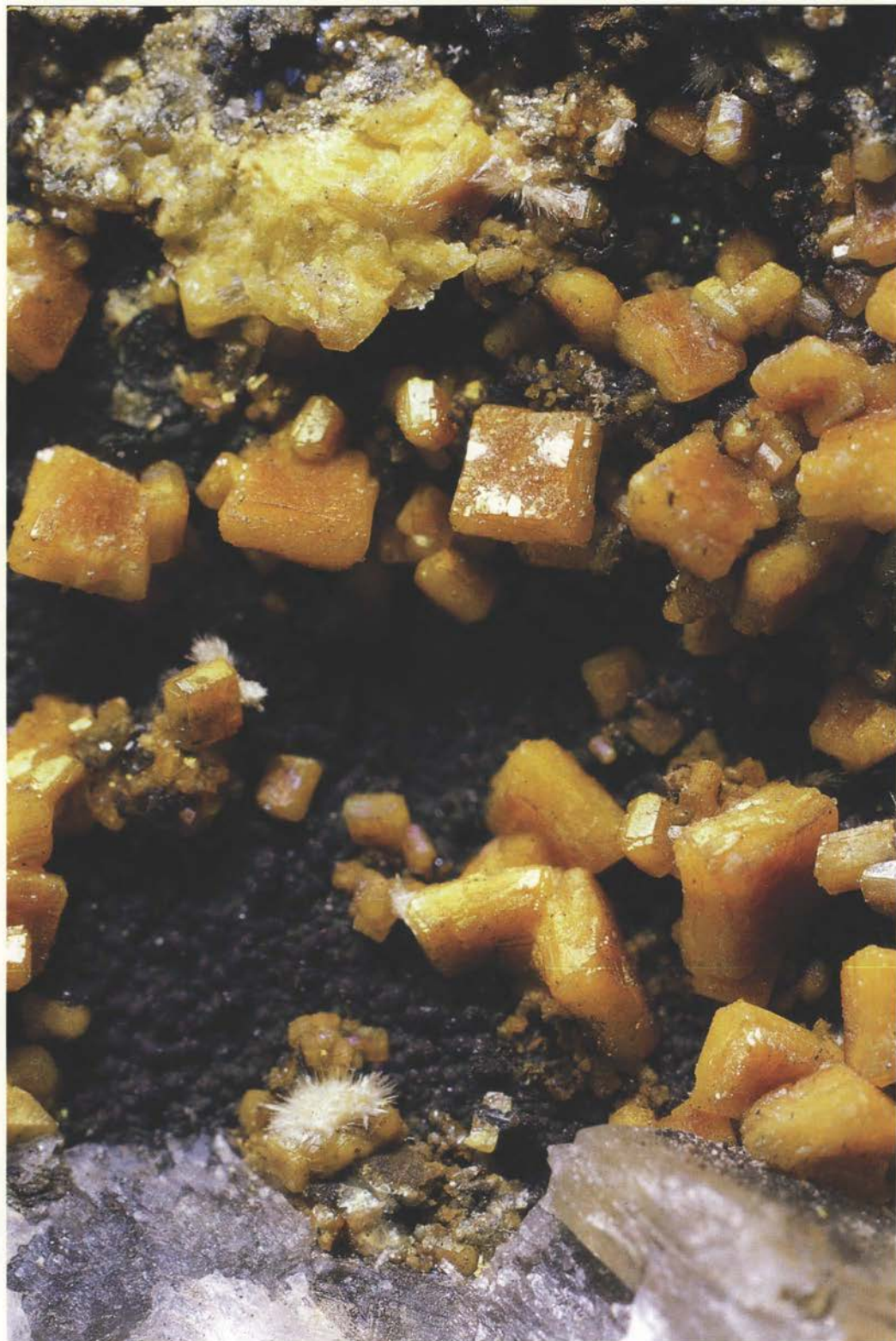
Intressant nog verkar det alltså som om den ursprungligen vulkaniskt-hydrotermalt avsatta uppsättningen av metaller svarat också för den absoluta merparten av senare bildade mineral i Långban. Nya studier av inte minst olika isotopsystem pekar på att det hela handlar om en "omkokning" i flera steg av omkring 1,9 miljarder år gamla vulkaniska komponenter.

## Långban idag

Långbans Gruvby är ett ovanligt välbevarat exempel på en mellansvensk gruva med tillhörande hytta. Gruvorna är visserligen numera till största delen vattenfyllda, men sten från dem är fortfarande tillgängligt. Det gamla



Grovkristallint aggregat av gediget bly med kristaller upp till ca. 2 cm. (Naturhistoriska riksmuseets samlingar). Foto Erik Jonsson.



Gula, omkring 1,5 mm stora kristaller av nadorit i en öppen spricka i hematitmalm (Naturhistoriska riksmuseets samlingar). Foto Erik Jonsson.



gruvområdet är nedlusat med varphögar, de ansamlingar av "skrotsten" som togs upp under brytningen men som ej innehöll nog med malm för att gå till hyttan. Under gruvornas glansdagar var den gängse metoden för sortering av malmen handskrädning. Några av de personer som hade denna slitsamma syssla, skrädarna, blev också mineralintresserade, och en stor andel av de fantastiska mineralprov som idag kan beskådas på t.ex. Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm ligger där på grund av dessa mäns skarpa blick. Nu lyckades de dock inte plocka åt sig allt intressant, utan en hel del blev kvar åt oss som letar idag. Förutom en inhägnad sektion söder om Nya schaktets lave, samt ett mindre område väster om gruvområdet, är alla varphögar tillgängliga för samlare och andra intresserade. På högarna precis utanför stängslet vid Nya schaktet har man gjort fynd av ett flertal typiska Långbanmineral, och bland annat arsenater som tilasit, hedyfan och svabit, liksom gediget bly på tunna sprickor, är inte ovanliga här. De stora högarna öster om landsvägen innehåller i sin mellersta del stora mängder dolomit. Här låg också det dolomitverk som var i drift från 1950-talet till gruvans stängning 1972. Verket är idag rivet, men mycket av den vita bergarten ligger kvar. I direkt anslutning ligger bland annat en hög med anrikad hematitmalm, vilken lokalt visat sig innehålla rariteter som ingersonit, filipstadit, nadorit och sarkinit. På alla sidor om dolomitmassorna förekommer intressant varp, inte minst fortsatt österut där högarna till slut närändanad i Långbansjön. I området förekommer flera av de vanligare skarnmineralen, men också riktiga sällsyntheter, inkluderande minst ett nytt, ännu ej färdigundersökt mineral... Manganskarn är det lokalt gottom, och det innehåller ibland vackert röd rodonit liksom sällsyntheter som ericssonit (uppkallat efter Långbans store son tillika kanonbåten "Monitors" skapare, John Ericsson) och långbanit.

Långban av idag erbjuder också utställningar, en varje år återkommande mineralmässa (i augusti), guidade turer kring gruvor och hytta liksom boende och matservering i en vacker och historisk Bergslagsmiljö. Ett besök rekommenderas starkt!

## Litteratur

- Björk, L. 1986: Beskrivning till Berggrundskartan Filipstad NV. *Sveriges Geologiska Undersökning Af 147*, 1–110.
- Boström, K., Rydell, H. & Joensuu, O. 1979: Långban - an exhalative sedimentary deposit? *Economic Geology* 74, 1002–1011.
- Holtstam, D. & Langhof, J. (red.) 1999: *Långban. The mines, their minerals, geology and explorers*. 218 s. Raster Förlag, Stockholm.



*Sverigeit, ett unikum för Långban, i form av omkring 5 mm stora gulaktiga kristaller i gråvit kalcit (Naturhistoriska riksmuseets samlingar). Foto Michael P. Cooper.*

- Jonsson, E. & Broman, C. 2002: Fluid inclusions in late-stage Pb-Mn-As-Sb mineral assemblages in the Långban deposit, Bergslagen, Sweden. *Canadian Mineralogist* 40, 47–65.
- Magnusson, N.H. 1930: Långbans malmtrakt. *Sveriges Geologiska Undersökning Ca 23*, 1–111.
- Moore, P.B. 1970: Mineralogy & chemistry of Långban-type deposits in Bergslagen, Sweden. *The Mineralogical Record* 1, 154–172.

*Erik Jonsson, Sektionen för mineralogi, Naturhistoriska riksmuseet, och Institutionen för geologi och geokemi, Stockholms universitet. Dan Holtstam, Sektionen för mineralogi, Naturhistoriska riksmuseet.*

# Geoturist i Locknekratern

AV MAURITS LINDSTRÖM

*För omkring 455 miljoner år sedan, vid början av den mellanordoviciska dalbytiden, slog en ca 800 m stor himlakropp ned under låg vinkel mot havsytan i Lockne socken av Östersunds kommun. Nedslagshastigheten var ca 20 km/sek. Den kinetiska energin i nedslaget motsvarade åtminstone laddningen i alla kärnvapen sammantagna. Havsbotten fick en djup inre krater med drygt 7 km diameter, omgiven av en grundare yttre krater, som blev omkring 16 km vid. Kratern i havsvattnet sträckte sig ungefär 8 km från nedslagspunkten. Den försvann visserligen helt inom några minuter men förbrukade väldiga energimängder. Spåren efter detta meteoritnedslag är fortfarande synliga i berggrunden och avslöjar vad som hände under en mycket dramatisk tid i jordens historia.*

## En geologisk historia

Locknes historia börjar i den proterozoiska eran. För omkring två miljarder år sedan bildades det lagrade och vulkaniska bergarter. Dessa kallas suprakrustala. De förändrades senare till metamorf berggrund genom stark upphettning och sammanpressning i jordskorpan. Metamorfosen tilltog, då väldiga massor av kiselsyrarik smälta trängde upp för omkring 1,9 och 1,8 miljarder år sedan och stelnade till granit. Den 1,8 miljarder år gamla revsundsgraniten dominerar. Under samma tidsavsnitt deformerades berggrunden av nya jordskorperörelser. Allt detta tillsammans kallas den svekokareliska bergskedjebildningen.

För omkring 1,2 miljarder år sedan, då de svekokareliska bergen hade jämnats ut av vittring och erosionens krafter, trängde kiselsyrafattigare magma in längs vidsträckta, vågräta sprickor, svalnade och blev till lagergångar av mörkgrå åsbydiabas. På berggrundskartan (sidan 16) bildar den fläckar utan sammanhang, eftersom hela berggrunden har utsatts för senare deformationer.

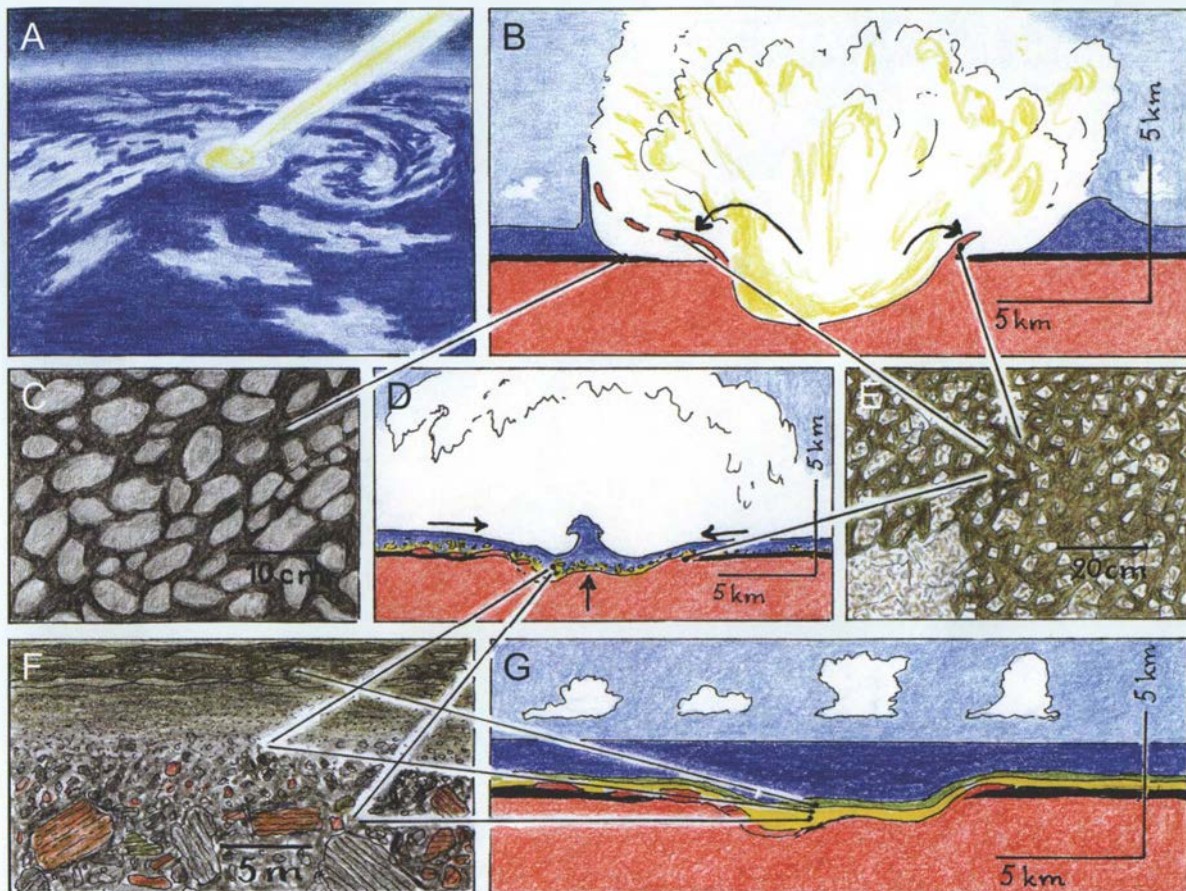
Yngsta proterozoikum, som slutade när kambrium började för sannolikt omkring 540 miljoner år sedan, tycks inte ha efterlämnat bergarter kring Lockne. I stället eroderades de äldre, bergiga landformerna till en ganska jämn yta, som kallas det subkambriska peneplanet. Detta bevarades under kambriska avlagringar och syns i landskapet ännu lång tid efter det att kambrium har eroderats bort. Peneplanets berggrund består av proterozoiska graniter, gnejser, suprakrustalbergarter

och åsbydiabas. I kambrium sjönk trakten under havet. Sedimentet i detta hav blev till svart alunskiffer. I havet levde trilobiter, som kunde likna stora gråsuggor. Deras rester finns i stora linser av mörkgrå kalksten (orsten) i alunskiffern t.ex. vid Klocksåsen (lokal 10) och Mon, som ligger nära kartans södra kant.

Under den följande perioden, ordovicium, låg Lockne alltså under havsytan liksom större delen av det övriga Sverige. Under många miljoner år bestod havsbotten mest av ortoceratitkalksten. Namnet syftar på bläckfiskdjur med långa och oftast raka skal med många tvärställda kammarväggar. Vanligast var trilobiter. Kalkstenen är mest känd från Brunflo, men den har brutits på många håll i Jämtland, t.ex. i Lockne. Ortoceratithavet var extremt fattigt på sediment och näring. Bottenavlagringarna blev bara 2–4 mm tjockare för varje årtusende. I mellanordovicium kom det in litet mer sediment, kanske för att den nordeuropeiska kontinentplattan gled in i en varmare klimatzon, kanske också för att en ny bergskedja, Kaledoniderna, växte upp ur havet i nordväst. Nya slag av kalksten bildades. Den ljusgråa, lerrika dalbykalkstenen efterträdde ortoceratitkalkstenen.

