

Lösnummerpris 30 kr

# GEOLOGISKT FORUM

4

ISSN 1104-4721 • GEOLOGISKA FÖRENINGENS NYHETS- OCH INFORMATIONSTIDNING • DECEMBER 1994

GEOLOGISKT FORUM 4 • DECEMBER 1994



'Svenska' mineral i grundämneshistorien	3	Redaktionellt	2
Rabaul-calderan 1994	8	Ny geologisk litteratur	8
Vittring av natursten i kulturbyggnader	9	Nya medlemmar	16
Intensivsatsning på Arktis klimathistoria	12	Malmgeologisymposium	16
		Notiser	16

## REDAKTIONELLT

Om en av dagens premiärministrar i Europa lär det ha sagts ungefär att "hans största tillgång är hans övertygelse om att allt är möjligt, och hans största svaghet är hans illusion om att allt är möjligt". Detta till synes paradoxala påstående leder till en stunds eftertanke.

Utan jämförelser i övrigt måste naturligtvis övertygelsen om det möjliga leda oss till att ta initiativ och mana oss till att satsa, och att göra det med öppna ögon.

Geologiska Föreningens satsning under året, dels på en förnyelse av *GFF* (nytt format och omslag, ny typografi och layout, modern desktop-teknik, etc.), dels på information till medlemmarna och allmänheten genom utgivningen av *Geologiskt forum*, ser ut att leda till en eftersträvad förnyelse och aktivering av föreningen.

Man kan redan nu slå fast att satsningen har varit framgångsrik på flera sätt. Föreningen har hittills i år fått betydligt många fler nya medlemmar än vad som varit fallet under åtminstone det senaste decenniet. Antalet prenumeranter på *Geologiskt forum* är stadigt växande, och i en jämn takt. Utöver privatpersoner har vi bland prenumeranterna läns-, folk- och institutionsbibliotek, amatörgeologiska föreningar och företag.

Satsningen har också gett eko i dagspressen. Ett exempel är vetenskapssidan i Svenska Dagbladet den 14/10 med en stort uppslagen artikel av Harry Bökstedt rubricerad "Vulkangaser 'miljöbovar'". Som framgår av artikeln hade Bökstedt inspirerats till att skriva den efter att i *Geologiskt forum* nr 3 ha läst Sven Laufelds artikel om svältkatastrofen i Sverige 1694. I SvD-artikeln hänvisas även till Laufelds artikel om Lakagígars utbrott som publiceras i det *GFF*-häfte som utkommer samtidigt med detta nummer. Det är god PR för såväl GF som för *Geologiskt forum* och *GFF*.

Björn Sundquist

### Omslagsbilden

Problemet med vittringsskador på natursten i byggnader och monument berörs i en artikel av Anders G. Nord i detta nummer. Vid Institutionen för konservering vid Riksantikvarieämbetet i Stockholm arbetar bl.a. geologer, kemister och stenkonserveratorer med att kartlägga och undersöka skadorna. Dessa studier utmynnar i förslag till åtgärder för hur de konstaterade vittringsskadorna skall kunna avhjälpas, och hur vittringen i t.ex. Stockholms innerstad skall kunna minska i omfattning i framtiden. Bilden visar ett exempel på allvarliga skador på gotländsk sandsten i en portal på Stockholms slott. Foto Harald Sundlin, RAÄ.

*Geologiskt forum* avser att utgöra länken mellan de vetenskapligt och yrkesmässigt verksamma geologerna och alla de personer som har geologiska intressen av något slag.

Tidskriften publicerar populärvetenskapliga artiklar inom hela det geologiska fältet, informerar om aktiviteter i Geologiska Föreningen och om andra geologiska föreningars möten, exkursioner, publikationer mm, samt sprider kunskap om litteratur, händelser och personer med geologisk anknytning. Tidskriften är också ett forum för åsikter och debatt.

Δ

*Geologiskt forum* utges av Geologiska Föreningen, som bildades 1871 och är Sveriges riksförening för geologi. Tidningen utkommer kvartalsvis med fyra nummer per år och sänds utan kostnad till föreningens medlemmar (ang. medlemskap se häftets sista sida).

*Redaktör och ansvarig utgivare:*

Björn Sundquist

*Adress:*

GF:s red., SGU, Box 670, 751 28 Uppsala

Tel.: 018 179276 Fax: 018 516767

Δ

*Prenumeration beställs hos:*

Swedish Science Press, Box 118, 751 04 Uppsala

Tel.: 018 365566 Fax: 018 365277

Postgiro 489 78 50-6, bankgiro 914-4601

Prenumerationspris 80 kr/år.

ISSN 1104-4721

Δ

*Geologiskt forum* sammanställs på en Macintosh-dator med hjälp av Microsoft Word® och Aldus PageMaker®. Den överförs på film och trycks av T.K. i Uppsala AB i en basupplaga på 600 ex. och distribueras av Swedish Science Press, Uppsala.