Jätteprojektillen från kosmos drabbade Lockne i början av dalbytiden. Den hade kretsat runt solen i fyra miljarder år innan gravitationen från Jupiter justerade in kursen till kollision med Jorden. Det gigantiska övertrycket kring kollisionspunkten förgasade havsvattnet och fick projektillen att smälta. Det spred sig en



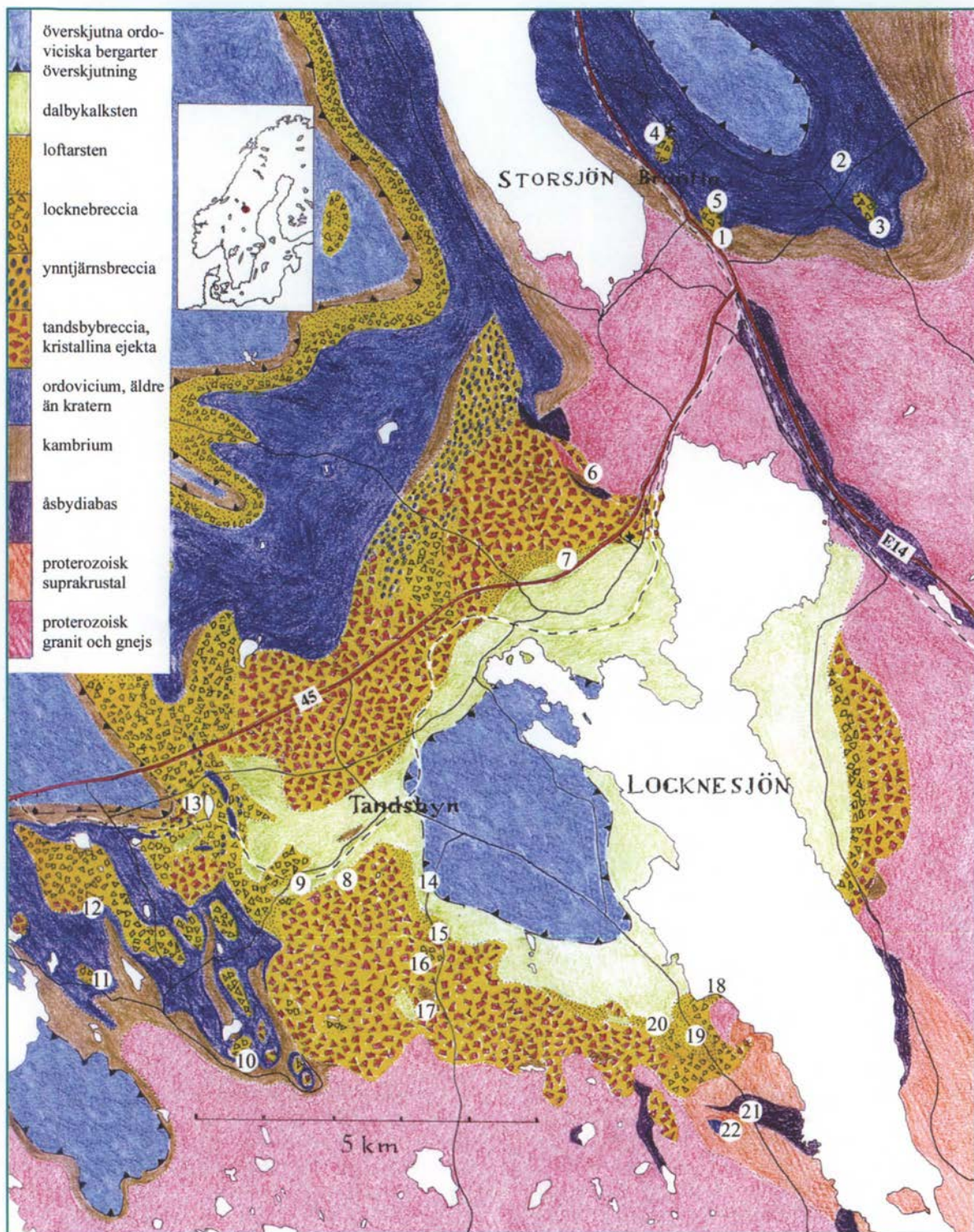


Locknekraterns uppkomst och bergarter. A. Det börjar med en himlakropp som träffar havsytan snett uppifrån. B. Den kraterbildande explosionen i tvärsnitt, där vattenkratern får sin högsta och brantaste vall i nedslagsriktningen, medan ejaktaflak slungas ut och vänder i luften (rött = "urberg", svart = kambrium och ordovicium, mörkblått = havsvatten). C. En del av den ordoviciska ortoceratitkalkstenen blir till ynnjtjärnsbreccia. D. Ett tvärsnitt (i mindre skala) omedelbart efter kraterbildningen, när havet störtar in och bildar en vattenpelare över kraterns mitt, samtidigt som den vid kraterbildningen nedpressade mitten också stiger, så att kratern blir grundare. E. Tandsbybreccia med fragment av krossat "urberg". F. Den lagerföld av sediment, som avsattes efter kraterbildningen: återsvallets locknebreccia och loftarsten, samt den i lugnt vatten långsamt avsatta dalbykalkstenen. G. Ett tvärsnitt genom kratern under dalbykalkstenens avsättningstid (gult = återsvallavlagringar, ljusgrönt = dalbykalksten, andra färger som i ruta B).

stöttvåg åt sidorna och ned i havsbotten. Uppladdningen med rörelseenergi satte vatten och berg runt kollisionspunkten i våldsam rörelse. Mycket berg pressades nedåt, men stora massor av vatten och berg slungades åt de håll där det var fritt, alltså uppåt och åt sidorna. Det bildades en krater. De översta berggrundsskikten mötte minst motstånd och drevs upp, kastades över ända och hamnade upp och ned i en bred zon runt den inre, drygt 7 km vida kratern. Samtidigt sköts vattenmassorna ut från centrum och fläkte med sig det mesta av sedimenten närmast den inre kratern.

Den utkastade, fasta materian kallasejekta. Ejekta av krossat, proterozoiskt berg, som oftast är granit, kallas tandsbybreccia. Denna slungades ut med oerhörd kraft. Vattenkratern, som bildades samtidigt med den djupa inre berggrundskratern, spred sig vida utanför denna. Kraften och trycket, när vattnet slungades utåt, medförde våldsamma påkänningar på de kambriska och ordoviciska avlagringarna. Mycket av det som blev kvar av ortoceratitkalkstenen blev slaget i bitar och omrört. Så illa tilltygad ortoceratitkalksten kallas ynnjtjärnsbreccia.





Geologisk karta över Locknekratern, med de i texten använda lokalnumren. Där berggrunden är tydligt strukturerad, t.ex. genom veckning, antyds den viktigaste strukturriktningen genom grytet i bilden.





Norra kanten av den inre kratern efter snöfall. Gården Änge mitt i bilden. Skogspartierna till höger och överst i bilden ligger på granit, som kastades ut ur kratern när den bildades. Den inre kratern ligger till vänster om en krökt linje som börjar  $\frac{2}{3}$  från den undre kantens vänstra hörn och skär väg 45 mitt i den vänstra kanten.

Redan omkring 10 sekunder efter nedslaget fanns det en nära 7 km vid och över 1 km djup, torr och mycket het krater i stället för djup havsbotten. Havet hade tryckts tillbaka nära 8 km från centrum, och väldiga mängder av ejekta började falla ned över hela området. En över 2 km hög vägg av vatten hade vuxit runt vattenkratern och började omgående att kollapsa. Det betydde att en väldig vattenmassa störtade in mot centrum med högsta fart och kraft. Detta återsvall rev med sig och avsatte allt från sand och grus till gigantiska kalkstensblock. Samtidigt slog den nedtryckta kraterbotten tillbaka uppåt, så att den inre kratern blev hundratals meter grundare i mitten. Återsvallat avsatte först ett grusigt och ofta blockrikt sediment, som kallas locknebreccia, sedan allt finkornigare grus och sand, som blev till en bergart med det gamla, folkliga namnet loftarsten. Denna är stryktålig och användes i äldre byggen. Den innehåller tre olika nedslagsbevis, nämligen korn av skockad kvarts, som bildas av det extrema trycket i nedslagsögonblicket, korn av nedslagssmälta, samt en starkt förhöjd halt av grundämnet iridium, som är ytterst sällsynt på jorden men finns i betydligt större mängder i många meteoriter.

Genom ejektamassorna ledde ett antal rännor till den inre kratern. I dessa kan återsvallat ha varit särskilt kraftigt. Den bäst bevarade är Tandsbyrännan, som sträcker sig ett par kilometer västerut från Tandsbyn. På den oregelbundna havsbotten efter nedslaget avsattes på nytt dalbykalksten, nästan som om ingenting hade hänt. Den är ljusgrå och består av linser och lager av hård kalksten i en mellanmassa av mindre hård lersten. Fossil av trilobiter, klotformiga tagghudingar, musselliknande armfotingar, ortoceratiter och andra, sällsyntare djur finns här och var. Jämtland förblev täckt av hav under yngre ordovicium och den därpå följande silurperioden. Tidvis var havet mycket grundare än vid meteoritnedslaget vid Lockne. Under silur och devon tilldrog sig den kaledoniska bergskedjebildningen i samband med att den nordamerikanska plattan kolliderade med den nordeuropeiska. Nordeuropas västra gränsområde bröts sönder i väldiga flak, som föstes upp på varandra i rörelse mot öster, in över vår kontinent. Dessa flak kallas överskjutningsskollor. De täckte stora delar av Jämtland och avtog i tjocklek österut. I Locknetrakten var de några kilometer tjocka. Under de följande perioderna eroderades det mesta av

den överskjutna berggrunden bort. Numera återstår bara en rest av den understa skollan i skydd av den inre kratern. Några kilometer längre västerut består berggrundsytan av sammanhängande överskjutet berg. Detta fortsätter västerut in i Norge, där det bildar den mesta berggrunden. Locknekratern skulle inte ha varit så väl bevarad, om inte överskjutningsskollorna hade skyddat den mot erosion.

Efter den kaledoniska bergskedjebildningen tycks det jämtländska landskapet ha skulpterats av ständig erosion på land. De senaste skedets inlandsisar eroderade särskilt effektivt, men stora, övergripande drag i landskapet fanns redan innan.

## Tips för rundfärden

Det är 173 km längs E14 från Sundsvall och 290 km på riksväg 45 från Orsa. Huvudort för Lockne är Brunflo med hotell, flera matställen, två snabbköp, bank, apotek, distriktsläkare mm. Vandrarhem (063-753130 och 070-5221547) och campingplats (063-753272) finns i Lockne, dessutom golfbana med parkeringsplats och matservering, på sommaren café invid kyrkan. Brunflo är ett bra ställe att börja en rundtur. Se kartan sidan 16.

- 1 Kambrisk alunskiffer i vägskärning vid E14 mittemot gamla järnvägsstationen. Vittringen har omvandlat skifferns svavelkis till rost och gulvita sulfatmineral, som täcker skifferns svarta egenfärg. Alunskiffern är bevarad här, eftersom Brunflo ligger hela 5 km utanför den inre kratern.

Tag E14 några hundra meter söderut till skyltad avtagsväg åt vänster, riktning Rissna. Vägen går uppåt över nästan vågräta kambriska och därovanpå liggande ordoviciskalager, som dock inte syns. Efter drygt 1,5 km passeras en skyltad korsväg. Efter 500 m till en körbar skogsväg till vänster in i ett stenbrottsområde.

- 2 Rödstensbrottet, Gärde. Röd, mellanordovicisk ortoceratitkalksten med olika slags ortoceratiter och stjärtsköldar av trilobiter, mest *Neosaphus platyrus*. Det är för långt från Locknekratern för direkt påverkan. I kalkstenens översta del finns det skikt med stromatoliter, som består av tunna och starkt småvågiga, parallella lameller. De bildades på havsbotten under medverkan av mikroorganismer. Block av liknande kalkstensskikt ingår i breccior i Lockneområdet.

Åter till korsvägen 500 m söderut. Ta till vänster (österut). Du kör längs foten av Lundbomsberget, som består av samma kalksten som lokal 2.

- 3 1 km från korsvägen, utsikt mot söder över Locknesjöns norra del och kratern. Rakt fram syns Locknes vita kyrktorn på en vidsträckt udde.

Kyrkan ligger vid den norra kraterkanten. Till höger om den stiger terrängen mot Nordanbergsberget, som är högst i området. Det består huvudsakligen av granitisk ejekta från kratern. Kullarna längs horisonten bortom kyrkan är den inre kraterns västra kant. Överst längs kanten ligger det väldiga volymer av krossat, utkastat urberg. Kraterns mitt är vid Tramsta på sjöns bortre, västrastrand i linje med den yttersta spetsen av udden med kyrkan. Berggrunden vid utsiktspunkten är nästan vågrätt skiktad, grå ortoceratitkalksten, som är något äldre än den vid lokal 2. Längre ned i slutningen finns det alunskiffer under jordtäcket, och nere i skogen finns det subkambriska peneplanet med granit och diabas.

Återvänd till Rissnavägens korsning och fortsatt rakt fram till Brunflo kyrka.

- 4 Församlingshemmet, mittemot kyrkans parkeringsplats. I gräsmattan och betesängen bakom den röda träbyggnaden finns det hållar av locknebreccia med jätteblock av ortoceratitkalksten och ynnjtjärnsbreccia. Så här stora block vittnar om ovanlig transportkraft trots att vi är över 5 km från den inre kraterns kant. Brunflo kyrka har ett medeltida försvarstorn, en s.k. kastal, med byggstenar av ortens kalksten.

Tag vägen söderut till Brunflo centrum.

- 5 Ängevägen, Brunflo. I allmänningen ovanför husraden sticker det upp hållar av storblockig locknebreccia. Ett block av granitisejekta (tandsbybreccia) här är på över 100 m<sup>3</sup>.

Tag E14 söderut, sedan riksväg 45 riktning Orsa. Vi kör ungefär på det subkambriska peneplanet. Berggrunden är proterozoisk, mest granit. Kör in till höger till golfbanan efter 3 km på 45:an. På arbetstid kan du köra rakt fram, förbi vägbommen, till Skanskas stenbrott, annars kan du gå dit ca 700 m till fots efter att ha parkerat på golfbanans parkeringsplats. Vägen till stenbrottet följer en förkastning längs slutningens fot. Den sydvästra sidan har höjts några tiotal meter genom förkastningsrörelsen. Under arbetstid ber du om tillstånd i stenbrottets kontor.

För övrigt gäller: **GÅ INTE FRAM TILL STENBROTTSVÄGGARNA, RISK FÖR FALLANDE STEN.**

- 6 Hela den nordöstra väggen i inre delen av stenbrottet (förbi krossen och uppåt) visar en granitplatta, som kastades ut ur kratern och föll ned med ovansidan nedåt. Eftersom denna ovansida var det subkambriska peneplanet med pålagrad alunskiffer, ligger graniten på alunskiffer vid stenbrottsväggen





*Uppochnervänd kontakt mellan granit (upptill) och kambrisk alunskiffer (nedtill) i Skanskas stenbrott i Nordanbergsberget. Alunskiffern avsattes på en granityta, som vattenspolades efter att ha klotvittrat. Kontakten ställdes på huvudet i samband med att graniten med pålagrad alunskiffer vräktes ut ur den växande kratern.*

fot. Vid golfbanans parkering, som ligger nära den inre kraterns kant, finns det hållar av starkt krossad granit med sönderfallande, svart mellanmassa. Ovanför sluttningen finns det en matservering och flera hållar av tandsbybreccia.

Åter till riksväg 45, riktning Orsa. Avtagväg till Lockne kyrka till vänster. I den högra kanten av 45:an vid korsningen har man sprängt fram tandsbybreccia med svart, sönderfallande mellanmassa. Om du vill titta på den, bör du parkera mittemot kyrkan (café under sommaren), inte vid 45:an, där det körs mycket fortare än tillåtet. Gamla kyrkbodar finns att se. Platsen ligger på den inre kraterns norra kant.

- 7 Parkering på båda sidor om 45:an. Skylt med kraterinfo. Utsikten är bäst från den norra, högra (och högre) sidan av vägen. Den inre kratern bildar det odlade landet runt sjön. De skogklädda kullarna i bakgrunden består av krossat proterozoiskt berg, som bildar ejektatäcket runt den inre kratern.

Fortsätt riksväg 45. Den går över ejektatäckets tandsbybreccia strax utanför den inre kratern. Ta till vänster mot

Tandsbyn efter 4 km, fortsättningsvis över tandsbybreccia, som är ca 50 m mäktig och vilar på alunskiffer. I Tandsbyn tar du av till höger, vägvisare mot Klocksåsen (stavas litet olika). Du är i Tandsbyrännan, där bilvägen och inlandsbanan går fram. Den högre terrängen norr och söder om rännan är tandsbybreccia. Rännans botten är däremot utfylld med dalbykalksten, som avsattes under skedet närmast efter nedslaget. Terrängformerna visar, hur havsbotten såg ut tiden efter nedslaget.

- 8 1 km från Tandsbyn finns det en liten parkering på vänster sida framför en anlagd damm för fritidsfiske. En skylt informerar om naturstig, som går längs sluttningen ovanför inlandsbanan. Stigen har flera informationsskyltar. Den är ca 2 km lång, ganska lättgången och har ställen att pusta ut. Den visar Tandsbyrännans kant, tandsbybreccia samt loftarsten och fossilrik dalbykalksten, vilka avsattes på den rykande färska tandsbybreccian. Spår efter arbetsintensiv kalkbrytning för snart 100 år sedan.

Fortsätt 500 m riktning Klocksåsen till järnvägs-korsningen vid Grubban. Järnvägen är oregelbundet





*Tandsbybreccia med granitfragment i finkornig, mörk mellanmassa av finfördelad krossad granit. Järnvägs-skärning vid naturstigen, lokal 8.*



*Tandsbybreccia. Granitfragment i mellanmassa av finkrossad granit med brun vittringsfärg. Naturstigen, lokal 8.*

och mycket litet trafikerad. Tågen förvarnar. Landsvägen används ibland av folk som tycks pröva sig som rallyförare.

- 9 Grubban. Husgrupp på vänster sida närmast järnvägen. Vid vägen till det börsta huset ligger ett jätteblock av tandsbybreccia med kantiga bitar av ljusgrå granit, hopkittade med pulvrerad granit. Blocket kom på plats i istidens slutskede genom jordflytning från fast klyft hundra meter högre upp i slutningen. Vid järnvägs korsningen anstår grovsandig loftarsten med svag, sedimentär skiktning. Längre ned längs vägen, riktning Tandsbyn, anstår den mycket finkorniga, översta delen av loftarstenen. Finkornigheten vittnar om avtagande strömningshastighet. Ovanpå denna loftarsten ligger ljusgrå, fossilförande dalbykalksten.

Fortsätt till Klocksåsen. Ortoceratitkalkstenen i hållarna längs vägen har ofta brantställda skikt som vetter antingen mot nordost eller sydväst, beroende på måttlig hopskjutning från sydväst under den kaledoniska bergskedjebildningen.

- 10 Klocksåsen börjar med en brant vägsärning i mellankambrisk alunskiffer. I nerrasade orstenslinser finns det fossil av bl.a. trilobitsläktet *Paradoxides*. I dalgången nedanför branten kommer det subkambriska peneplanet fram med hållar av proterozoisk granit och gnejs. Ett par hundra meter österut ligger Klocksåsens gårdar i slänten ovanför vägen. Man ser ut över det subkambriska peneplanet. Berggrunden i kullarna längs den västra horisonten sköts över från väster under den

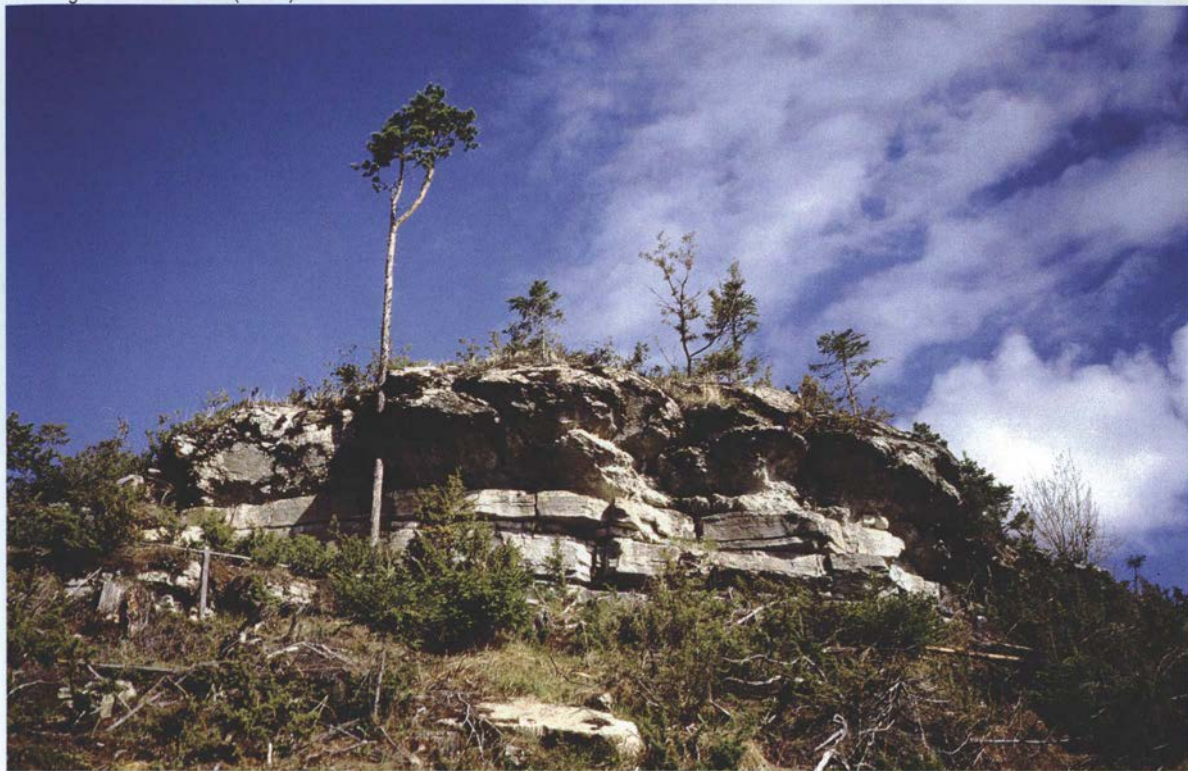
kaledoniska bergskedjebildningen. De är rester av ett mäktigt överskjutningstäckte som i början nådde långt åt öster men sedan nöttes bort av erosionen. Hoverberget, som syns längst i söder, är en av de största resterna av detta täcke. Den inre kratern ligger bakom kullarna närmast öster om Klocksåsen.

Tag landsvägen tillbaka till närmaste korsning och fortsätt rakt fram, riktning Fåker. Vägen går över kambrisk alunskiffer, men denna vittrar och eroderas för lätt för att kunna visa upp bestående hållar.

- 11 Bortom en kurva knappt 3 km väster om Klocksåsen sticker det upp en liten kulle till höger om vägen med kalksten på toppen. Den undre delen av hållen består av mellanordovicisk kalksten med vågrät, ostörd skiktning. Ovanpå denna ligger locknebreccia med block och sten av kalk i murbruksliknande mellanmassa. Några block har nätt och jämt lösgjorts från underliggande kalksten, som alltså är toppen av den lagerföljd, över vilken vattenmassorna störtade fram och tillbaka efter nedslaget. Vi är 5 km från den inre kraterns kant.

Fortsätt 500 m till vägkorset vid Viken och ta av i rät vinkel, en liten väg åt höger, Du kommer till en bom, som inte tycks låsas på sistone. Vägen är fullt körbar. Den går över ortoceratitkalksten, som ligger vågrätt och är blottad på ett par ställen. 1 km norr om korsvägen svänger den svagt åt vänster, med ett igenvuxet skogsdike mötande på höger sida. Här utgår en stig rakt mot norr, som efter 200 m svänger åt höger nedanför en liten brant.





*Locknebreccia ovanpå ostörd ortoceratitkalksten. Lokal 11.*

- 12 Branten består av locknebreccia, nästan bara ortoceratitkalksten. Stora block, en del som mindre villor. Det finns sällsynta ejektastenar av tandsbybreccia. I brantens västligaste del ligger locknebreccian på en större ejektamassa av tandsbybreccia. Vi är 5 km från den inre kraterns kant, men ejektan har flugit 2–3 km längre än så.

Återvänd till Grubban (lokal 9). Gå järnvägen västerut. Du hör om ett av de sällsynta tågen närmar sig. Hoppa i så fall åt sidan, det uppskattas av föraren.

- 13 1,5 km nordväst om Grubban ligger Ynntjärnen. På väg hit ser vi flera hållar av locknebreccia med block och sten av ortoceratitkalksten och ställvis en hel del ejekta av proterozoisk granit. Strax före Ynntjärnen ligger locknebreccian dels på ynntjärnsbreccia, dels på ortoceratitkalksten. Dessa omständigheter bevisar att ortoceratitkalksten, som alltså fanns kvar på det här avståndet (6 km) från nedslagspunkten, delvis mosades till ynntjärnsbreccia när vattenkratern bildades. Hållarna längs järnvägen väster om tjärnen visar överallt spår av kaledonisk överskjutning från väster. De omfattar såväl tusentals ton av granitejekta som riklig ynntjärnsbreccia.

Denna består av ortoceratitkalksten, som bröts ned till en kaotisk massa av noder, när havet under gigantiskt övertryck rusade ut från nedslagspunkten. Skogen söder om järnvägen har stora hållar av locknebreccia och ynntjärnsbreccia, som ligger på ortoceratitkalksten med vågrät och ostörd skiktning. Ett stort flak av granitisk tandsbybreccia 500 m söder om järnvägen fortsätter mot söder. Det har en massa över 5 miljoner ton och en 5–6 km flygtur bakom sig.

Åter till Grubban. Kör landsvägen rakt genom Tandsbyn i riktning Bodsjö. Nära järnvägs korsningen i Tandsbyns sydöstra utfart kör vi in i den inre kratern. Några hundra meter bortom järnvägs korsningen passerar trasig ordovicisk kalksten och lerskiffer ur den överskjutningsskolla, som täcker en stor del av den inre kratern. Tag körvägen mot Handsjöarna, som börjar på höger sida 1 km från järnvägs korsningen. Bommen 300 m från stora vägen är i regel inte låst. Gå ändå gärna till fots.

- 14 700–900 m söder om Bodsjövägen. Gråa, underordoviciska lerstenar med kalkstenslinser, knådade och förskiffrade i överskjutningsskollans understa del. I Blekabäckens dalgång, som övertväras av



Locknebreccia med kalkstensfragment och små (ljusa) granitfragment ovanpå ynnjtjärnsbreccia (nedre högra halvan av bilden) med enbart kalkstensfragment. Järnvägen vid Ynnjtjärn, lokal 13.



Locknebreccia, avsatt av det bortdrivna havsvattnets återsvall efter vattenkraterns kollaps. Stora block av ortoceratitkalksten och en del små granitfragment (ljusa). Järnvägen vid Ynnjtjärnen, lokal 13.

vägen, ligger skollan på rotfast, mellanordovicisk dalbykalksten. Denna består av växellagrande skikt av grå lersten och finkornig, hård kalksten. Eftersom skikten stupar norrut, kommer vi ned i allt djupare och äldre skikt längs uppförbacken åt söder. Till de sparsamma fossilen hör trilobiten *Neoasaphus ludibundus*, den klotformiga tagghudingen *Echinosphaerites* och obestämbara ortoceratiter. På uppförbackens krön visar sig grovsandig loftarsten som dalbykalkstenens liggande.

- 15 1,5 km från Bodsjövägen och utanför den inre kratern. Loftarstenen vilar på ett flera tiotal meter tjockt täcke av granitisk ejekta, som bara delvis är starkt breccierad (tandsbybreccia).
- 16 2 km från Bodsjövägen. På proterozoiska bergarter, som ingår i ejekta, ligger här grusig locknebreccia vid en traktorväg till höger om Handsjövägen. Uppåt går den över i grovsandig loftarsten. Eftersom dessa återsvallavlagringar ligger på ejektan, hade denna redan slungats hit när återsvallet ägde rum.
- 17 2,5 km från Bodsjövägen går en avverkningsväg in i skogen åt höger, i början med hållar av granitisk ejekta. Vid en tjärn inne i skogen 100 m åt väster kan man träffa på alunskiffer under ejektamassorna, som alltså inte är tjocka. Kanske var det så redan efter nedslaget, eftersom dalbykalksten, som ju kommer ovanpå ejektan, finns bevarad några hundra meter längre fram längs avverkningsvägen.

Återvänd till den asfalterade vägen mot Bodsjö och fortsatt drygt 4 km mot sydost genom den inre kratern.

Om det hade funnits hållar, skulle de mest ha visat överskjutningsskollans berggrund. 1 km sydost om Loke går vägen på en bro över Lokbäcken. Efter två kurvor, den första åt höger, den andra åt vänster, parkerar vi vid en avverkningsväg, som går uppåt dalsidan åt höger.

- 18 Mittemot avverkningsvägen, där vi har parkerat, går det en bred och bekväm skogsstig till Hällnåset. Efter 200 m passerar vi ett par små fritidshus vid stranden och har knappa 300 m kvar till den yttersta delen av udden, där strandhällarna består av grovsandig loftarsten. Denna stupar mot norr, ut i sjön och in i kratern. Här, vid den södra kanten, har vi fri utsikt över det mesta av den inre kratern.
- 19 Åter vid landsvägen. Stora hållar av loftarsten, som ju är typisk för återsvallets slutfas. Mot norr stupar loftarstenen in under dalbykalksten, som är ganska tunn här vid den inre kraterns kant. Man kan se den sticka fram i vägen sydost om kurvan.
- 20 Den här lokalen ger den bästa överblicken över Locknekraterns olika bergarter. Följ avverkningsvägen uppåt. 100-200 m från Bodsjövägen vilar dalbykalksten på loftarstenen. Som vanligt kan den innehålla fossil. Dalbykalkstenen upphör, och loftarstenen kommer fram under den på det ställe, där vägen vidgar sig omkring 250 m från Bodsjövägen. Här är loftarstenen mycket tunnare än nere vid Bodsjövägen, vilket kan tyda på att den sluttning, som vi har rört oss uppför, fanns redan omedelbart efter kraterns uppkomst. Längs fortsättningen av vägen uppför sluttningen ser vi



Järnvägen sydost om Ynn-tjärn. Locknebreccia med olika stora granitfragment (ljusgråa, ovittrade) i en mellanmassa med otaliga, brunvittrade kalkstensbitar.



locknebreccia med stora block av grå och röd ortoceratitkalksten. Det är alltså skiktet närmast under loftarstenen, som dyker upp här. 500 m från Bodsjövägen dyker ett ännu djupare skikt upp, nämligen tandsbybreccia, som består av olika proterozoiska bergarter. I några hållar är det åsbydiabas, i andra är det suprakrustalbergarter, och i några är det granit som har utsatts för intensiv krossning och hamnat här som ejekta.

- 21 Vid Bodsjövägen. Hållar av välbevarad åsbydiabas, som är rotfast och hör hemma under det subkambriska peneplanet. Vi är 1,5 km från den inre kraterns kant, och diabasen var säkert en gång täckt av ejekta, typ tandsbybreccia, och sediment efter nedslaget, för att inte tala om de mycket tjocka kaledoniska skollorna, men all denna övertäckande berggrund har avlägnats av långvarig erosion.
- 22 Gå upp genom skogen 100 m norr om Sandbäcken, där det är lätt att gå. Följ bäckravinens riktning rakt mot väster. Efter ungefär 500 m kröker bäcken 90° mot söder nedanför ett litet stup. Här anstår ortoceratitkalksten, som har deformerats till ett stort veck. Troligen skedde detta i samband med att vattenkratern bildades. Vi är 1,4 km utanför den inre kraterns kant. Skälet till att kalkstenen här finns 25 m högre än diabasen vid vägen är en förkastning, som stryker fram parallellt med vägen.

P.S. Boris Ivanov vid Ryska Vetenskapsakademien har räknat ut, att energin vid nedslaget bör ha räckt till för att smälta 200 000 000 m<sup>3</sup> av berget i den inre kratern, och att omkring  $\frac{1}{5}$  av detta kastades ut och alltså ingår som smältpartiklar i loftarstenen. Återstoden, som blev kvar

i kratern, har inte påträffats i de djupborringar som har gjorts. Detta kan bero på att borrningarna av tekniska och ekonomiska skäl utfördes i den inre kraterns yttre delar, där utsikterna tyvärr är sämst när det gäller att finna den. Att komma åt smältan är emellertid mycket viktigt dels för att bekräfta den uträknade energibalansen och därmed produkten av den kosmiska projektilens massa och hastighet, dels för att kemisk analys av radioaktiva isotoper och sönderfallsprodukter i smältan kan ge en någotsånär precis datering av en viktig geologisk händelse i ordovicium och därmed bli en milstolpe i den geologiska tidsskalan. Men då måste man borra till minst 500 m djup nära kraterns mitt, och det kan bli en fråga om 200 000 EUR. Så det blir inte lätt. Officiella svenska forskningsmedel klarar det inte.

## Referenser

- Lindström, M., Sturkell, E.F.F., Törnberg, R. och Örmö, J., 1996: The marine impact crater at Lockne, central Sweden. *GFF* 118, 193–206.
- Lindström, M., 1998: *Locknekratern*. Karta 1:25 000 med förklaring. Lockne Hembygdsförening och Östersunds Turistbyrå.
- Lindström, M. och von Dalwigk, I., 2002: Geological Guide to the Lockne and Dellen Impact Structures. *Acta Universitatis Stockholmiensis. Stockholm Contributions in Geology* 47, 45 p.

*Maurits Lindström är professor emeritus vid Institutionen för geologi och geokemi, Stockholms universitet.*

# Gotlands berggrund och fossil

AV SARA ELIASON

Irevikens västra klintkust sedd från sydost. Foto Göran Ström.

*Att Gotland ofta betraktas som en exotisk, annorlunda del av Sverige har till stor del sin förklaring i berggrunden. Landskap, flora, fauna, byggnadskultur och näringsliv är starkt präglade av den kalksten som ön är uppbyggd av. Vad vore Gotland utan höga klintkuster, raukar, hållmarker, orkidéer, vita kalkstenhus, ringmur och cykelvänlig flack terräng. Allt detta kan härledas till vad som hände i området för över 400 miljoner år sedan.*

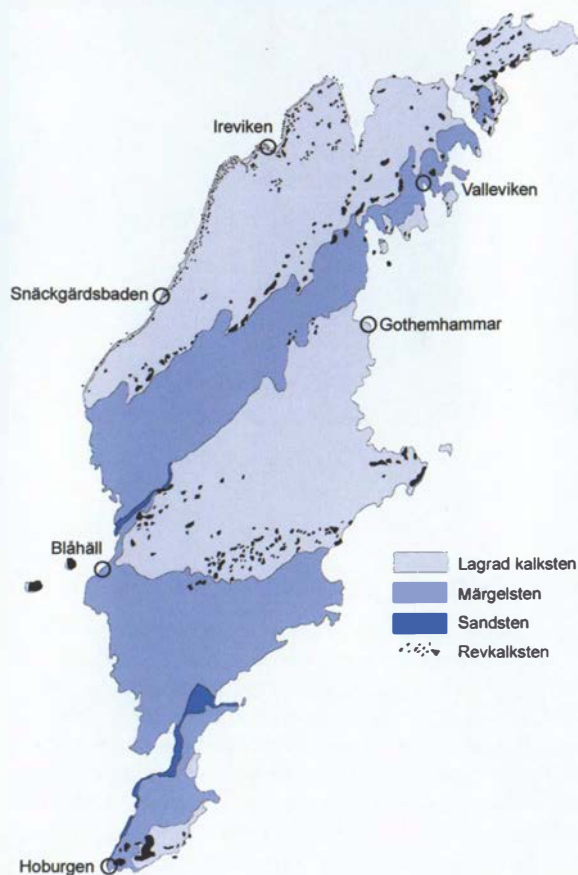
Berggrunden på Gotland består av revkalksten, lagrad kalksten, mägersten och till en mindre del av sandsten och siltsten. Revkalkstenen är uppbyggd av revbyggande organismer och känns igen på att den inte har någon horisontell lagringsstruktur. Mägerstenen är en lättvittrad lerhaltig kalksten medan sandstenen och siltstenen består av kalkcementerade kvartskorn. Avlagringarna, som når en sammanlagd mäktighet på upp till 500 m, är avsatta som botten sediment i ett landnära grundhavsområde under en och samma geologiska period – silur. Klimatet under silurperioden var på en kontinentsekvatoriella läge, tropiskt med en vattentemperatur alltid överstigande 20 grader. Ett rikt djurliv frodades i det varma grunda havet. Skal och skelettresterna byggde upp havsbottenarna och vid gynnsamma förhållanden växte organiska rev upp. Bland de mest förekommande djuren fanns stromatoporoideer – ett slags svampdjur; kolonibildande

tabulata och solitära rugosa koraller; sjöiljor – en slags fastsittande tagghudingar; armfotingar – bottenlevande musselliknande djur; snäckor och andra blötdjur samt trilobiter – en grupp nu utdöda leddjur.

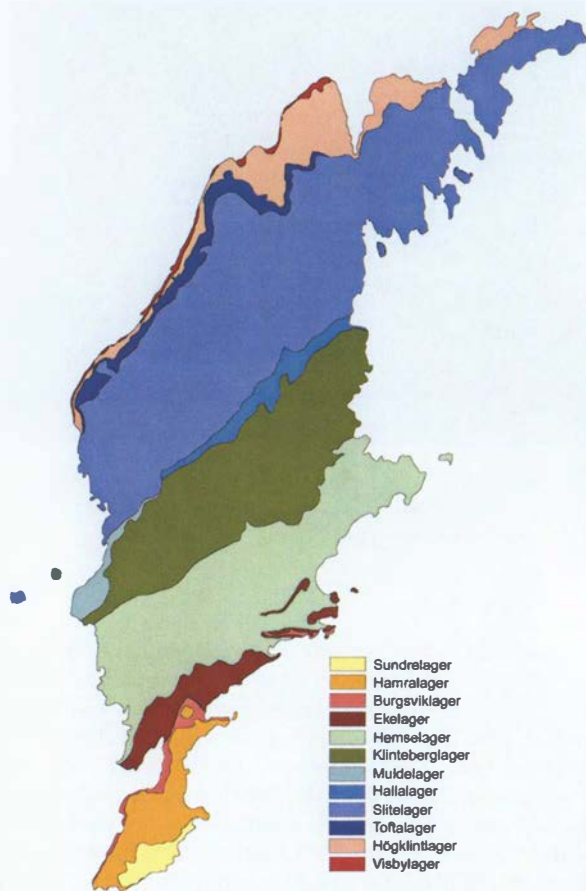
De ursprungligen horisontella kalkstenslagren stupar (lutar) ett par grader åt sydost. Sentida inlandsisar har hyvlat bort stora delar av de snedställda lagren. Därför är de understa, äldre lagren blottlagda på norra delen av ön medan den yngsta berggrunden återfinns i söder.