Δ

Annonser mottages gärna, i form av foto-original eller datafil. De sänds till redaktörens adress ovan. Format och priser:

helsida 154×210 mm	2000 kr
halvsida 74×210 el. 154×102 mm	1200 kr
kvartssida 74×102 el. 154×48 mm	700 kr

# 'Svenska' mineral i grundämneshistorien

JÖRGEN LANGHOF

Sverige och svenskarna är världsmästare i att upptäcka grundämnen. Av de naturligt förekommande 92 grundämnena har 22 stycken, dvs. nästan en fjärdedel, upptäckts av svenska vetenskapsmän. Det skedde mellan åren 1735 och 1879.

Sverige har stolta traditioner inom bergsbruket. Sala silvergruva och Falu koppargruva t.ex. gav under 1500–1600-talen Sverige enorma inkomster. Kunskapen om malm kom främst från Tyskland, som då var ledande inom gruvnäringen i Europa. Sverige kom under 1600–1700-talen att få duktiga proberare och kemister, vilka kontrollerade produkter framställda vid gruvor och bruk. Detta kom inte minst till synes när nya grundämnen började upptäckas i Sverige under 1700-talet. Svenska kemisters anseende internationellt växte under andra hälften av 1700-talet, vilket blev grunden till den storhetstid som inföll under 1800-talets första hälft, då Berzelius var aktiv.

Nedan följer en kortare presentation av några av de grundämnen som svenskar upptäckt. Här skall genast sägas att uppgifterna i litteraturen om vem som upptäckt ett grundämne och när det skedde varierar. Det beror dels på hur man definierar begreppet "upptäckt", om det är när grundämnet för första gången iaktogs i form av oxid eller i ren form, dels på svårigheten att fastställa vem som var först i de fall då flera forskare nästan samtidigt kunde konstatera förekomsten av ett nytt ämne.

## Viktig legeringsmetall

Kemisten, metallurgen, mineralogen m.m. Axel Fredrik Cronstedt (1722–1765) upptäckte 1751 att malmen kupfernickel innehöll en okänd metall som han gav namnet nickel. Kupfernickel var en för tyska bergsmän välbekant, bronsfärgad malm som uppträdde i silvergruvorna i Erzgebirge. Namnet betyder *falsk koppar* och namnet nickel var, liksom kobold, benämningen på illasinnade gruvväsen som gjorde allt för att störa gruvdriften. Nickel lär dessutom vara ett gammalt tyskt skällsord som betyder hora. Kupfernickeln var trots allt en produkt som kunde användas för att färga glas grönt. Långt innan metallen var känd i Europa använde kineserna ett material som kallades

packfong eller paktong, vilket var en legering där bl.a. nickel ingick. Cronstedts upptäckt väckte uppmärksamhet i både Sverige och utomlands, och de flesta accepterade hans bevis. Undantag fanns dock, men Torbern Bergman kunde 1775 redovisa kemiska försök där resultatet blev en nästan ren nickelprodukt. Det visade sig att Cronstedts prov var förorenat av lite järn, kobolt och arsenik. Varifrån kom nu Cronstedts kupfernickel? Den hade hittats i Los koboltgruvor i västra Hälsingland, där kobolt för färgframställning började tas tillvara efter upptäckten 1736. Gruvorna var redan under slutet av 1600-talet upptagna på en mindre kopparmalm. Kupfernickel eller som det numera heter nickelin, NiAs, förekommer här som sällsynthet tillsammans med bl.a. chalkopyrit (kopparkis), cobaltit (koboltglans-huvudmalmmineral), bismuthinit (vismutglans), hematit, uraninit.

Cronstedts kanske viktigaste bidrag till naturvetenskapen var dock hans banbrytande lärobok i mineralogi, som var ett försök till ett kemiskt klassifikationssystem. Den utkom anonymt 1758 och översattes till många språk. Den var en vändpunkt för mineralogin som därefter fick en tydligare naturvetenskaplig grund. Han skiljde på bergarter och mineral och utslöt tidigare medtagna försteningar av djur och växter, dvs. fossil. Han blev, som den kände mineralogen A.G. Werner uttryckte det, mineralogins reformator.

## Bispsberg i Dalarna

En plats längre söderut, Bispsberg, strax öster om Säter i Dalarna, är inte bara en vacker utsiktsplats och klätterklippa. Själva klacken, dvs. toppen, intar även en historiskt viktig position i grundämnenas spännande historia. Berget som till stor del består av en rödaktig, medelkornig, porfyrisk granit är nära 315 m högt och utgör ett riktmärke när man åker norrut mot Borlänge längs väg 70. Cronstedt, som bodde söder om Bispsberg i Nisshyttan, påträffade omkring 1750 i en



kopparskärpning på berget en vit tung sten "ferrum calciforma terra quadum incognita mixtum", som han införde i sitt mineralsystem under järnstenar. 1781 kunde kemisten och apotekaren Carl Wilhelm Scheele (1742–1786) redogöra för en ny metall i dess oxidform (volframsyra). Han begagnade sig då av Cronstedts tungsten, dock en som var påträffad i Bispbergs järngruva som ligger på Bispbergs sydvästra sluttning. Det har länge ansetts att Scheeles lokal var en felangivelse, men moderna fynd av scheelit,  $\text{CaWO}_4$ , som tungsten numera heter, i själva Bispbergs järngruva tyder på att Scheele mycket väl kan ha fått tag på materialet därifrån. Typlokalen för mineralet är dock någon av de många skärpningarna på östra kanten av platån nedanför Bispbergs klack, där Cronstedt för första gången påträffade mineralet. Ren volframmetall framställdes 1784 av de spanska bröderna D'Elhuyar ur mineralet volframit,  $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$ .