En cyklicitet kan också skönjas i avlagringarna. Perioder av revbildning och avsättning av rena hårda kalkstenar har avlösts av perioder med lerigare avlagringar utan revbildning. De områden med revkalksten och lagrad kalksten ligger på grund av sin motståndskraft mot erosion högre och bildar även kust- och inlandsklintarna. Jordtäcket är tunt och det finns mycket hållmark och karga tallskogar här. Områdena





Gotlands berggrund och de lokaler som omnämns i texten



Gotlands berggrund med Hedes stratigrafiska indelning

med den leriga lättvittrade märgelstenen ligger däremot lägre i terrängen och har ett tjockare jordlager. Här finns Gotlands jordbruksmark och ängsmark.

Trots att stratigrafin har reviderats ett flertal gånger är den indelning av Gotlands lagerföljd som J.E. Hede gjorde i början av 1900-talet ännu gångbar. Han delade in lagren i 13 enheter som namngavs efter lokala socknar och orter. Genom att lagren stupar bildar de olika enheterna prydliga nordost-sydvästliga band med undre Visbylagren, den äldsta enheten, i nordväst och Sundrelagren, den yngsta, på södra delen av ön. Denna i stort sett oavbrutna fossilrika lagerföljd avspeglar jordens och livets utveckling under ca 20 miljoner år.

### **Korpklint** (koordinater: 63968/16507)

Många av Gotlands intressantaste geologiska lokaler finns på bekvämt promenad- och cykelavstånd från Visby. Korpklint vid Snäckgärdsbadens strand strax

norr om staden är ett exempel. Det är en utstickande klippa med stor rasbrant och väldiga klippblock nedfallna på stranden. Nedre delen av den mer än 20 meter höga klinten hör till övre Visbylagren och består av blågrå mycket fossilrik märgelsten med inbäddade knölar och skikt av finkristallin kalksten. I övre delen av märgelstensprofilen finns en några meter stor revkropp inbäddad. Denna representerar den allra tidigaste revbildningen i Gotlandsområdet under silur och skiljer sig från de stora revkomplexen som bildas senare förutom genom sin ringa storlek också genom att de domineras av tabulata koraller och kalkalger istället för stromatoporoidéer som är den främsta revbyggande organismen i bl a de ovanliggande Höglintreven.

Övre delen av Korpklintsprofilen tillhör Höglintlager. Underst är dessa utbildade som ljusgrå lagrad sjöiljekalksten, som förutom sjöiljekalksten även innehåller stromatoporoidéer, koraller, mossdjur och armfotingar. Fossilerna är fragmentariska och nötta vilket



Höglintrev vilande på sjöiljekalksten vid Korpklint. Notera hur de underliggande lagren tryckts ner av tyngden från reven. Foto Göran Ström.



Bentonithorisoner i mägerstenen vid Ireviken. Foto: Sara Eliason

tyder på att de har transporterats från ett näraliggande rev. Ovanpå sjöiljekalkstenen vilar ett komplex av större och mindre rev. Här och var ser man hur dessa mäktiga rev genom sin tyngd tryckt ner de underliggande sedimenten. Revkalkstenen är extremt rik på stromatoporoider, de svampdjur som är den viktigaste revkomponenten i de flesta siluriska rev. Tack vare dessa djurs kompakta skelett är revkalkstenen den mest motståndskraftiga av kalkstenarna. Den nordvästra kustklinten och även andra höjdområden på Gotland är till stor del uppbyggd av revkalksten som stått emot inlandsisarnas eroderande verkan.

### **Ireviken** (koordinater: 64165/16645)

Ireviken når man efter en halvtimmes bilfärd norrut från Visby. Det är en av nordvästkustens djupa vikar som bryter av den höga klintkusten med en lång härlig sandstrand och Ireåns slingrande åmynning. Passerar man fiskeläget på vikens sydvästra sida tornar klinten åter upp sig och vid en vandring längs med denna går man förbi fyra utstickande klippor bestående av jättelika rev och stora, på stranden nedrasade block. Mellan revklipporna består klintväggen till större delen av en mycket fossilrik blågrå mägersten i tunna skikt. Dessa lager tillhör undre och övre Visbylager och representerar den allra äldsta delen av Gotlands blottlagda berggrund med en datering på ca 430 miljoner år.



Rekonstruktion av silurisk revmiljö i Gotlandsområdet. Teckning Kenneth Broström.





Vallevikens margaletensbrott. Foto Göran Ström.

Då den leriga margaletenen är lättvittrad sköljer vågor och regn ständigt fram nya fossil ur klintväggen. Fossil är därför oftast enklast att hitta i det renspolade strandgruset. Bland de vanligaste fossilerna är solitära rugosa koraller, oftast kallade tomteluvor. Den skedjekorallen, en tabulat kolonibyggnad korall, är också mycket talrik här. På ett ställe kan man se hur den växer på plats och breder ut sig många tiotals meter längs klinten. Den lilla "knappkorallen" *Palaeocyclus porpita* är tämligen lätt att finna i det finkornigare gruset liksom armfotingen *Eoplectodonta transversalis*. Dessa båda är ledfossil för Undre Visbylagren, dvs de understa 9 metrarna här. Andra fossil som förekommer här är stromatoporoider, snäckor, mossdjur, musselkräftor och trilobiter.

I klintväggen kan man ofta se, speciellt när det nyligen har regnat, skarpa horisontella gränser mellan torrare övre delar av margaletenen och fuktigare undre delar. Det är tunna lager av bentonit, en slags lera som ursprungligen avsatts som vulkanaska på havsbotten. Bentonitlera sväller vid kontakt med vatten och därför blir lerskikten ogenomträngliga för det markvatten som söker sig ut genom berggrundens sprickor. Istället följer vattnet ovasidan av det täta bentonitskiktet för att sedan rinna nerför klintväggen.

### Valleviken (koordinater: 64121/16854)

På norra Gotland finns en lång tradition av kalkstensbrytning och ännu är stenindustrin livaktig vid bl a Storugns i Lärbro och Cementa i Slite. Spåren efter gamla tiders mer småskaliga brytning finns också kvar i form av ett stort antal nedlagda mindre stenbrott. I Valleviken i Rute socken finns ett delvis vattenfyllt brott strax intill landsvägens östra sidan. Fram till 1920-talet bröts här margaleten som användes vid framställning av

Fossil från Valleviken. Foto Göran Ström.







Blåhäll från norr. Foto Göran Ström.

cement i Vallevikens cementfabrik. Märgelstenen tillhör Slitelagren och är här utbildade som tunt lagrad ljusgrå till grå lerig kalksten mellanlagrad av tunna skikt med kalkrik lera. Denna lättvittrade märgel utgör underlaget för mellersta Gotlands omfattande jordbruksmark.

Lagren är mycket fossilrika. Kalkstensskikten vittrar lätt fram ur brottets väggar och vanligtvis sitter fossilen fast i skiktens överytor, varför det kan vara mer värt att spara en hel skiva – en förstenad havsbottenmiljö – istället för att försöka knacka fram de enskilda fossilen. De vanligaste fossilen är snäckor, tabulata och rugosa koraller, trilobiter, mossdjur och armfotingar. Här hittar man också vackra exemplar av den stora musselkräftan *Hermannina*. Även sjöiljor, bläckfiskar och svampdjur tillhör den variationsrika fossila faunan. Lagren bär också spår efter organismer som bökat och grävt i den mjuka leriga havsbotten.

På vissa ställen i lagerföljden finner man kalkstensskikt med jämnare, slätare och till färgen mörkare ytor. Dessa ytor har bildats under längre tider av sedimentationsuppehåll, då istället kalk har lösts upp från havsbotten och mörkare mineral anrikats i ytan. Botten har också hårdnat under sedimentationsuppehållet vilket bevisas av förekomsten av de fastcementerade fästplattor som mossdjuret *Ptilodictya lanceolata* fäste sitt skelett med på botten. Man kan också se att ytorna eroderats vilket tyder på att de tidvis legat ovanför vattenytan. Sådana här ytor brukar kallas för "hardgrounds".

Fossil från Blåhäll. Foto Göran Ström.







Kalkstensyta från Gothemhammar med framvittrande fossil av främst mossdjuret *Coenites* och armfotingar. Foto Göran Ström.



Den största av skärningarna vid Gothemhammars strand. Foto Göran Ström.

## Blåhäll (koordinater: 63567/16418)

I de låga terrassliknande klintväggarna längs stränderna norr och söder om fiskeläget Djupvik vid Ekstakusten söder om Klintehamn ser man blågrå mörkliga kalkstenar mellanlagrade av tunna skikt av blågrå mörkel. Det är de sk Muldelagren, som är kända för sin rika förekomst av välbevarade fossil, bl a trilobiter. Många års fossilplockande har gjort det svårare att göra fynd, men fortfarande kan man hitta bl a små hoprullade trilobiter av släktet *Proetus*. Andra fossil man finner här är främst armfotingarna *Atrypa reticularis* och *Leptaena depressa* liksom de tabulata korallsläktena *Heliolites*, *Favosites* och *Halysites*. Liksom i Visbymärgeln finns det i Muldemärgeln några horisonter, dock svårare att identifiera, av bentoniter, dvs till lera omvandlad vulkanaska.. Nutida kalktuffbildning kan studeras på nära håll i klinten vid Blåhäll. Framsipprande kalkhaltigt grundvatten rinner genom mossor som får ett överdrag av porös kalk genom att kalk fälls ut ur vattnet.

## Gothemhammar

(koordinater: 63911/16788)

Gothemhammar, udden norr om Botvaldevik i Gothem på östra Gotland, når man från den lilla grusvägen som följer kusten från Åminne till Botvaldevik. Stränderna här består av grov klappersten och här och var är låga klintskärningar blottlagda. Lagren består av knölig lerhaltig kalksten mellanlagrade med skikt av blågrå mörkelsten. Vissa nivåer hyser stora mängder fossil. Här finns gott om små musselkräftor, mossdjur, armfotingar, kalkalger, snäckor, tentaculiter, musslor och trilobiter. En skikttyta är helt täckt med musslor av släktet *Modiolopsis*. Understa delen av skärningen tillhör Klintebergslagen.

Efter att dessa bildats har det här varit ett sedimentationsuppehåll varefter en erosion av havsbotten som legat ovanför eller strax under havsytan har skett. Kalk har också lösts upp från den gamla havsbotten och den har hårdnat och fått en mörkbrun färg av anrikade mineral. Ett tag efter sedimentationsuppehållet har havet återigen svämmat över botten och avsättning av partiklar har satt igång. De lager som då bildades kallas Hallalager och utgör den övre delen av skärningen.

## Hoburgen (koordinater: 63129/16414)

En av Gotlands vackraste vägsträckor slingrar sig mellan havet i väster och Husrygg, en åsliknande



Hoburgen med Burgsvikssandsten synlig längst ner i skärningen och på stranden. Sundrelagens revkroppar bildar själva burgen. Foto Göran Ström.





Yta av Hoburgsmarmor. Foto Göran Ström.

kalkstenshöjd, i öster, längst ner på Storsudret. Den leder till Hoburgen, ett område bestående av fem revkalkstenshöjder på öns sydvästligaste udde. Hit kommer många besökare, främst för att beskåda raukar och strandgrottor, av vilka Hoburgsgubben och hans "sängkammare", en djup strandgrotta, är de mest berömda. Dessa skulpterades ur revkalkstenen av Ancylussjöns vågor för 8 000 år sedan. Klapperstensstrandens böljande vallar är uppkastade av stormar och det karakteristiska vågmönstret har bildats efterhand som landhöjningen sakta lyft upp ön ur havet.

Hoburgen uppvisar också en intressant berggrundsgeologi med en stor variation av bergarter, sedimentationsstrukturer och en hel del fossil. Den näst sydligaste burgen stupar med en ganska brant skärning ner mot stranden. I vattenbrynet kan man se Burgsvikslagens övre del bestående av sandsten och oolit. I klippan skärning kan man sedan följa lagren uppåt. Längst ner ser man Burgsvikssandstenen som sedan övergår gradvis till den fossilrika Burgsviksooliten. Oolit är en kalksten som består av små runda korn som bildats genom att kalk avsatts i skikt kring små skalfragment. Här och var ser man småskalig korsiktning. Ooliten överlagras av en märkelig, mycket fossilrik kalksten som tillhör Hamralagren. En del skikt är utbildade som konglomeratisk algkalksten uppbyggd

av kalkalgen *Rothpletzella*. Både ooliten och algkalkstenen tyder på en mycket grund avsättningsmiljö.

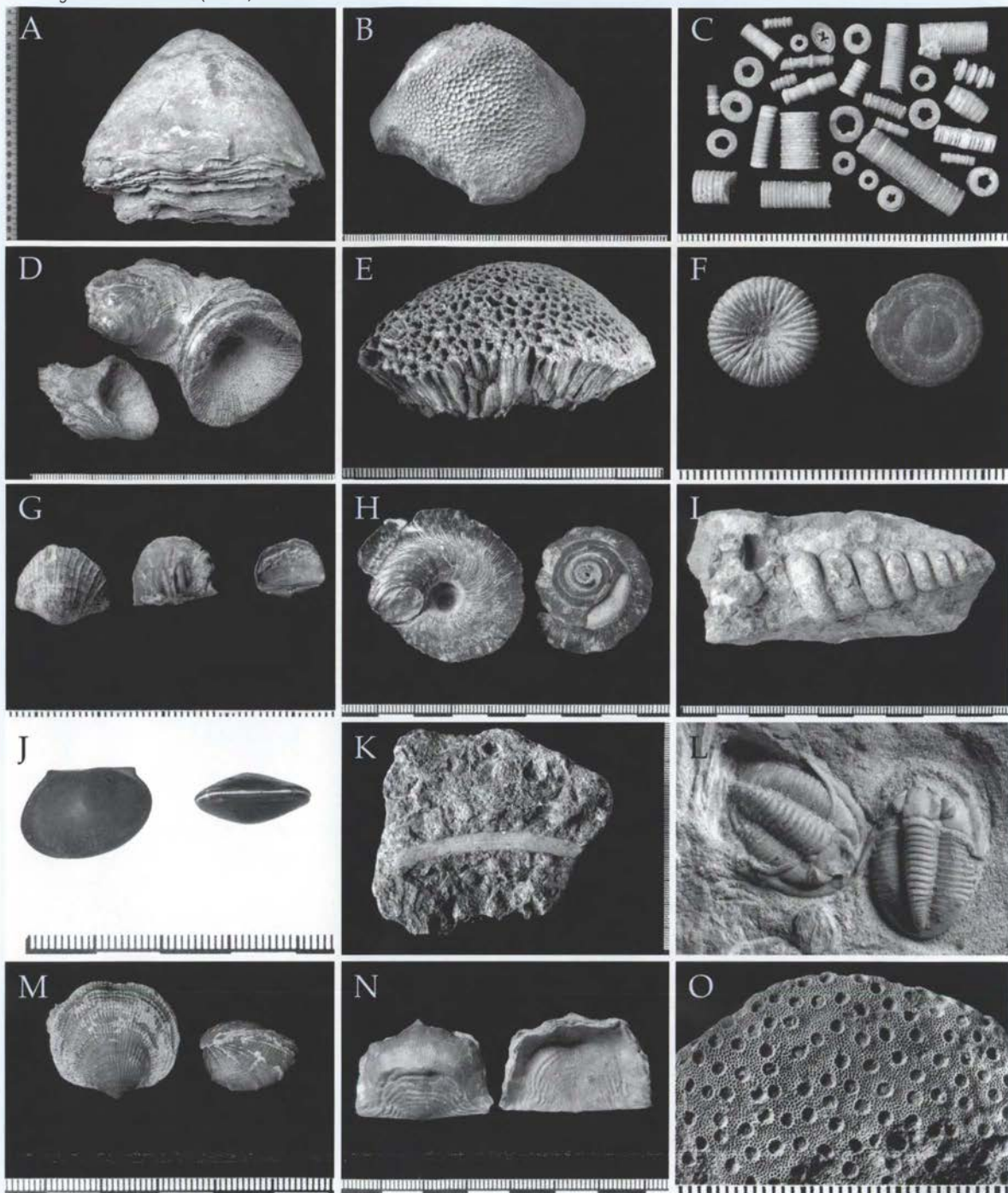
Klippans översta del består av lagrade kalkstenar och revkalkstenar tillhörande den allra yngsta enheten på Gotland, Sundrelagren., vars mäktighet här är ca 8 meter. En stor del av dessa är en rödaktig sjöiljekalksten bestående av nästan enbart sjöiljerester som rasat ner från näraliggande rev och nu bildar en grov fragmentkalksten. Den har brutits under namnet Hoburgsmarmor och använts till skulptur- och utsmyckningssten, framför allt i de medeltida kyrkorna på södra Gotland. I den sydligaste och största burgen gapar hålet efter lång tids brytning. I stora block av skrotsten kan man studera den vackert röda kalkstenen vars brottytor gnistrar i solen.

Går man uppför rasbranten och följer stigen upp på berget ser man de stora reven på nära håll. Dessa har varit föremål för ingående studier och gett namn till den revtyp "Hoburgen reef type" som kännetecknas av sin storlek på omkring 100 kvadratmeter, att de innehåller många olika arter och att stommen huvudsakligen är uppbyggd av stromatoporoidéer, koraller och kalkalger.

---

Sara Eliason är geolog vid läns museet på Gotland; sara.eliason@swipnet.se





Gotländska fossil. A. Stromatopora, den vanligaste av de revbyggande svampdjuren. B. Favosites, ett vanligt släkte av tabulata koraller, en av de fossilgrupper som dominerar i de små reven i övre Visbymärgeln. C. Delar av "stjälkar" från sjöiljor. D. Cystiphyllum, det vanligaste släktet av rugosa koraller vid Ireviken. E. Halysites, "kedjekorall", tabulat korall som förekommer i stor mängd vid Ireviken. F. Palaeocyclus porpita, "knappkorall". G. Armfotingen Eoplectodonta transversalis. H. Euomphalopterus alatus, lågspirad snäcka. I. Loxonema, högspirad snäcka. J. Musselkräftan Hermannina. K. Mossdjuret Ptilodictya lanceolata. L. Trilobitsläktet Proetus. M. Armfotingen Atrypa reticularis. N. Armfotingen Leptaena depressa. O. Tabulata korallsläktet Heliolites. Samtliga foton Göran Ström

# *Två gyllene spikar till Sverige – Globala referensprofiler utvalda i Sveriges ordovicium*

AV STIG M. BERGSTRÖM, KENT LARSSON, MATS E. ERIKSSON OCH PER AHLBERG

*Sveriges sedimentära berggrund har nyligen uppmärksammats internationellt på ett alldeles speciellt sätt. Lokaler i Fågelsångsdalen strax utanför Lund och Diabasbrottet på Hunneberg i Västergötland har nämligen av internationella geologiska organ utvalts till referens- eller typsektioner för hela världen. Det rör sig om upprättandet av globala stratotyper, dvs. sektioner som utgör en referens för indelningen av lagerföljden i ett speciellt geologiskt tidsavsnitt och som tjänstgör som standard för klassifikationen av alla andra sektioner i världen med likåldriga bergarter.*



*Samling av en del av deltagarna vid lokal E14b i Fågelsång före dedikationsceremonin för den globala referensprofilen (GSSP). Den översta delen av Almelundsskiffern och överliggande Sularpskiffer är exponerade under trärötterna i branten utmed Sularpsbäcken. Beroende på varierande vattenstånd i bäcken och lagerföljdens västliga stupning är basen för överordovicium belägen omkring 0,5–2 m över bäckens yta utmed denna profil.*



Den 25–26 maj i år hölls dedikationsceremonier i Fågelsångsdalen och Hunneberg för att under pompa och ståt inviga två nyupprättade ordoviciska stratotyper i Sverige. Forskare, studenter, journalister, kommunalråd och intresserad allmänhet (totalt ett femtiotal personer) från ett 10-tal länder i Europa, Nordamerika och Australien hade kommit för att under två soliga vårdagar delta i dessa ceremonier, som innefattade korta anföranden, avtäckande av informationsskyltar och skålande i champagne. Alla intresserade fick också det unika tillfället att med hammare slå in den s.k. "golden spike" vid den utvalda nivån i lagerföljden. Att detta var en stor händelse inte bara för den geologiska forskningen i Sverige utan även internationellt visas bl.a. av deltagandet av hela "International Commission on Stratigraphy", det högsta internationella organet inom denna viktiga del av geologin. Det finns f.n. omkring 40 formellt definierade globala stratotyper runt om i världen, varav två nu är belägna i Sverige, för övrigt de enda två i hela Norden. I denna artikel beskriver vi de två stratotyperna och hur arbetet har gått till för att upprätta dem.

## Vad är en stratotyp?

En global stratotyp benämns på engelska "Global Stratotype Section and Point", vilket vanligen är förkortat till GSSP. Precis som namnet säger utgör en GSSP en bergartssektion som fungerar som en global referens och i vilken en specifik geologisk tidsgräns är definierad. Gränserna mellan de geologiska systemen (kambrium, ordovicium, silur etc.) har definierats i stratotyper runt om i världen. Systemen indelas i sin tur i 2–4 serier. Varje serie indelas i etager, vanligen två eller tre per serie. Under de senaste decennierna har internationella kommissioner, subkommissioner och andra kommittéer, underställda UNESCO, arbetat med att standardisera lagerföljdsindelningen så att man definierar enheter (system, serier och etager) som kan igenkännas globalt. För närvarande håller forskarna på med detaljerade internationella arbeten som syftar till att definiera gränser för serier och etager inom de geologiska systemen. Ordovicium delas till exempel in i tre serier: undre, mellersta och övre ordovicium (figur 1) och varje serie indelas i två etager. Varje serie och etage skall, i likhet med systemen, ha en noggrannt utvald global stratotyp, som definierar basen av enheten vid en viss nivå i lagerföljden på denna lokal för internationell jämförelse.

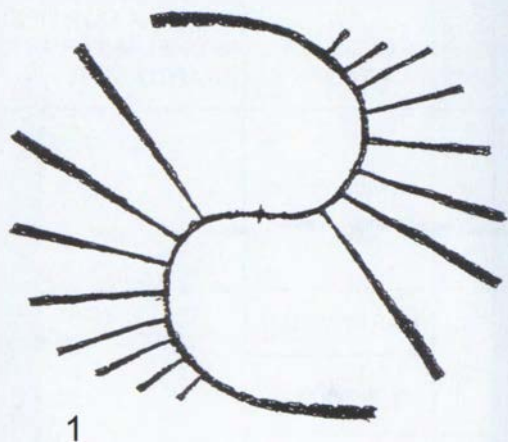
## Stratotypernas betydelse

Varför upprättar man stratotyper och varför är de så viktiga? För den oinvigde ter de sig kanske, åtminstone till en början, som en kuriositet och man kanske frågar

SYSTEM	GLOBALA SERIER	GLOBALA ETAGER	DE SVENSKA STRATOTYPERNA OCH DESS NYCKELARTER AV GRAPTOLITER
M U C I V I C I U M	ÖVRE	ej namngiven	
		DARRIWILIAN	← <i>Nemagraptus gracilis</i> (GSSP - Fågelsång)
	MELLERSTA	ej namngiven	
		ej namngiven	
UNDRE	TREMADOCIAN	ej namngiven	← <i>Tetragraptus approximatus</i> (GSSP - Hunneberg)

Figur 1. Global indelning av ordovicium i serier och etager visande det stratigrafiska läget av referensprofilerna (GSSP) i Fågelsång och vid Diabasbrottet.

sig varför forskare reste över halva jordklotet för att vara med om att inviga sektionerna i Sverige. Anledningen till att de är så viktiga är att denna del av geologin är en historisk vetenskap och när man sysslar med historia är det viktigt att ha fungerade tidsbegrepp. I likhet med regentlängder eller indelningen i vikingatid, stenålder, bronsålder osv., är geologer intresserade av en användbar tidsindelning för att så exakt som möjligt datera händelser i ett universellt tidsschema. Försök till åldersdateringar sysselsatte många pionjärer inom den geologiska vetenskapen. Redan på 1600- och 1700-talet började man arbeta med "lagen om superposition", dvs. man kunde åldersbestämma lagerföljder relativt och säga att ett lager som överlagrar ett annat är yngre än det underliggande i en tektoniskt ostörd lagerserie. Man kom också underfund med att man kunde använda fossil för en relativ åldersbestämning av lagerföljderna eftersom bergartsenheter av olika ålder är karakteriserade av olika fossil. Med upptäckten av radiometrisk dateringsmetoder under 1900-talet kan vi nu också datera bergarter i år (absolut datering). Detta gör att vi nu vet att jorden bildades för ca 4,5 miljarder år sedan, att fanerozoikum och dess äldsta period,



1



2

Figur 2:1 Graptoliten *Nemagraptus gracilis*, vars första uppträdande i lagerserien markerar basen av överordovicium. Dubbel förstoring.

Figur 2:2. Graptoliten *Tetragraptus approximatus*, vars första uppträdande definierar basen av den andra etagen av underordovicium. Naturlig storlek.

kambrium, inleddes för 543 miljoner år sedan och att dinosaurierna dog ut för 64 miljoner år sedan. Trots ständigt förfinad mätutrustning har emellertid fortfarande absoluta dateringar sämre precision än de relativa, speciellt i så gamla avlagringar som de av ordovicisk ålder.

## Att upprätta en stratotyp

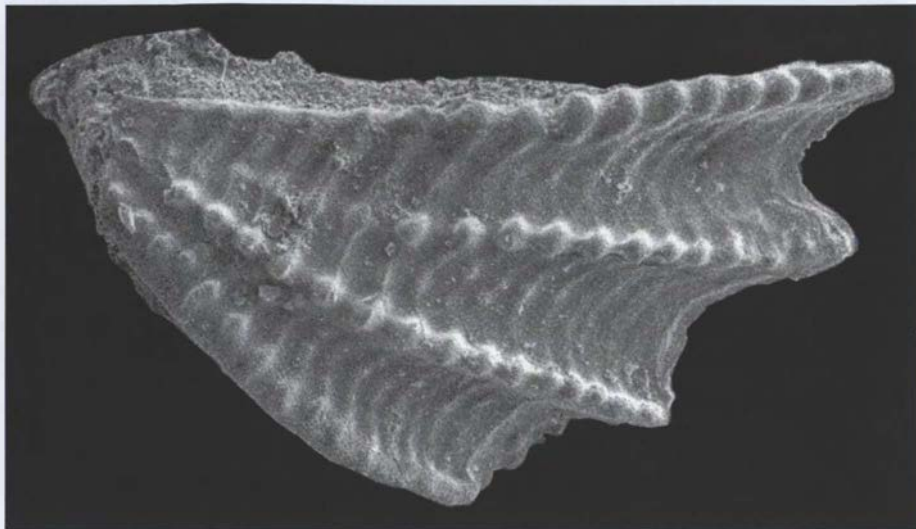
Upprättandet av en global stratotyp (GSSP) är i regel komplicerat och tidskrävande och innefattar mycket diskussioner och resande av internationellt sammansatta kommittéer. När det fastslagits att det föreligger ett behov att definiera en gräns i den globala geologiska tidsserien börjar olika forskargrupper att parallellt arbeta runt om i världen för att hitta en bergartssektion där den sökta gränsen är så välexponerad som möjligt. De utvalda sektionerna studeras i detalj och rapporter sammanställs med förslag på de bästa sektionerna och argument för varför en viss sektion är särskilt lämplig. Det ligger mycket prestige bakom upprättandet av en stratotyp så debatterna är ofta hårda och inte sällan färgade av jäv. Dessa rapporter presenteras till subkommissionen för ifrågasvarande system som består av en utvald grupp av internationella specialister. Subkommissionen granskar de olika förslagen i detalj under vanligen mycket livliga diskussioner. Ofta visar det sig att ytterligare studier är nödvändiga för att klarlägga vissa detaljer. Slutligen sker sektionsurvalet genom en sluten omröstning i subkommissionen om en eller flera

profilkandidater. Om en profil får 2/3 av rösterna skickas en rapport om profilen till närmast högre instans, den s.k. "International Commission on Stratigraphy" som antingen ratificerar beslutet eller sänder frågan tillbaka till subkommissionen för ytterligare arbete. Att denna process är mycket tidsödande visas av att det i regel tar 10 år, eller mer, att enas om en global stratotyp och få den ratificerad.

Det finns ett antal kriterier som skall vara uppfyllda för att en sektion ska kunna utses till global stratotyp. Det skall inte finnas några luckor i lagerföljden, dvs. sedimentationen skall ha varit kontinuerlig och alla de avsatta lagren bevarade till eftervärlden. Sektionen bör också vara opåverkad tektoniskt, eftersom man vill undvika förkastningar som kan ha lett till bortfall av en del av lagerföljden. Vidare skall det finnas rikligt med fossil i sektionen och dessa ska helst representera flera viktiga ledfossilgrupper för att man så noga som möjligt skall kunna åldersbestämma lagerföljden biostratigrafiskt. Sektionen skall dessutom vara lättillgänglig. Detta innebär t.ex. att områden som ligger inom militära skyddszoner eller i alltför oländig eller oåtkomlig terräng så långt som möjligt bör undvikas. Hänsyn tas även till hur geografiskt lättillgänglig en sektion är, t.ex. hur lång tid det tar att bege sig till sektionen från närmaste flygplats eller annat trafikcentrum. Profiler som annars är viktiga men ligger långt från civilisationen och endast kan nås med dyrbara expeditioner är således ej lämpliga. Slutligen är det viktigt att en stratotypkandidat ej ligger på en plats som



Figur 3. Konodonten *Pygodus anserinus*, ett viktigt ledfossil i intervallet runt basen av överordovicium i Fågelsång. Tio gångers förstoring.



kan tänkas bli bebyggd eller bli förstörd genom vägbygge eller stenbrytning i framtiden.

När väl en profil ratificerats som GSSP så bör nivån i den utsedda stratotypen markeras med en s.k. gyllene spik (efter engelskans "golden spike") som symboliskt slås in i bergväggen i den utsedda stratotypen. Det bör noteras att tyvärr inte alla GSSP har fått en dylik markering. Vad beträffar ordovicium har GSSP tidigare ratificerats för basen och toppen av systemet samt för basen av Darriwilian-etagen. Läget i lagerserien för de svenska stratotyperna är illustrerat i figur 1.

## Fågelsångsdalen

Fågelsångsdalen, som är belägen 7–9 km väster om Lunds centrum och sträcker sig i väst–östlig riktning utmed Sularpsbäcken till Södra Sandby, uppvisar en mycket omväxlande natur. Ända sedan 1700-talet har detta område varit ett vallfartsmål för naturforskare, inte minst för geologer från Lund. För att underlätta geologiskt fältarbete och identifiering av olika berggrundsblottningar utarbetade lundageologen Johan Christian Moberg (1896, 1902) en "Geologisk vägvisare inom Fågelsångsdalen". En uppdaterad och engelskspråkig version av vägvisaren utgavs av Moberg (1910) vilken används än idag. Den globala stratotypen i Fågelsångsdalen utgörs av Mobergs (1910) lokal E14b, som ligger drygt 1 km väster om Södra Sandby. Den är typprofil för basen av överordovicium, vilken definieras av första uppträdandet av graptoliten *Nemagraptus*

*gracilis* (figur 2:1). Förutom denna art finns ett flertal andra graptolitararter samt andra viktiga ledfossil såsom konodonter (figur 3) och kitinozoer. Lagerföljden består till största delen av en mörk skiffer (Almelundskiffer) med ett tunt kalkstensband och ett fosforitlager 1,4 m ovanför gränsen. Lokalens utseende vid stratotypinvigningen framgår av vinjetten på denna uppsats. Isländet av "den gyllene spiken" vid dedikationsceremonin visas i figur 4.

Efter grundläggande internationella arbeten, som publicerades i mitten av 1980-talet, intensifierades arbetet på en global stratotyp för basen av överordovicium i början av 1990-talet med expeditioner till bl.a. sydöstra USA, Kina, och Argentina. En ny utvärdering av fossilen i det viktiga avsnittet i Fågelsång ledde till en viktig omtolkning av lagerföljden där. Det år 2000 publicerade förslaget att denna sektion skulle bli en GSSP kom från en internationell grupp av forskare i vilken tre svenskar ingick, Stig M. Bergström, Yngve Grahn och Christian Pålsson, som alla haft, eller har, anknytning till geologiska institutionen i Lund. Efter många diskussioner beslöt "International Subcommission on Ordovician Stratigraphy" via omröstning år 2001 att sektionen i Fågelsångsdalen skulle bli stratotyp för basen av överordovicium. Detta beslut ratificerades år 2002 av "International Commission on Stratigraphy". Det fanns flera motkandidater, bl.a. en sektion i Alabama i USA och två i Kina. Framförallt en av de senare sektionerna visade sig vara mycket lämplig vad det beträffar fossilinnehåll, frånvaro av tektonik och luckor



Figur 4. Professor Stanley C. Finney, California State University at Long Beach, California, som är ordförande för "International Subcommission on Ordovician Stratigraphy" och vice ordförande för "International Commission on Stratigraphy", slår in "den gyllene spiken" ("golden spike") i GSSP-profilen i Fågelsångsdalen som markerar den globala referensnivån för basen av överordovicium.

i lagerföljden. Men den hade en mycket stor nackdel, läget. Efter en lång flygresa till västligaste Kina krävs nämligen tre dagars bilfärd och en lång vandring innan man kommit fram till denna profil.

## Hunneberg

Hunneberg är i likhet med Fågelsångsdalen ett klassiskt område för studier av kambrisk och ordovicisk stratigrafi och paleontologi. I Diabasbrottet, ett stort stenbrott i den nordöstra delen av Hunneberg, finns nu stratotypen för basen av den andra (övre) etagen i underordovicium. Lokalens utseende framgår av figur 5. Basen på denna etage definieras av första uppträdandet av en annan graptolitart, *Tetragraptus approximatus* (figur 2:2). Lagerföljden består av en mörkgrå skiffer med inslag av tunna kalkstenslager som kallas Tøyensskiffer. Förutom olika graptoliter innehåller lagerföljden många konodonte och trilobiter, vilka är utmärkt användbara för att precisera korrelationen med andra lagerföljder.

Även vad beträffar valet av stratotypen på Hunneberg så faller glansen delvis över Lunds universitet. I det internationella samarbete som lett fram till det vinnande förslaget (Maletz et al. 1996) ingick förutom ovan nämnda Stig M. Bergström även Anita Löfgren i Lund samt Jörg Maletz, nu verksam vid State University of New York at Buffalo, USA. Detaljerade studier av de två sistnämnda var av grundläggande betydelse för valet av denna profil som GSSP. Det bör noteras att valet av denna profil var särskilt komplicerat med ofta långvariga och högst intensiva diskussioner vid internationella konferenser och inom den ordoviciska subkommissionen. Den främsta motkandidaten var en välkänd profil på västra Newfoundland vilken emellertid har ett flera meter mäktigt interval utan ledfossil just under den kritiska nivån där *Tetragraptus approximatus* först dyker upp. Även Diabasbrottet-profilen blev formellt ratificerad av "International Commission on Stratigraphy" år 2002.