### *Vargfradga blev volfram*

Men varifrån kommer namnet volfram? Namnets ursprung är mycket intressant och gammalt. Vi måste bege oss tillbaka till medeltiden då de tyska bergsmännen i Sachsen och Böhmen bröt kassiterit,  $\text{SnO}_2$ , som tennmalm i de mineralrika greisenbildningarna i bl.a. Altenberg och Zinnwald. Eftersom kassiteriten och volframiten var svåra att skilja åt, hände det ofta att båda mineralen smältes i hyttorna. Processen skadades genom att volframet underlättade förslagningen av tennet, varvid det mesta tennet hamnade i slaggen. Bergsmännen kallade detta mineral *wolf* (varg), eftersom det åt upp tennet. Att det sedan blev Wolf(s)-Rahm (vargfradga) och Wolfs-Schaum är inte svårt att förstå, för slaggen bildade ett slags skum på ytan av smältan. I den berömda Agricolas *De natura fossilium*, från 1546, finns den latiniserade formen *Lupis Spuma*. En snarlik förklaring av namnet är att bergsmännen förväxlade volframiten med olika antimonmineral och antimon kallades av alkemisterna för "der Wolf der Metalle".

Mineralet molybdenit,  $\text{MoS}_2$  (molybdenglans) är ett blåmetalliskt, mjukt mineral som är ganska likt grafit, C. Detta faktum blev inte känt förrän i slutet av 1700-talet och fram till dess salufördes båda under namnet molybdän eller molybdenum. 1781 kunde Scheele visa att grafit och molybdenmineralet var två olika substanser. Han framställde oxiden av metallen och överlät sedan reduktionsförsöken till sin vän Peter Jakob Hjelm (1746–1813) i Stockholm, som samma

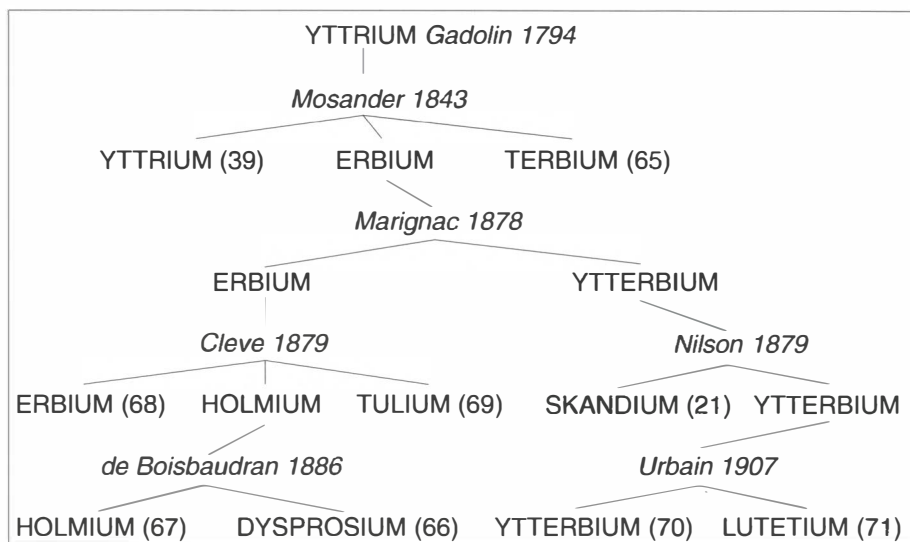
år lyckades reducera fram metallen efter Scheeles förslag på reduktionsmedel. Molybdenit, eller som den då också benämndes blyerts, beskrevs 1754 från Bispbergs klack. Det är dock något oklart om Scheele erhöill sin första molybdenit just från denna lokal. Det finns indicier som tyder på att dansken Andreas Hofgaard (1748–1811), som 1776 besökte Scheele, under sin resa i Sverige skall ha plockat med sig mineralet från Bispbergs klack till Scheele. Granitens molybdenitinhåll blev under andra världskriget så betydelsefull att en gruva anlades på platån strax intill fyndplatsen för scheelit och molybdenit.

### *Sällsynta jordartsmetaller*

Historien med de sällsynta jordartsmetallerna började för mer än 200 år sedan. År 1787 hade den mineralintresserade löjtnanten C.A. Arrhenius, påträffat en tung svart sten vid Ytterby fältspatgruva som han inte kände igen. Han överlämnade en bit av mineralet till sin vän bergmästaren Bengt Reinhold Geijer som var direktör vid Rörstrands porslinsfabrik. Geijer sände ett brev till tysken Lorentz Crell i vilket han beskriver det nya mineralet. Han skriver bl.a. att "Er gleicht dem Asphalt oder der Steinkohle" (det liknar asfalt eller stenkol), och avslutar brevet med frågan "Sollte hierinn vielleicht Schwerstein oder Wolfram vorhanden seyn?" (Kan häri kanske finnas tungsten eller volfram?). Crell tyckte antagligen att det var intressant och lät publicera brevet i sin tidskrift *L. Crells Chemische Annalen* samma år. Det var alltså första gången som gadoliniten, som den år 1800 kom att döpas till av tysken Klaproth, omtalades. Det okända grundämnetes rätta natur avslöjades 1794 av finlands-svensken Johan Gadolin (1760–1852).