## Naturskydd

Även om dessa stratotyplokaler ligger inom (Fågelsång) eller strax utanför (Diabasbrottet) naturskyddat område är fossilinsamling tillåten, särskilt för vetenskapliga ändamål. Båda lokalerna har nu förklarande skyltar och nyckelnivåerna är markerade i skifferväggen med en inslagen "golden spike". Eftersom dessa skärningar skall tjänstgöra som permanenta globala referensprofiler är det viktigt att onödigt destruktiv verksamhet undviks så långt som möjligt, särskilt som fossilinsamling från likåldriga lager kan ske från angränsande profiler. Låt oss allt framgent bevara dessa lokaler som monument över framgångsrik och internationellt uppmärksammat svensk geologisk forskning!





Figur 5. Stratotypprofilen vid Diabasbrottet presenteras vid dedikationen av professor Stanley C. Finney (i blå skjorta). Nivån för basen av den andra etagen av underordovicium är markerad med ett ljus horisontalt rektangulärt märke i skifferväggen just ovan och snett till höger om skylten.

## Citerade referenser

- Bergström, S. M., Finney, S. C., Chen X., Pålsson, C., Wang Z.-H. & Grahn, Y., 2000: A proposed global boundary stratotype for the base of the Upper Ordovician Series of the Ordovician System: The Fågelsång section, Scania, southern Sweden. *Episodes* 23, 102–109.
- Maletz, J., Löfgren, A. & Bergström, S. M., 1996: The base of the *Tetraraptus approximatus* Zone at Mt. Hunneberg, S.W. Sweden: A proposed Global Stratotype for the base of the Second Series of the Ordovician System. *Newsletter in Stratigraphy* 34, 129–159.
- Moberg, J.C., 1896: Geologisk vägvisare inom Fogelsångstrakten. *Meddelanden från Lunds Geologiska Fältklubb* 2, 1–36.
- Moberg, J.C., 1902: Om Sularpsbäckens dalgång. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 24, 303–308.
- Moberg, J. C. , 1910: Guide for the principal Silurian districts of Scania (with notes on some localities of Mesozoic beds). *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 32, 45–194.

Stig M. Bergström är professor vid Ohio State University, Columbus, Ohio. Kent Larsson och Per Ahlberg är professorer vid Geologiska institutionen, Lunds universitet. Mats E. Eriksson är fil.dr. och forskningsassistent vid samma institution.

stig@geology.ohio-state.edu  
kent.larsson@geol.lu.se; per.ahlberg@geol.lu.se  
mats.eriksson@geol.lu.se



*Kullaberg från Ranarps strand på andra sidan Skälderviken. Den mycket karakteristiska profilen är ett gott landmärke för sjöfarare och påminde vikingarna om en liggande sköld.*

# Kullaberg

## Sveriges mest välbesökta geologiska lokal

AV LEIF CARSERUD, AKVARELLER AV TORA CARSERUD

Varje år kommer hundratusentals människor till Kullaberg. Det är ett vackert berg, välskött, med många picknickplatser och välklippta gräsmattor, asfalterade stigar och fina utsiktsplatser. Undersökningar har visat att 90% av besökarna håller sig inom de kultiverade områdena.

Kullaberg är frestande därför att det är så vackert och kanske också för att det är så farligt. Nästan varje år sker det allvarliga olyckor på berget. Det är både vana och ovana besökare som råkar illa ut. Men med lite aktsamhet kan man gå utanför de vanligaste besöksområdena och se naturen på nära håll utan större risk.

Den högsta punkten är Håkull. Bara namnet visar betydelsen av denna höjd, det är sannolikt en sammandragning av Hin Håles kulle, alltså djävulens lilla berg. Det är bara 187.52 m högt och inte särskilt svårt att bestiga, men är heller inte den mest spännande platsen. Istället är det de nakna och branta klipporna som är så fascinerande.

### Typisk förkastning

Kullaberg är nästan urtypen för en förkastning. Berget är genomsatt av långa sprickor och på många ställen står förkastningsytorna nästan vertikalt. Många upplever det obegripligt att det finns så branta klippor bara en timmes väg från Köpenhamn och så nära andra städer på civiliserade slätter. Olyckor inträffar för att människor alltför sent inser att Kullaberg är på allvar.

Kullaberg är ett lätt åtkomligt önskeställe för fiskare, fågelskådare, alpinister, botanister, dykare, badgäster,

golfare och konstvänner. Och vanligt folk så klart. Och så geologer.

### Välkänt berg

Kullen och Kullaberg är inte riktigt samma sak, i alla fall inte för de som bor i trakten. "Kullen" är mera en synonym för "Kullabygd" och "Kullen" skall dessutom uttalas med en viss melodisk accent. För att undvika missförstånd kallas själva berget/horsten här för Kullaberg.

För tusen år sedan hette berget Skölden. Ett av vikingatidens största sjöslag inträffade på havet utanför Kullaberg. Den aldrig påträffade platsen "Svolder" är en felskrivning för "Skjoldir". Det urgamla namnet återfinns i bukten mellan Kullen och Bjäre (=Berg) nämligen Skälderviken. Alla ortnamnsforskare och historiker är dock inte överens.

Det finns många namn på platser på Kullaberg. Det är som gatuadresser i en stad, de behövs för att man skall hitta och varje namn har en egen historia. Det intressanta med namnen på Kullaberg är just att de inte hänvisar till något gjort av människor. Det är naturnamn och eftersom de oftast syftar på något i sten så blir det hela geologiskt sett mycket intressant.

Många namn, särskilt de äldre, har givits av yrkesmän. Havet runt Kullaberg är rikt på sill och torsk. Fiskare behöver tydliga orienteringspunkter för att veta var de lagt sina nät. Egendomliga klippor och tydliga mönster i berggrunden användas för att skapa syftlinjer, så kallade majder (Wijkander 1957).



När turismen på Kullaberg startade runt förra sekelskiftet skapades många nya namn för att göra berget mera "spännande"; Kullamannens dörr, bild, hatt, trädgård, grav, spegel, palats, kamel, skidor, badplats med mera är tydligt påhittade namn. En "Hoffotograf Lundh" stod för de flesta påhitten. Han hade betydande inkomster av fotografering, både av porträtt och landskap samt av vykortförsäljning. Kullamannen själv var en korsning mellan tomt, troll, vis man och fyrvaktare (Kullaplast AB 1985).

På senare tid är det alpinister från Köpenhamn som skapat de flesta namnen, ofta med tydlig tidskaraktär eller personlig touche som till exempel: Carstens Rende, Tyrannosaurus Rex, Stön, Dr Strangelove och Desolation Row. Sammanlagt finns ett par hundra alpinistnamn registrerade hos Dansk Bjergclub.

Golfarna har inte infört några nya namn. Dock har de numrerat ett antal platser med tal från 1 till 18.

Dykare har gett nya namn åt Kullaberg eller gett en ny betydelse åt gamla. Några populära dykmål runt Kullaberg är bland andra Reven, Frans, Spetsen, Kattfisk och Matilda.

## Namn är viktigt

Även geologer sätter namn på Kullaberg. Mest kända är väl "Bylundskas vecket" och "PG:s lagergång". Men

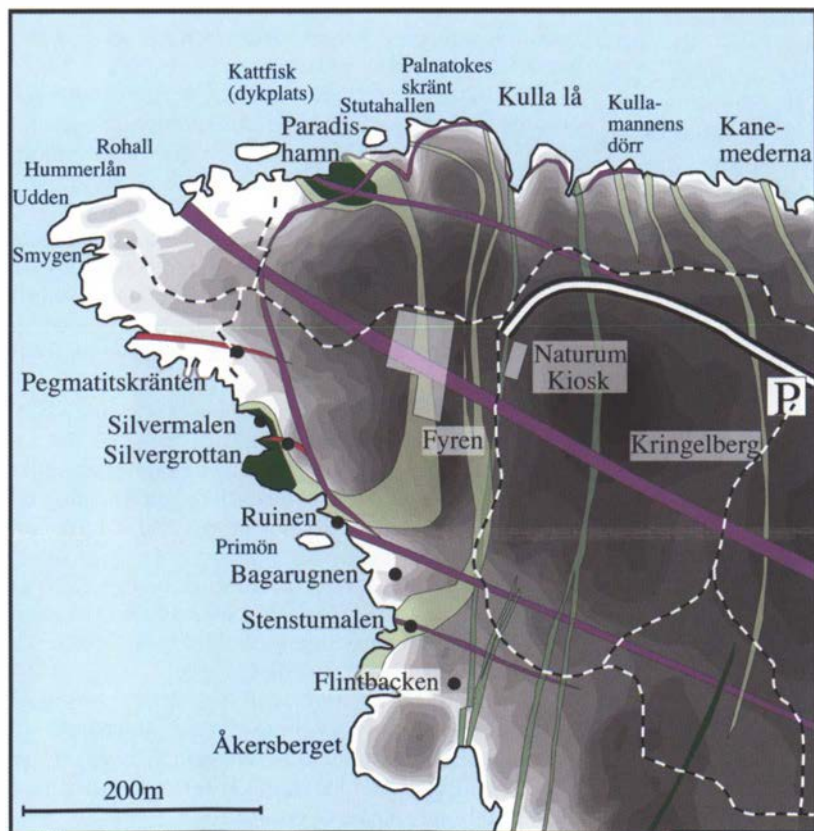
mera spännande att sätta nya namn är nästan att finna den geologiska betydelsen av de gamla. Närmare efterforskningar har visat att Bylundskas vecket ursprungligen kallades Altartavlan. Däremot har PG:s lagergång inget äldre namn.

Det finns också vissa platser som kanske betyder mera för geologer än andra. Därför kan det finnas orsak att bidra till namnfloran. I denna uppsats är Pegmatit-skränten, Flintbacken, Ruinen och Silvermalen i viss mån nyskapelser.

Vissa platser, särskilt grottor, har gett upphov till stor namnförvirring. Stenstugorna har kallats Retzius och Wallengrens grottor (Munthe 1920) och Bagarugnarna (Pyk 1989). Men stranden med klappersten heter i alla fall Stenstumalen (Wijkander 1957).

Med hänsyn till den stora mängden av sevärda platser på Kullaberg är denna guide begränsad till yttersta spetsen runt fyren. En vandring till de omnämnda platserna blir alltså bara ett par kilometer, om än något ansträngande och inte helt ofarligt. På flera platser finns skyltar som varnar för branterna. Det är viktigt att veta att sådana varningar är befogade men att skyltar inte står överallt där det är livsfarligt att gå.

Det finns mycket mera att berätta om Kullaberg, till exempel området kring Ransvik, trakten Arild-Nimis eller nordkusten.



Karta över yttersta delen av Kullaberg. Omtecknad efter orienteringskarta över Kullaberg (IS Kullen 2002) samt geologisk karta (Forsell 1962)

Höjder är markerade med olika skalor av grått. Kringelberg är den högsta platsen på kartan med cirka 80 m. Kartans bredd motsvarar cirka 700 m, skalan är ungefär 1:6500.

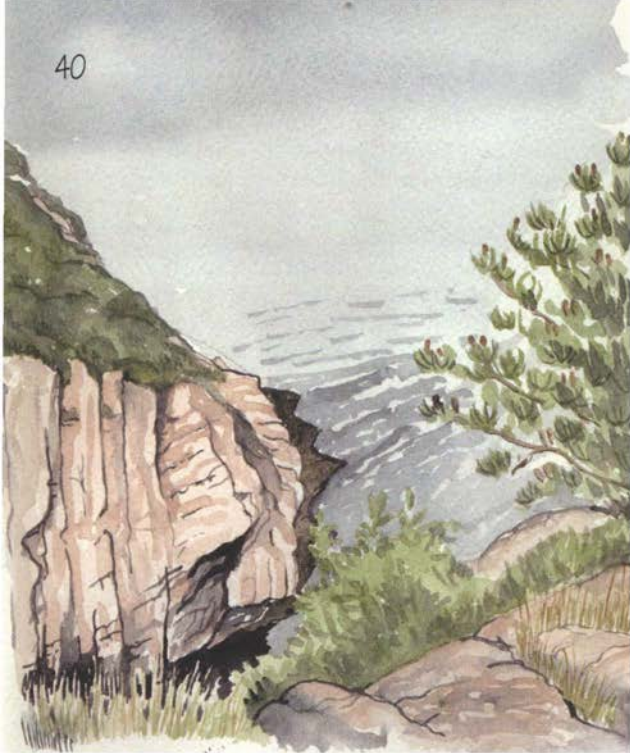
Amfibolit är markerad med grön färg. Den mörkare nyansen markerar innehåll av pyroxen.

Pegmatit är röd på kartan.

Diabas är violett.

De olika typerna av gnejs har inte getts någon egen färg.

Större stigar är strecklinjerade.



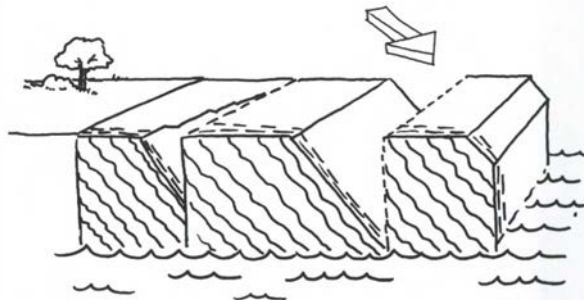
## Kulla lå

### Lättåtkomlig farlighet visar principerna

Formerna på Kullaberg styrs i stor utsträckning av svaghetszoner i berggrunden. Gnejsigheten är den inneboende egenskapen hos bergarten gnejs. Mineral-korn och bergartskikt ligger orienterade mer eller mindre parallellt med varandra och skapar därmed en skiktning. Östväggen vid Kulla lå är ett typiskt gnejsighetsplan. Den stupar snett ner i viken.

Västväggen är däremot ett typiskt sprickplan i riktning ungefär N-S, tvärbrant. I västväggen ser man också en mängd parallella lodräta sprickor och man kan ana att det är sprickplan ungefär parallella med kusten. I all enkelhet visar berggrunden vid Kulla Lå de grundläggande strukturer som styr bergets former.

"Lå" är det lokala namnet på en liten vik och det återkommer på många platser på Kullaberg.



En schematisk bild av Kullabergs principiella byggnad sett från nordost, alltså utifrån havet. Två branta och korsande sprickplan och en sluttande gnejsighet.



Bild av Kanamederna från en punkt längst ute på en hal klippa. För bättre översikt krävs en båt på havet. Skiktet av mörk amfibolit är någon dm tjockt.

## Kanamederna

### Berg kan böjas

Kanamederna är ett mycket tydligt mönster i berggrunden. En svart amfibolitskiva i en grå gnejs som blivit veckad i en stor omböjning. Namnet är gammalt och väl beskrivande. En "kana" är ett slags släde som dras efter häst och medarna på en sådan har just samma form som mönstret i berget. Strukturen går också under namnet Kullamannens skidor.

Veck bildas när en bergart trycks ihop vid högt tryck och hög temperatur. En bergartsveckning går sannolikt mycket långsamt och rörelserna kan ske under miljon-tals år. Berggrunden kan jämföras med en styv matta som veckas när man skjuter ihop den.

Ett så vackert veck som Kanamederna ser man inte på många ställen på Kullaberg (det skulle i så fall vara Altartavlan väster om Ransvik). Det beror på att överskjutningarna varit så kraftiga att vecken blivit utdragna och sönderslitna så att de ej längre går att känna igen.

Amfiboliten, som tydligast markerar själva veckstrukturen, har sannolikt en gång varit en diabas, det vill säga en vulkanisk intrusion utmed en svaghetszon eller gnejsplan i berggrunden. Omvandlingen från diabas till amfibolit har skett vid ett senare tillfälle liksom omböjningen.

Det är inte lätt att reda ut ordningsföljden för olika intrusioner, omvandlingar och deformationer eftersom Kullaberg har spår efter flera perioder av vulkanism och även av flera perioder av omvandling.

Man når Kanamederna via en stig från den östligaste picknickplatsen vid parkeringsplatsen. Stigen leder till en smal dal som man mer eller mindre mödosamt kan följa ner till vattnet. Om man går fel så kan det vara livsfarligt brant så gå inte ensam.





Vy över amfibolitklipporna och Paradis hamn så som man ser den från Tornet. Vattnet är djupt alldeles intill de branta klipporna som ger skydd för vågor från de flesta håll.

## Paradis hamn

### Nödhamn vid mörka bergarter

Berggrunden vid Paradis hamn består av amfibolit och diabas. Bägge dessa bergarter är vulkaniska till sitt ursprung, men amfiboliten är mycket gammal och kraftigt omvandlad. Det ser ut att finnas två sorters amfibolit. Den ena är homogen och grå med ett rött skimmer av mineralet granat. Den andra amfiboliten är svart med ljusa vindlande sliror och stråk, den har migmatitomvandlats. Trots den stora olikheten i utseende kan skillnaden geologiskt sett vara tämligen obetydlig. Hur genomgripande omvandlingen, metamorfosen, blivit kan påverkas kraftigt av t.ex. små skillnader i vattenhalt i bergarten.



Lagergången av mörk diabas syns tydligt genom att den har en annan lavpåväxt än de omgivande bergarterna.

## PG:s lagergång

### Snyggast i Skåne

Den lilla viken vid Paradis hamn har bildats i en av de många diabasgångarna på Kullaberg. Till skillnad från den nästan likasvarta amfiboliten så är diabasen mycket yngre och därför inte omvandlad utan ser ut ungefär som den gjorde när den stelnade för så där 300 miljoner år sedan. I Skåne finns det säkert många hundra diabasgångar, vanligen mellan 1 och 100 m breda. Däremot är det ovanligt med lagergångar, det vill säga mer eller mindre vågräta skikt av diabas.

Lagergången i bergbranten och diabasen i viken har olika kemisk sammansättning. De har bildats vid olika vulkanutbrott och själva matargången till lagergången har inte påträffats.