De för Ytterbypegmatiten mest karaktäristiska mineralen är gadolinit (ett järn–beryllium–yttrium-silikat), yttrotantalit (huvudsakligen en yttrium–tantal-oxid) och fergusonit (huvudsakligen en yttrium–niob-oxid). Dessa mineral var anrikade i pegmatitens övre 25 m, därunder avtog deras förekomst. Gruvans djup var vid nedläggningen 1933 omkring 165 m, och hade varit i drift i minst 177 år, en lång livslängd för en kvarts-fältspatgruva. Mineralen uppträder för det mesta som kristaller eller klumpar mellan stora biotittavlor, och i mellanrummen har sedan fältspat kristalliserat. Gadoliniten är kolsvart och har ett beckliknande utseende. Fyndet av gadolinit i Ytterby blev ett startskott för upptäckterna av dessa s.k. sällsynta jordartsmetaller, som egentligen inte är

Med utgångspunkt från yttrium (ytterjorden) i gadoliniten upptäcktes många av de sällsynta jordartsmetallerna.



sällsynta men av någon anledning fått behålla detta namn. Ytterby blev en oundgänglig källa för inte bara fältspat till vardagliga ting, såsom porslinsallrikar, utan även för gadolinit till kemister och mineraloger.

1843 kunde Carl Gustav Mosander (1797–1858) visa att gadoliniten innehöll ytterligare nya element. Han var mycket noggrann och hade under många år undersökt gadoliniten och dess yttriuminnehåll. Han lyckades dela upp ytterjorden, som den då kallades, i tre komponenter, yttrium, erbium och terbium.

Under de nästkommande 64 åren kunde sedan ytterligare sex grundämnen bland de sällsynta jordartsmetallerna påvisas. Bland dessa kom ett par svenskar att spela en stor roll. Det intressanta i sammanhanget är att råmaterialet till många av undersökningarna, även de som gjordes i Europa av andra forskare, härstammade från Ytterby och den där funna gadoliniten.

### *En annan tung sten*

Cronstedt hade samtidigt med fyndet av den vita tungstenen från Bispsberg också påträffat en tung sten i S:t Göransgruvan i Nya Bastnäs, nära Riddarhyttan i Västmanland. Stenen var rödaktig med insprängda vismutmineral. Mineraliet gick under namnet Bastnäs tungsten, och 1782 sände Wilhelm Hisinger (1766–1852) en bit till Scheele för analys. Denne kunde visa att stenen ej innehöll någon tungsten (volfram), utan endast kisel, aluminium och något järn. I och med Gadolins upptäckt av yttrium i Ytterby-gadoliniten, funderade Hisinger på om inte tungstenen från Bastnäs också kunde innehålla det nya grundämnet. Våren

1803 befann sig den då endast 24-årige Jacob Berzelius (1779–1848) på besök på Skinnskattebergs herrgård, där Hisinger hade eget laboratorium och en omfattande mineralsamling. De gjorde preliminära undersökningar på gadolinitens och tungstenens sammansättning, och kom fram till att de skiljde sig åt. Vintern 1803–04 fortsatte de undersökningarna, enskilt och gemensamt. Bastnäs tungsten innehöll ett nytt element, det var de övertygade om. Arbetsnamnet – att döma av Berzelius efterlämnade anteckningar – var bastium, efter fyndorten. Namnet ändrades dock till cerium efter planeten Ceres som upptäckts 1801. Mineraliet fick namnet cerit, ett komplext cerium–lantano–kalcium–järn–magnesium–silikat. Det visade sig dock att den tyske kemisten Martin Heinrich Klaproth (1743–1817) undersökt identiskt material från samma lokal och givit grundämnet namnet *terre ochroite*. Vilket namn skulle få prioritet? Efter många brev och mycket diskuterande, där bl.a. fransmannen L.N. Vauquelin och tysken A.F. Gehlen var nyckelpersoner, fick Hisingers och Berzelius namn prioritet.

Det skulle visa sig att mineraliseringen med cerit, samt en rad andra sällsyntare ceriummineral, var ganska stor och kunde brytas i ekonomiskt syfte. På de gamla varphögarna i Nya Bastnäs är det fortfarande möjligt att insamla det intressanta mineraliet cerit.

### *Petaliten från Utö*

Berzelius intog en central roll inom kemin under nästan hela första hälften av 1800-talet. Hans laboratorium i Stockholm blev en viktig samlingsplats och

# C E R I U M,

en ny Metall,

funnen i

*Bastnäs Tungsten från Riddarhyttan i Westmanland.*

af

W. HISINGER och J. J. BERZELIUS.



STOCKHOLM,

Tryckt hos HENRIK A. NORDSTRÖM, 1804.

*Titelbladet på den 24-sidiga skrift som Hisinger på egen bekostnad lät trycka i 50 exemplar i maj 1804, för att spridas bland de vetenskapliga vännerna. Detta exemplar, som var Hisingers eget, finns nu på Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm.*

utgångspunkt för många unga talanger som ville lära sig kemins och framförallt experimenterandets grunder. Det var en av Berzelius många svenska elever, Johan August Arfvedson (1792–1841), som upptäckte grundämnet litium i ett mineral från pegmatitgångarna på Utö i Stockholms skärgård. Utö hade alltsedan José Bonifacio d'Andrada e Silvas (1763–1838) beskrivning av bl.a. de nya mineralen spodumen och petalit (1800), varit ett intressant och naturskönt utflyktsmål för mineraloger och kemister. 1818 upptäckte Arfvedson en ny okänd alkalimetall i mineralet petalit (ett litium–aluminium-silikat). Brasilianaren Andrada hade analyserat mineralet, men inte upptäckt det nya grundämnet. Berzelius nära vän Carl Palmstedt har i versform skildrat händelsen, som utspelades på Berzelius laboratorium. Härur kan bl.a. följande citeras:

Hör! nya segerrop från Arbetsrummet skalla  
där man i burkars rymd Fossilt delat ser  
Med Mästarns silfverton Berzelius hörs oss kalla  
Wi nalkas, lyssna, se och undra mer och mer.

En värdig Mästersvän, i detta ädla yrke  
Vår Arfvedson har nyss, på denna lyckans dag,  
Ledd af den store Man hwars ljusa blick wi dyrke,  
I Petalitens mærg sett ett alkaliskt drag  
Förwånade, wi blott beskåda  
den upptäckt som han oss will båda.

vidare;

Nu träder alkalit uti en renad massa  
För forskarens öga fram och den uplysning winns  
Att sedan länge nog man fått på Filtrum passa  
I Petalitens sand ett skönt alkali fins  
Och Lythyon skall det heta  
hwarföre? bör den Lärde weta.

Man ser Berzelius vakande öga och får nog säga att han ligger mycket bakom upptäckten av litium, vars namn kan härledas till grekiskans ord för sten, *lithos*. De två andra alkalimetallerna kalium och natrium härstammade från växtriket, medan litiumet var funnet i mineralriket.

Granitpegmatitgångarna på Utö, som är världens först upptäckta litiumpegmatiter, innehåller en mängd mineral, både vanligare och ovanligare. Pegmatiter med denna speciella mineralogiska sammansättning klassificeras numera som av LCT-typ, dvs. deras karaktärsdrag baseras på grundämnena litium, cesium och tantal. Den andra gruppen, kallad NYF-typ, niob, yttrium och fluor, har Ytterby som typlokal. Dessa två nationellt och internationellt välkända pegmatitlokaler, har således betytt mycket för grundämneshforskningen. Ett intressant och spännande faktum är också att pegmatiterna fortfarande ruvar på oupptäckta mineralogiska hemligheter.

## Gudinnan Vanadis

Nils Gabriel Sefström (1787–1845) var en annan av Berzelius många duktiga elever. Han hade läst medicin men övergick till kemin, och blev sedermera lärare vid bergsskolan i Falun. 1831 upptäckte han ett nytt grundämne i järnmalmen från Tabergs gruva i Småland, strax sydväst om Jönköping. Han gav det namnet vanadium efter den fornnordiska gudinnan Vanadis. Berzelius berättar följande anekdot i ett brev till sin tidigare elev Friedrich Wöhler (1800–1882):

*"Långt uppe i norr bodde för länge sedan den vackra och kärleksfulla gudinnan Vanadis. En dag knackade det på hennes dörr. Gudinnan satt stilla kvar och tänkte: låt honom knacka en gång till; men det blev inga fler knackningar, och den som knackat gick ned för trapporna. Gudinnan var nyfiken och ville se vem det var som var så föga angelägen att bli insläppt, så hon sprang till fönstret för att se efter vem som gick iväg. Ack! sa hon till sig själv, det är den där Wöhler. Tja, det var rätt åt honom; hade han bara varit lite mer enträgen hade han blivit insläppt. Han tittar inte ens upp mot fönstret när han går förbi..."*

*Efter några dagar knackade det på dörren igen; men den här gången fortsatte knackningarna. Till slut gick gudinnan fram och öppnade dörren. Sefström steg in, och efter denna förening föddes vanadium."*

Bakgrunden var den att Wöhler tidigare undersökt ett

Mellan åren 1735 och 1879 upptäckte svenska vetenskapsmän inte mindre än 22 grundämnen.