Karta omritad efter original av P.G. Andréasson, examensarbete 1964.

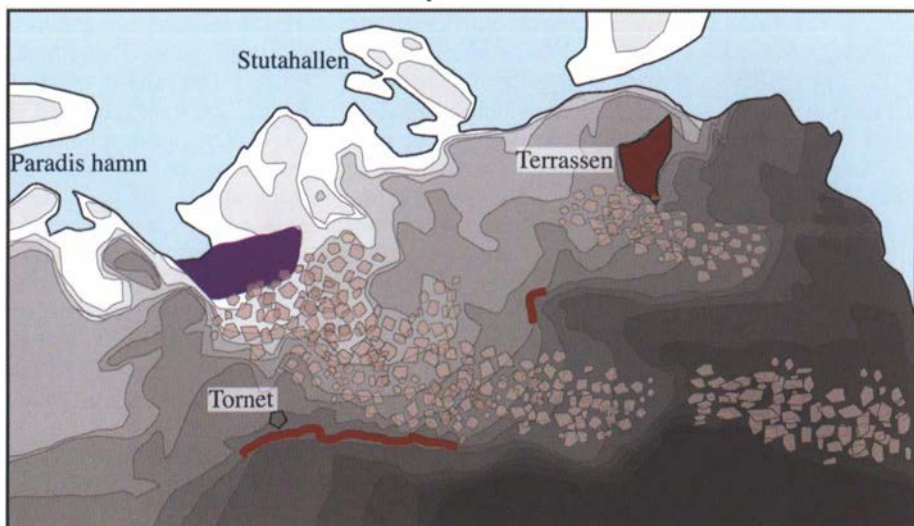
Höjdkurvor med 2 m ekvivalens. Kartans bredd är cirka 100 m. Skala ungefär 1:800

Diabasen är markerad med violett. Bredd och riktning något motsägelsefull.

Lagergångens utgående är markerad med rött.

Området täcks av stora mängder rasmassor.

"Tornet" och "Terrassen" är namn skapade av PG.





*Pegmatiten verkarrödare än sidostenen därför att lavarna har svårt att växa på denna grovkorniga bergart. Stigen till Silvergrottan passerar till vänster på skränten.*

## Pegmatitskränten

### Föga känd men välsedd fältspat

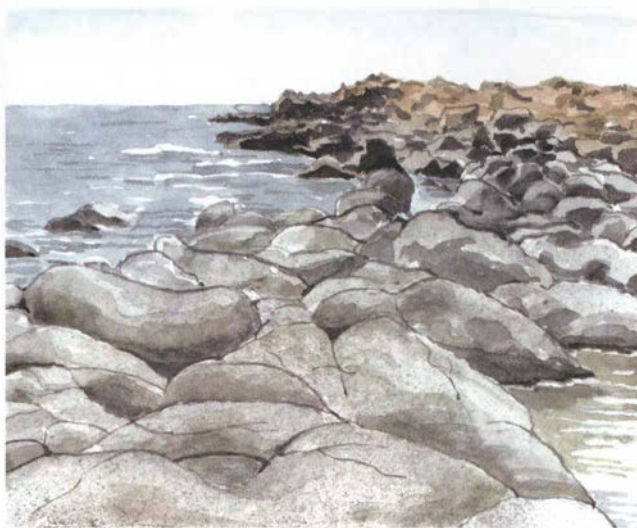
Nästan alla besökare till silvergrottan passerar Pegmatitskränten. Men det är brant och slirigt både på nerväg och uppväg och pegmatiten är lätt att förbise. Det är en röd pegmatit som går genom en röd gnejs. Det är otydligt och diffust men kan just därför säga något om pegmatiters bildning.

"Pegma" är grekiska och betyder något som blivit fast och hopkittat. Pegmatit består av stora kristaller, vanligen av röd kalifältspat och grå kvarts, och ofta plagioklas. Många andra mineral kan förekomma.

Vanligen bildas pegmatit som en liten restprodukt när en stor granitmagma stelnar, men här på Kullaberg finns det inga graniter. Istället är pegmatiterna på Kullaberg bildade av gnejser som nästan börjat smälta. På en del ställen, som här vid Pegmatithallen, kan man se en oklar övergång utan skarpa kontakter till omgivande gnejs. Man kan nästan förstå sig på att det är någon slags "gnejsaft" som pressats ut och kristalliserat.

Bergarterna på Kullaberg har drabbats av omvandling, metamorfos, vid flera tillfällen, och därför kan det finnas pegmatiter av olika ålder och bildning. Jämför med Silvergrottan som är exempel på en pegmatit av en annan typ.

"Pegmatitskränten" är ett nyskapat namn efter gamla förebilder. "Skränt" är en brant backe.



*Bortom de rundande hällarna av amfibolit syns vassa klippor av gnejs.*

## Silvermalen

### Det sega blir runt, det hårda kantigt

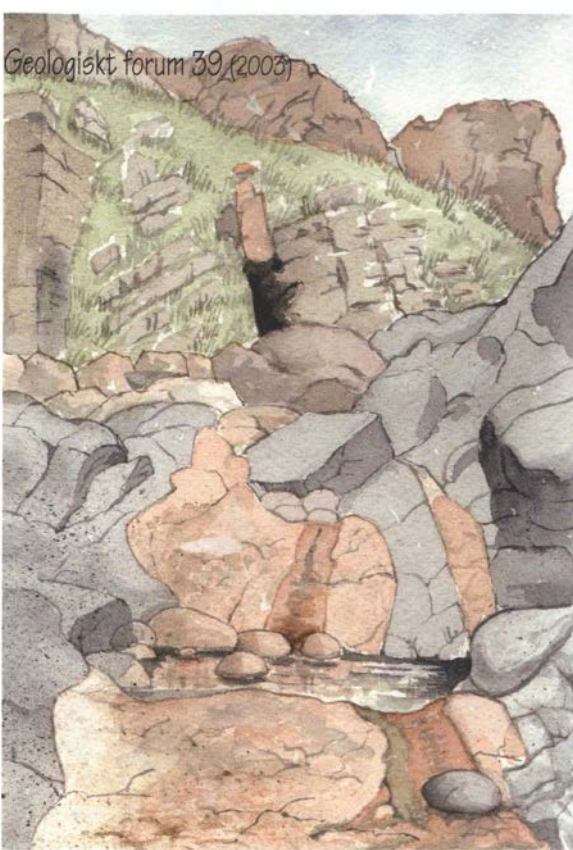
Havets bränningar bryter ner kuster och stränder. En del av vågornas nedbrytande verksamhet sker med hjälp av lösa stenar som rullar fram och tillbaka. Då kan vackert rundade hällar bildas i strandzonen, som här vid Silvermalen. Berggrunden består här av den gråsvarta bergarten amfibolit. På nära håll kan man se att den består av mm-stora kristaller av ett mörkt mineral (hornblände) tillsammans med ett gråaktigt halvgenomskinligt (plagioklas). Amfibolit vittrar relativt fort och därför ser man sällan block av denna bergart bland klapperstenarna. De mals sönder till grus och pulver på kort tid. Det är en av orsakerna till att det ofta bildas en vik där det finns amfibolit i berggrunden.

Udden väster om Silvermalen består av gnejs, som innehåller mycket kvarts och fältspat. Det är hårdare mineral och gnejsen är vittrar långsammare än amfiboliten. Men gnejsens hårdhet gör också att den är sprödare och den är därför mycket mera sprucken än amfiboliten.

Skillnaden mellan dessa två bergarter syns tydligt vid Silvermalen. Där har den mjuka men sega amfiboliten slipats till mjuka hällar i viken medan den hårda gnejsen står ut som en kantig udde väster härom.

Namnet "Silvermalen" är nyskapat. Det finns inget äldre namn för denna lilla vik, men eftersom den ligger alldeles intill Silvergrottan och det finns strandmal (klappersten) här så kan väl namnet vara passande.





Nerifrån strandkanten ser man tydligt hur en pegmatitgång tränger genom den mörka amfiboliten. Silvergrottan syns som ett mörkt hål högre upp i pegmatitens fortsättning.

## Silvergrottan

### Gruvgång utan silver

Silvergrottan är ingen riktig grotta utan en gruvgång. Den innehåller heller inget silver. Så namnet är alldeles fel, men det är spännande och Silvergrottan är den mest besökta grottan på Kullaberg.

Den är meterbred i öppningen och går cirka 10 meter inåt. Det är mörkt och fuktigt därinne och eftersom den smalnar av så är det lätt att gripas av klaustrofobi därinne, särskilt om det är trångsel. Förmodligen är det en liten ofarlig skräckupplevelse som är största behållningen för de flesta besökare.

Gruvgången följer en nästan lodrät meterbred pegmatitådra. Pegmatit förekommer på många ställen på Kullaberg. Bara hundra meter väster härom finns Pegmatitskranten. I Silvergrottan har pegmatiten skarpa kontakter med sidoberget och är tydligt intrusiv. På vissa ställen finns centimeterstora flak av biotit i den grå pegmatiten.

Förmodligen är det dessa glänsande flagor som lockat till gruvdrift. Gruvdriften skedde i mitten av 1500-talet under den danska tiden, men var ett uppenbart misslyckande.



Ruinen med Primön till vänster och en aningen svårklättrad brant till höger.

## Ruinen

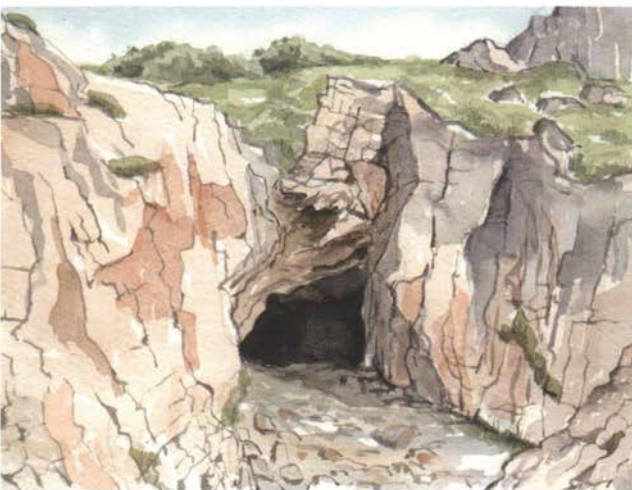
### Strandpelare av dubbeldiabas

Mitt emot Primön finns en markerad strandpelare. Den har getts namnet "Ruinen". I närheten ligger några andra, mindre tydliga, klippor med namnet Ruinerna. En bildning som Ruinen kan också kallas klipprauk, för att skilja den från raukar på Gotland.

Ruinen består av gråsvart bergart, diabas, samma typ som också finns i Paradishamn. Där har diabasen eroderats ut och bildar "hamnen", men här står diabasen istället kvar. Tittar man närmare efter så kan man se att diabasen i själva strandpelaren skiljer sig lite från omgivande diabas, lite ljusare grå och lite mera finkornig. Det är faktiskt två olika gångar där den senare trängt in i mitten av den första. Ett särskilt finkornigt stråk visar att det är en "kyld kontakt" vilket innebär att den första diabasintrusionen både stelnat och svalnat innan den andra trängde in.

I kanten mellan diabas och omgivande amfibolit finns smala röda, gröngrå och purpurfärgade skikt. Dessa egendomliga färger har orsakats av hydrotermal omvandling av amfibolitens mineral. Förmodligen är det diabasen som orsakat detta, för när diabasen tränger in så har den en temperatur på cirka 1000 C. Upphettningen gör att vatten i berggrunden värms upp och cirkulerar. Här har detta skett två gånger. "Hetvattensomvandlingen" har skett på stora djup i berggrunden och då kan vatten ha en temperatur på flera hundra grader utan att koka. Och då sker egendomliga processer i berggrunden. Men hemma i köket blir det ingen hydrotermal omvandling. Det skulle förstås kunna bli om man kokar sten i hundra år i en tryckkokare.

Den som är skarpögd kan också finna cm-breda intrusiva "sura" gångar i diabasen. Förmodligen är de orsakade av lokal uppsmältning av gnejsen.



*Bagarugnen så som den syns utifrån havet.*

## Bagarugnen

### Stor urbergsgrotta med många namn

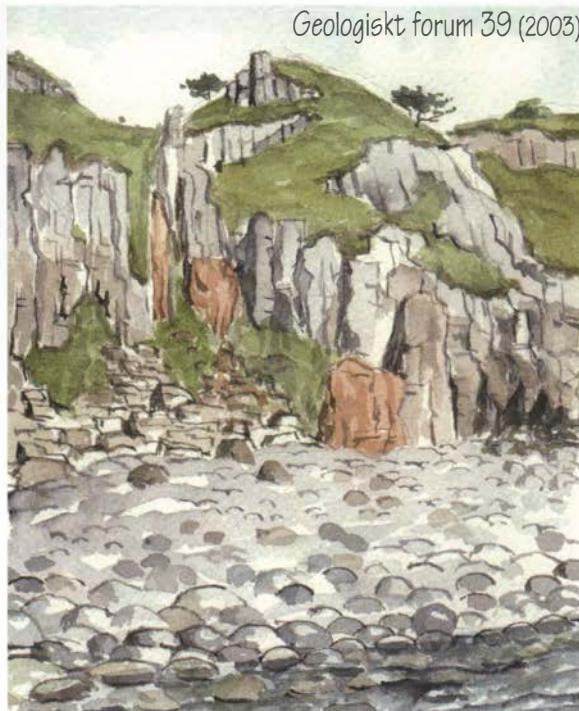
På Kullaberg finns ett tjugotal större och mindre grottor. De är urbergsgrottor vilket innebär att de är rätt små, i alla fall i jämförelse med de gigantiska grottsystem som kan bildas i kalkstensberggrund. Bagarugnen är den största grottan på Kullaberg. Den är så stor att man fint kan sitta ett dussintal människor därinne i skydd för regn. Den har också varit bebodd under olika perioder ända sedan yngre stenålder.

Kullabergs kust är brant men också starkt sönder-skuren. Det är uppenbart att det finns stora skilnader i hårdhet och seghet i olika partier av berggrunder. I stort kan man indela de olika svahetszonerna i tre olika typer: sådana som orsakas av bergartsskillnader, gnejsighetsplan eller sprickplan.

Bagarugnen är delvis uteroderad efter gnejsigheten, men främst är det olika sprickplan som givit grottan dess form. Grottan har bildats genom att havets bränningar, förstärkt med strandsten, har eroderat in i sprickplan i berggrunden. Grottans höjd över havet tyder på att den bildades för cirka 7000 år sedan, då havsytan över hela jordklotet stod cirka 7 meter högre än nu, beroende på ett allmänt varmare klimat med mindre polarisar.

Denna grotta, liksom de flesta andra på Kullaberg, ligger dock högre nu än när den skapades. Frostvittring spränger loss stenar i taket som höjs vilket också golvet gör av nedfallande stenar.

Bagarugnen går under olika namn. Den kallas också Lahibiagrottan och Retzius och Wallengrens grotta. Men den liknar en gammaldags stenugn, det är bara luckan som fattas. Och detta namn är äldst och har därför prioritet.



*Vy över Stenstumalen från klipporna söder om Bagarugnen. Kullaiten syns slät och tegelröd. Nedstigningen från denna utsiktspunkt är något besvärlig.*

## Kullaiten vid Stenstumalen

### Kullabergs egen bergart

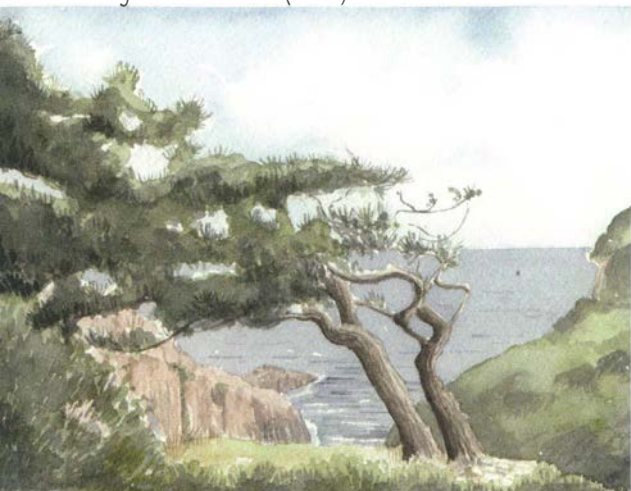
Diabas finns det på många ställen på Kullaberg t.ex. vid Paradishamn och Ruinerna. Här vid Stenstugorna ser den lite annorlunda ut. Denna diabas uppmärksammades vid undersökningar i slutet av 1800-talet och fick ett alldeles eget namn: KULLAIT (Hennig 1898). Orsaken till den röda färgen tycks vara mikroskopiskt små flagor av mineralet hematit vilket ger en röd färg åt det vanligen genomskinligt ljusgrå mineralet plagioklas. (Bylund m.fl. 1988).

Vanligen är kullaiten röd, fast den kan också vara nästan blågrå-gröngrå. Det finns en förekomst av kullait vid Blå Mal strax väster om Ablahamn. Där utgör den blågrå kullaiten en stor del av strandmalen, klapperstenarna, vilket givit den lilla viken dess namn.

Det kan synas egendomligt att en bergart som är växlande till färg och omtvistad till bildning har ett eget namn. Men slutet av 1800-talet var en period av stora upptäckter – inte nog med att jordens yta utforskades och floder, sjöar och berg gavs nya namn utan även bergarter och mineral påträffades och döptes i mängd.

Namnet kullait har visat sig hänvisa till en så liten och obetydlig bergartstyp att den numera har blivit bortrationaliserad i modern geologisk nomenklatur. Den ses mest som en variant av diabas. Men likväl är det Kullabergs egen variant.





Utsikt från "Flintbacken" över Åkerslån med "Nybörjarväggen" till vänster och Åkersberget till höger.

## Åkersberget

### Stenkol, flinta och bergsklättring

Åkersberget är ett nästan pyramidformigt berg vars form framhävs av två vikar på vardera sidan om berget, Åkerslån i öster och en mindre vik utan namn i väster. Själva namnet kommer av en liten "åker", eller nästan platt stycke som ligger på östra sidan av berget. "Lå" är ett lokalt namn på en liten vik.

I Åkerslån kan man påträffa små bitar av kol av jurassisk ålder. I förstone är det märkligt med sådana sedimentära bergarter på Kullaberg, som i övrigt bara består av urberg. Men kolbitarna är transporterade till platsen. Förr i tiden var fyren på Kullaberg eldad med stenkol. Kolet kom med båt från Höganäs någon mil bort och en av de bästa platserna att lägga till var just Åkerslån. Sedan fick man släpa kolet på en stig till fyren, som då låg ute på Udden. Det gick åt stora mängder kol till fyren och det är klart att några bitar tappade man alltid.

Lite högre upp i backen, just där man har fin utsikt över bägge vikarna kan man påträffa små vassa flagor av ljus flinta. Det är särskilt lätt att se flintbitarna i den gräsfria marken på stigen efter regn. Större bitar av flinta kan påträffas bland klapperstenarna på södra sidan av Kullaberg, men det här är bara nagelstora flisor. Det är uppenbart att de små flinspånorna är rester av någon som för länge sedan suttit här och bearbetat flinta för att tillverka något, pilspetsar eller skrapor eller sådant. Man kan föreställa sig en stenåldersmänniska som suttit här med fin utsikt över havet, tålmodigt väntande på en säl att harpunera, knackande flinta under väntetiden.

Fornfynd får man inte ta med sig hur som helst, så bäst är att låta flintflagorna ligga kvar.

Bergväggen på östra sidan av Östra Åkerslån är en populär klättervägg. Det är en slät yta efter ett tydligt gnejsighetsplan och eftersom den är alltför brant för fri bestigning men ändå inte livsfarlig, används den ofta som en första introduktion i att använda rep vid bergsklättring. Egendomligt nog verkar den inte ha något särskilt namn bland alpinister men borde kunna kallas "Nybörjarväggen".

## Litteraturhänvisningar

- Behrens, Sven, 1953: Morfometrisk, morfogenetiska och tektoniska studier av de nordvästskånska urbergsåsarna, särskilt Kullaberg. *Lunds Univ. Geogr. Inst. Avhandlingar XXIV*.
- Bylund, Göran, m.fl., 1988: *Mafic dyke swarms i southernmost Sweden. Excursion guide*. Department of Geology, Lund University.
- Carserud, Leif, 1992: *Ortnamn och geologi på Kullaberg*. Kullabygd sid 109–117.
- Carserud, Leif, 1994: *Geologiska sevärdheter i Skåne I och II*.
- Forsell, Paul, 1962: Kullabergs berggrund. 44 sidor. *Kullabergs Natur. Häfte 7*.
- Hennig, A, 1899: Kullens kristalliniska bergarter. II. Den postsiluriska gångformationen. *Lunds univ. årsskrift, Bd 35, afd 2, nr 5*.
- Kullaplast AB, Rolf Skoglund, 1985: *Kullamannen*. Klippan, ISBN 91-7810-325-8, 245 sidor.
- Norling, E., & Wikman, H., 1990: Berggrundskartan Höganäs NO/Helsingborg NV. *SGU Af 129*.
- Lundh, Hoffotograf, 1907: *Vägvisare öfver Kullen med orienteringskarta* (flera upplagor).
- Munthe, Henrik, 1920: *Strandgrottor och närstående geologiska fenomen i Sverige*. Naturskyddsutredningen, SGU C 320, 67 sidor.
- Pyk, Hans-Otto, 1989: *Kullabergs grottor*. Kullabygd, sid 3–24 i Kullabygd.
- Tomlinson, Martin (red), *Klatring på Kullen*. 176 pp. Dansk Bjergklub.
- Wijkander, Klara, 1957: *Ortnamn på Kullaberg*, 166 sidor. Omtryckt 1969 och 1978.

---

Leif Carserud är geolog och verksam vid Geodeon; geodeon@hotmail.com

# Geologiska lokaler

*Den geologiska forskningen bygger till stor del på vad som observeras i naturen. Hörnstenen i den geovetenskapliga utvecklingen har varit, och är den geologiska lokalen. Det avgörande är inte bara vad som observeras utan även hur. Geovetenskapliga teorier har bekräftats och förkastats genom observationer i fält, samtidigt som nya teorier uppkommer som ett resultat av nya upptäckter i fält.*

Ordet lokal (liksom ordet stuff) är ett ord man stöter på mycket tidigt som student och det blir snabbt en självklar del av vår vokabulär, så självklar att vi glömmer att begreppet kanske orsakar förvirring hos andra.

Vad är då en geologisk lokal? Enklast, och rent bokstavligt, är det en *plats* där någon eller några geologiska processer illustreras av strukturer eller fynd på platsen i fråga. Det rör sig alltså om något man kan se med blotta ögat, vilket begränsar urvalet från någon millimeter stora texturer, mineral Korn eller fossil, till milsvida utsikter över storskaliga tektoniska eller morfologiska landskap.

På ett djupare plan blir frågan vad en lokal är mer intressant, varför är det en geologisk lokal? Och hur kommer det sig att man finner den just där?

Geologiska lokaler är av två olika typer. Den första typen är de lokaler där vi kan se geologin i vardande. Det kan röra sig om så vitt skilda saker som aktiva vulkaner, glaciärer, rinnande vatten eller vandrande sanddyner. Dessa typer av lokaler erbjuder oss en titt direkt in i jordens eget laboratorium. Här kan vi med egna ögon se de processer som format vår jordyta under dess existens. Det var bland annat tack vare sådana lokaler som geologin uppstod som vetenskap under 1700- och 1800-talet. Det var även då man började inse att berget, som man tidigare trodde skapats fixt och färdigt, bildats som resultat av naturliga processer. Det ledde till att man började förstå vilka enorma tidsrymder det krävdes för att avlagra de sediment man såg. Den aktualistiska principen, att naturlagarna verkat på samma sätt i alla tider, slog igenom under 1800-talet, en gång för alla skulle de flesta nog anse. Det finns dock inom geologin både forskare och discipliner som inte tillämpar aktualistiska principer, särskilt inte för de äldsta bergarterna. Bildningen av bergarter under arkäikum förklaras ibland med mycket exotiska modeller utan några moderna motsvarigheter.

Under pionjärernas tid fanns två konkurrerande allomfattande teorier. Uniformitarianismen förespråkade att geologin är resultatet av samma långsamma och kontinuerliga processer som vi observerar idag, dessutom är utvecklingen cyklisk. Det finns ingen riktning; ingen början eller slut på jordens historia. Uniformitarianismen var en motpol till katastrofismen som

ursprungligen formulerades för att kunna förklara jordens geologiska utveckling i en biblisk världsbild. Geologin är resultatet av tillfälliga och extrema katastrofhandlingar varav syndafloden är den sista. Omkring 150 år efter denna strid kan vi konstatera att ingen av teorierna räcker för att förklara jordens utveckling. Det intressanta är dock att skillnaden mellan teorierna redan ligger i skillnaden mellan de studerade lokalerna i Parisbäckenet respektive England. De sedimentära lagren är ungefär likåldriga, men medan de i England i stort sett är kontinuerliga och uppvisar gradvisa förändringar, är bergarterna i Parisbäckenet resultatet av att området periodvis dränkts respektive höjts över havsytan. Precis som den tidigare striden mellan plutonister och neptunisterna var striden ett direkt resultat av vilka geologiska lokaler man studerade. Det märkliga är att även i vår upplysta tid uppstår geovetenskapliga kontroverser enbart på grund av det faktum att olika forskare studerar olika geologiska lokaler.

Uniformitarianism och katastrofismen kan man, om man så vill, fortfarande se spår av i olika lokaler. Uniformitarianismen kan vi till exempel se i fossila rev. Dessa bildas och bevaras i takt med havsytans långsamma fluktuationer. Fossilerna här representerar det normala livet i kolonin. Resterna utgörs av lösa skaldelar från djurens skalömsningar samt skal krossade av bränningar och rovdjur. Katastrofismen uttrycks i andra mer sällsynta lokaler. Hit hör de rikaste och mest spektakulära fossillokalerna i världen. Burgessskiffern i British Columbia, Canada, vilken uppvisar en exotisk och unik fauna av kambriska djur, är bevarad tack vare att ett undervattensskred täckte över djuren. Här finner man hela och välbevarade djur som dött och hunnit bevaras innan andra organismer hunnit förtära dem.

Tyvärr begränsas vår möjlighet att studera många av geologins viktigaste processer av våra bräckliga kroppar och korta livslängd. Det kommer dröja mycket länge innan vi har teknologin att studera vad som händer inne i en magmakammare eller i en jordbävningszon. Vår livslängd förhindrar också att vi någonsin kommer att få se en serie överskjutningar forma en bergskedja eller en uppsmältande sedimentär bergart bilda en granit.

En geologisk lokal är också en geologisk lokal därför att den beskrivits som en sådan. Detta till synes själv-





52 år gammalt lavaflöde på Nea Kameni, Santorin. I bakgrunden skimtar kanten på kalderan som bildades 1628 f.kr. Lokaler som denna var avgörande pusselbitar under den geologiska vetenskapens barndom.



2700 000 000 år gammal granit med magmablandningsstrukturer vid Kakamega, västra Kenya. Liknande strukturer finner man i bergarter av i stort sett alla åldrar, vilket visar att de granitbildande processerna sett ungefär likadana ut under en stor del av jordens historia.

klara uttalande rymmer två andra egenskaper. Dels måste lokalen ha hittats av någon som förstått dess värde. Sverige hårbärgerar troligen många värdefulla geovetenskapliga platser som ännu inte studerats, platser som kanske skulle kunna ge oss ledtrådar till förståelsen över många geologiska processer. Det skulle till exempel kunna finnas fler platser som Långban men som vi inte upptäckt än av den enkla anledningen att de aldrig blivit brutna som malm. Dessa platser är inte geologiska lokaler, åtminstone inte än. Den andra egenskapen är att lokalen finns till. Återigen ett till synes självklart påstående men ett som rymmer den viktiga fjärde dimensionen, tiden. Det är inte bara de geologiska processernas *skapande* av lokalen som är nödvändigt. Nödvändigt är också att platsen är tillgänglig för oss, just nu. Oavsett om det är en 2700 miljoner år gammal granit, ett 400 miljoner år gammalt rev, eller en 50 år gammal lavaström, måste *lokalen* existera i nutid. Locknekratern som bildades för 455 miljoner år sedan har kanske aldrig varit synlig tidigare. Nedslaget skedde i några hundra meter djupt vatten och kratern täcktes efter bildningen av sediment. Den kaledonska bergskedjebildningen ledde till att kratern några tiotals miljoner år senare täcktes av ett tektoniskt överskjutet berggrundssjök, en skolla. Det är först nu som kratern

eroderat fram precis lagom så att man kan se spåren efter alla de processer som skapat kratern. Några miljoner år tidigare var kratern täckt av skollor och yngre sediment, och om några miljoner år kommer kratern troligen att vara så nereroderad att man enbart ser det krossade urberget som utgör kraterns rötter.

Genom geologins historia har de geologiska lokalerna varit själva grundpelaren för den vetenskapliga utvecklingen. Även i vår tid, när allt fler och mer sofistikerade analysinstrument ger oss svar som vi kanske inte ens visste att vi efterfrågade, kommer nya lokaler vara de som leder oss framåt. Geovetenskapen är och förblir en observerande och beskrivande vetenskap där naturen själv står för det viktigaste materialet.

## Källor

Edelman, N., 1994: *Filosofier, forskare och filurer ur geologins historia*. Eget förlag, 330 s.

*Joakim Mansfeld är Geologiska Föreningens redaktör samt forskare vid Institutionen för geologi och geokemi, Stockholms universitet;*

## I kommande nummer av Geologiskt forum bland annat detta:

Artiklar i samband med vulkanön Surtseys 40-årsdag

Kvarts och bergkristall

Exkursionsguide över Kebnekajseområdets glaciärer, landskap och berggrund

Exkursionsguide över landformerna i Västergötland

# GEONYTT

Under rubriken "Geonytt" uppläser *Geologiskt forum* kostnadsfritt plats för information relevant för föreningens medlemmar eller geointresserad allmänhet.

Har du något du vill upplysa om, sänd informationen till tidningen senast 1/11 (adress, fax och e-post, se sid. 2). Nästa nummer kommer i december.

## Vad är Geologins dag?

*Geologins dag* är en inspirerande temadag om geologi och övriga geovetenskaper som firas över hela Sverige den 13 september. Syftet är att ge vanligt folk en chans att lära sig mer om något som har stor betydelse för samhället, men som ännu inte ges utrymme för i skolan.

Genom hundratals roliga och lärorika aktiviteter arrangerade av amatörgeologer, universitet och högskolor, museer, bibliotek, branschorganisationer och geoföretag erbjuds en dag utöver det vanliga.

Surfa in på [www.geologinsdag.nu](http://www.geologinsdag.nu) och upptäck vad som händer där just Du bor!



## En prenumeration

på *Geologiskt forum* 2003 (nr 37–40) kostar 160 kr.

**Gör så här:** betala 160 kr till **Swedish Science Press** på postgiro 489 78 50-6 eller bankgiro 914-4601. Märk inbetalningskortet Geologiskt forum 2003.

Information angående äldre volymer av *Geologiskt forum* fås via redaktionen; [gff@geo.su.se](mailto:gff@geo.su.se), eller beställs av Swedish Science Press (se sidan 2 för information).

Ordinarie lösnummerpris *Geologiskt forum* nr 39 är 50 kr.

## Öppen Täkt 13 september 2003

– Varifrån kommer allt material som man bygger vägar, järnvägar och betonghus av? Svaret ges under *Geologins dag* då drygt 20 berg- och grustäkter över hela landet är öppna för allmänheten.

Vägar, järnvägar, flygfält, hamnar, sjukhus, bostäder och andra hus byggs av bergmaterial, dvs bergkross, naturgrus eller återvunnet material. Detta material utvinns ur täkter som oftast är förlagda så att de varken syns eller hörs. Därför är bergmaterialindustrin landets okända storindustri.

Kom till Öppen Täkt och lär dig var ditt hus egentligen kommer från!

## Medlemskap i Geologiska Föreningen

kostar 400 kr/år inkluderande *Geologiskt forum* och den engelskspråkiga vetenskapliga tidskriften *GFF*. Studerande betalar dock endast 200 kr/år (under max. 4 år). Medlemskap enbart inkluderande *Geologiskt forum* kostar 250 kr/år. Enbart medlemskap, utan prenumeration, kostar 100 kr/år.

**Gör så här:** betala medlemsavgiften till **Geologiska Föreningen** på postgiro 2108-9. Märk inbetalningskortet Ny medlem (alt. ny studerandemedlem) i Geologiska Föreningen, avgift för 2003.

*Skriv tydligt namn och adress på inbetalningskortet, tack!*

## STYRELSEN FÖR FÖRENINGEN GEOLOGINS DAG 2003

### Typ av organisation

Amatörgeologiska sällskap  
Byggnadsgeologiska sällskapet  
Geologiska Föreningen  
Geologiska studentföreningar  
Industriföretag  
KVA/Sveriges Nationalkommitté för Geologi  
Naturhistoriska Riksmuseet  
Naturvetareförbundet–Geologsektionen  
Småföretag  
Sveriges Bergmaterialindustri  
Universitet och högskolor

### Ordinarie ledamot

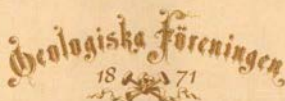
Jan Wennerstrand, SAGS  
Kennert Röshoff  
Joakim Mansfeld  
Erik Jonsson, Geologklubben  
Monica Hammarström, SKB (v. ordförande)  
Håkan Sjöström  
Stefan Claesson (ordförande)  
Christer Åkerman  
Karin Eriksson  
Lars Hultkvist  
Alasdair Skelton, Stockholms universitet

### Suppleant

Ove Torstensson  
Fredrik Bengtsson  
Birger Schmitz  
Ilka von Dalwigh  
Berit Lundqvist  
  
Christina Franzén-Bengtson  
Monica Beckholmen  
Leif Carsrud  
Riitta Lindström  
Jaana Hode Vuorinen

## GEOLOGISKA FÖRENINGENS STYRELSE 2003

**Birger Schmitz**, ordf., Inst. för geovetenskap, Göteborgs universitet, Box 460, 405 30 Göteborg, tel. 031-773 49 02; [birger@gvc.gu.se](mailto:birger@gvc.gu.se)  
**Dan Holtstam**, sekr., Sekt. för mineralogi, Naturhistoriska riksmuseet, Box 50007, 104 05 Stockholm, tel. 08-5195 40 76; [dan.holtstam@nrm.se](mailto:dan.holtstam@nrm.se)  
**Kajsa Hult**, skattm., Sveriges geologiska undersökning, Box 670, 751 28 Uppsala, tel. 018-17 93 58; [kajsa.hult@sgu.se](mailto:kajsa.hult@sgu.se)  
**Joakim Mansfeld**, red., Institutionen för geologi och geokemi, Stockholms universitet, 106 91 Stockholm, tel. 08-674 77 27; [gff@geo.su.se](mailto:gff@geo.su.se)  
**Ulf Quarfort**, ledam., Inst. för geovetenskaper, Uppsala universitet, Villav. 16, 752 36 Uppsala, tel. 018-471 25 68; [ulf.quarfort@natgeo.uu.se](mailto:ulf.quarfort@natgeo.uu.se)  
**Mats Rundgren**, ledam., Kvartärgeologiska avd., Lunds universitet, Tornavägen 13, 223 63 Lund, tel. 046-222 78 56; [mats.rundgren@geol.lu.se](mailto:mats.rundgren@geol.lu.se)  
**Pär Weihed**, ledam., Luleå tekniska universitet, 971 87 Luleå, tel. 0920-491 371; [par.weihed@sb.luth.se](mailto:par.weihed@sb.luth.se)



den svenska föreningen för vetenskaplig, tillämpad och populär geologi  
<http://www.geologiskaforeningen.nu>