År	Grundämne	Upptäckare	Ursprungligt material
1735	kobolt, Co	Georg Brandt	cobaltit el. linneit från Ridдарhyttan
1751	nickel, Ni	Axel Fredrik Cronstedt	nickelin från Los gruvor
1771	fluor, F	Carl Wilhelm Scheele	fluorit från Garpenbergs gruvor
1772	syre, O	Carl Wilhelm Scheele	-
1774	klor, Cl	Carl Wilhelm Scheele	-
1774	mangan, Mn	Johan Gottlieb Gahn	pyrolusit från okänd plats
1778	molybden, Mo	Johan Gottlieb Gahn	molybdenit från Bispberg
1781	volfram, W	Johan Gottlieb Gahn	scheelit från Bispberg
1794	yttrium, Y	Johan Gadolin	gadolinit från Ytterby
1802	tantal, Ta	Anders Gustaf Ekeberg	yttrotantalit från Ytterby och tantalit från Kimito
1803	cerium, Ce	Jöns Jacob Berzelius, Wilhelm Hisinger och Martin Heinrich Klaproth	cerit från Bastnäs
1817	selen, Se	Jöns Jacob Berzelius	selenhaltiga sulfosalter från Falu gruva
1817	litium, Li	Johan August Arfvedson	petalit från Utö gruvor
1828	kisel, Si	Jöns Jacob Berzelius	kvarts från okänd plats
1829	torium, Th	Jöns Jacob Berzelius	thorit från Brevik
1830	vanadin, V	Nils Gabriel Sefström	järn-titan-oxider från Taberg
1839	lantani, La	Carl Gustaf Mosander	cerit från Bastnäs
1843	erbio, Er	Carl Gustaf Mosander	gadolinit från Ytterby
1843	terbium, Tb	Carl Gustaf Mosander	gadolinit från Ytterby
1879	skandium, Sc	Lars Fredrik Nilson	gadolinit från Ytterby
1879	holmium, Ho	Per Theodor Cleve	gadolinit från Ytterby
1879	tulium, Tm	Per Theodor Cleve	gadolinit från Ytterby

mineral från Mexiko (vanadinit, ett bly-klor-vanadat), som varit bekant för sitt innehåll av erythronium. Detta element hade upptäckts 1801 av mineralogen Andres Manuel del Rio. Berzelius tröstade dock Wöhler för att han misslyckades med att upptäcka vanadium i det mexikanska mineralet. Han menade att det krävs mer genialitet för att syntetisera urea, än för att upptäcka tio nya grundämnen. Wöhler var nämligen den förste som lyckades framställa ett organiskt ämne (urinämne) med oorganiska salter som utgångsprodukt.

Berzelius anekdot är ett bevis på hans beundransvärda förmåga att förhindra avundsjuka och förödande konkurrens mellan sina elever. Han månade om ett inspirerande och glatt forskningsklimat och om sina elever, både gamla och nya.

### 'Misslyckandena'

Det finns mycket att läsa om grundämnenas upptäckt och bakgrundshistoria. Många vetenskapsmän har ägnat mycket tid åt att analysera mineral och okända substanser i jakt på nya grundämnen. Det finns en uppsjö av namn som sedan länge fallit i glömska, svecium, wasium, illinium, masurium, berzelium, mosandrium, norwegium, m.fl., tillräckligt många för att periodiska systemet skulle kunna vara minst dub-

belt så stort. Litteraturen behandlar dock dessa misslyckanden styvmoderligt, men det vore onekligen en intressant läsning ur vetenskapshistorisk synvinkel.

*"Icke blott Tantali dotter Niobe utan äfven hans son Pelops trodde man sig hafva funnit. Ja, själfva Diana blefför en kort tid lefvande igen."* (Ur P. Klason: C.W. Blomstrand, KVA Lefvnadsteckningar, Bd 4 Nr 80.)

### Litteratur i urval

- Lindqvist, B., 1989: Stockholms skärgård i periodiska systemet. Ingår i: *Naturen berättar*, 89–92. Naturhistoriska riksmuseet, Stockholm.
- Lindroth, G.T., 1945: Platsen för de första fynden av scheelit och molybdenglans. *Blad för Bergshandlingens vänner* 27, 247–257.
- Lindroth, S., 1978: *Svensk lärdomshistoria. 3. Frihetstiden*. 749 sid. Norstedts, Stockholm.
- Lundgren, A., 1985: Bergshandtering och kemi i Sverige under 1700-talet. *Med hammare och fackla* 29, 89–124.
- Odelberg, W., 1979: "Svenska" grundämnena. *Forskning och Framsteg* 79/6, 9–12.
- Olsson, H., 1971: *Kemiens historia i Sverige intill år 1800*. Lychnos-Bibliotek 17:4. 384 sid. Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- Rancke-Madsen, E., 1984: *Grundstoffernes Opdagelseshistorie*. 138 sid. G.E.C. Gads Forlag, København.
- Trifonov, D.N. & Trifonov, V.D., 1982: *Chemical Elements. How they were discovered*. 264 sid. MIR Publishers, Moskva.
- Trofäst, J., 1992: *Vandring genom en boksamling*. 107 sid. Astra Draco AB, Lund.
- Weeks, M.E., 1934: *The discovery of the elements*. 2:a upplagan. 355 sid. Mack Printing Co., Easton.

*Jörgen Langhof är intendent vid Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm.*



## Rabaul-calderan 1994

SVEN LAUFELD

Måndagen den 19 september inträffade årets viktigaste geologiska händelse. Redan på söndagen förstod staden Rabaulsinvånare i Papua Nya Guinea att området åter skulle drabbas av ett svårartat vulkanutbrott, då staden vid havsviken skakades av kraftiga jordskalv. När utbrottet startade hade stadens 57.000 invånare evakuerats ett gott stycke från vulkanens närhet. Efter ytterligare några timmar reste sig en 25 km hög, lutande pelare av vulkanstoft mot himlen. Vindriktningen från 'tvillingvulkanerna' Tavurvur och Vulcan låg vid då rådande monsun rakt mot staden, och Rabauls flygplats täcktes snabbt av 1–2 m vulkanaska. I den delen av världen räcker det med 40 cm vulkanaska för att knäcka hustaken. En fjärdedel av stadens byggnader totalförstördes och de materiella skadorna uppgår till mer än 750 milj. kr. Bara två eller tre människor omkom.

Dessvärre dödades oerhörda mängder djur vid utbrottet. Eftersom jag ägnar viss tid åt djur som förvarnare av förestående vulkanutbrott har jag särskilt stor anledning att beklaga den saken. Storfotshönsen finns nu inte längre på Tavurvurs och Vulcans sluttningar. Dessa säregnafåglar lägger oftast sina ägg i en stack av multnande växtdelar, vilken byggs av fåglarna själva. I Indonesien, Filippinerna, Papua Nya Guinea och Oceanien utnyttjar storfotshönsen också de aktiva vulkanernas värme genom att lägga sina ägg på vulkansluttningarna, ibland t.o.m. i kratrarna om temperaturen är lämplig. Då och då dödas fåglarna av koldioxid i svackor och hålrum på vulkanen, men oftare dör – av samma orsak – de människor som där är på jakt efter deras ägg.

Att detta utbrott är årets geologiska händelse beror på det faktum att de båda 'tvillingvulkanerna' är belägna i världens

kanske farligaste caldera. Utöver Tavurvur och Vulcan bildar ytterligare fem aktiva vulkaner söder om staden Rabaul en ring på den nordöstligaste delen av ön New Britain. De omsluter en stor havsvik med ytterligare vulkaner. Förut har Rabaul-calderan blott haft ett tiotal utbrott under historisk tid. Utbrotten är häftiga. Området är så farligt att man förutom ett vulkanobservatorium byggt ett nätverk av tio mätstationsstationer för jordskalv. Sådana varnar oftast med kort tidsmarginal för ett utbrott. Vi kan förvänta oss ett nytt calderabildande utbrott i området. Idag kan vi inte förutsäga vilken månad eller ens vilket år det utbrottet kommer att inträffa. Sannolikt är att det blir större än Krakatau-utbrottet 1883, vars globala klimatpåverkan varade i tre år och vars övriga ekologiska verkningar sträckte sig ett decennium framåt. Den här gången bildades inte någon ny caldera innanför den tidigare, men varningarna från Rabauls Vulkanologiska Observatorium blev mycket värdefulla. Det var ingen tillfällighet att staden Rabaul kunde evakueras blixtnabbt.

Med Rabauls utbrott har åtta av de tio vulkaner som ligger högst på FN:s lista över världens farligaste vulkaner haft utbrott före 1995, dessbättre utan några svårare konsekvenser. Vesuvius och Flegreiska fälten finns emellertid överst på FN-listan. Man kan förmoda att smällen vid Neapelbukten bryskt kommer att väcka alla nu sovande europeer till insikt om vulkanernas väldiga miljömässiga och därmed också ekonomiska betydelse. Den napolitanska vulkansmällen och en likaså förestående på Island kommer förvisso också att åstadkomma en vindkantring i den svenska miljödebatten. För geologer och geofysiker kan de närmsta åren bli betydelsefulla.

*Sven Laufeld är docent i historisk geologi och paleontologi vid Lunds universitet.*

## NY GEOLOGISK LITTERATUR

**Öländsk natur.** Dagmar Lundegård, Per H. Lundegårdh & Roland Johansson. 1994. 144 s. AB Bergsrådet Lundegårdh. ISBN 91-970853-3-2.

"Boken har skrivits för dem som strövar på ön och för dem som hemma vill läsa om Öland. Den ger gammal kunskap blandad med ny till en som vi hoppas fyllig brygd.

Vi börjar djupt under marken och långt tillbaka i tiden. Urberget formas, urberget vittrar, Blå Jungfrun reser sig till en jättelik gravsten över den berggrund som en gång var, en berggrund utplanad till ett flackland där hav väller in, där stenar och grus, sand och mo, lera och kalkslam lägger sig ovanpå, där rester av djur hopas och blir till fossil. Vi läser om den första väldiga miljökatastrofen, som började för 530 milj. år tillbaka och varade i många miljoner år.

Så tar vi ett jättekiv framåt till bara 70 000 år före vår egen tid, då Sverige begravs i den svällande inlandsisen och smälter fram ur den mellan 13 500 och 8 500 år tillbaka.

Isens lämningar täcks av örterna och träden. Vi följer vegetationens utveckling från pionjärerna utanför den vikande iskanten och fram till dagens prunkande ängar. Från västvärlden förflyttar vi oss till de mest fångslande bland Ölands djur, fåglarna." (Från baksidestext.)

**Berg och jord.** Temared.: Curt Fredén. 1994. 208 s. Sveriges Nationalatlas. SNA, Stockholm/Bokförlaget Bra Böcker, Höganäs. ISBN 91-87760-27-4.

"Boken speglar Sveriges geologiska förhållanden och utveckling – från de äldsta bergarterna som bildades för ca tre miljarder år sedan, fram till de yngsta avlagringarna som fortfarande nybildas. I mer än 160 kartor visas vårt lands berggrund, gruvor, landformer, jordarter, grundvattentillgångar, geofysiska och geokemiska förhållanden, och mycket mer." (Från omslagstext.) I *Geologiskt forum* 5 kommer en mer utförlig anmälan av boken.



# Vittring av natursten i kulturbyggnader

ANDERS G. NORD

På kulturhistoriskt värdefulla byggnader kan man ofta se hur stenfaser och andra utsmyckningar har skadats på olika sätt. Vad beror detta på? Vad är det för skador och vilka bergarter är mest utsatta? Och kan man göra något åt det?

Redan under järnåldern märkte man att järmföremål kunde förstöras av rost. Sten har däremot länge betraktats som ett mycket stabilt material. I vårt land finns många kulturhistoriskt värdefulla byggnader eller föremål av natursten. Bland dessa kan nämnas hållristningar, runstenar, statyer, kyrkor, slott och andra kulturhistoriska byggnader. Dessa har under århundradenas lopp fått olika skador såsom missfärgningar, sprickor, avflagningar, saltutfällningar m.m. Den allmänna uppfattningen i flertalet länder är emellertid, att sönderfallet accelererat under de senaste decennierna. Man kan konstatera, att de egyptiska pyramiderna utanför Kairo klarat sig bra i tusentals år, men nu uppvisar allvarliga vittringsskador. Det är inte ovanligt, att stensulpturer i Gamla Stan i Stockholm tappat hakan, inte av förvåning utan på grund av luftföroreningar. Denna artikel skall försöka redovisa orsakerna till olika skador på svensk natursten, samt beskriva några typiska skador. Den skall även kortfattat exemplifiera vad man kan göra åt problemen, som erbjuder ett nytt intressant arbetsfält för såväl geologer som kemister.

## Varför vittrar sten?

Det finns många orsaker till att sten vittrar. Eftersom skadorna har accelererat sedan 1950-talet, utgör naturligtvis luftföroreningarna en betydelsefull skadefaktor. Till dessa antropogena, dvs. av människor orsakade, faktorer kan vi också föravvägsaltning, markvibrationer orsakade av sprängningsarbeten och biltrafik, byggnadstekniska fel, och naturligtvis dåligt underhåll, skadegörelse, krig.

Väder och vind är viktiga faktorer vid nedbrytning av sten. Huvudsakligen uppstår härigenom 'fysikalisk vittring' genom frostsprängning, fuktvandring, temperaturväxlingar, kraftiga vindar, slagregn etc. Regnvatten innehåller många lösta ämnen, t.ex. koldioxid, och kan lösa upp kalcit, eller långsamt omvandla glim-

mer och fältspat till lermineral ('kemisk vittring').

Salter orsakar både kemiska skador (korrosion) och fysikaliska skador (saltsprängning). Vid upptag av vatten ökar molvolymen kraftigt. Då vattenfri natriumsulfat, thenardit, omvandlas till dekahydratet mirabilit ökar volymen med så mycket som 415%! Detta kan jämföras med blygsamma 9% volymsökning, då vatten fryser till is. Salterna kan bildas av luftföroreningar, olämpliga renoveringskemikalier, vägsalt, marint salt, grundvatten, eller lättvittrade mineral i själva stenen.

Slutligen har vi 'biologisk vittring'. Denna kan orsakas av mikroorganismer såsom bakterier, svampar, lavar, alger, mossor. Organismernas tillväxt ger upphov till småsprickor och kemisk påverkan. En lavbevuxen yta kan i och för sig förhöja synintrycket av en vackert åldrad stenbyggnad, men många lavar avsondrar organiska syror, t. ex. oxalsyra, som lätt reagerar med ett kalkhaltigt stenunderlag och orsakar allvarlig vittring. De flesta lavar hålls emellertid i schack av luftföroreningar. I detta fall kan man således tala om ett exempel på talesättet att det inte finns något ont, som inte för något gott med sig. Men det finns faktiskt en del lavar som är önskvärda, då de anses ha en skyddande effekt på underliggande sten.

I detta sammanhang får man inte glömma bort den skadliga inverkan som avföring från däggdjur och fåglar har. Hundar, duvor och måsar är orsak till vittring av kalkhaltig natursten. Urinsyran och hippursyran i deras avföring reagerar med kalcit under bildning av organiska kalciumsalter. På sydligare breddgrader kan även insekter och högre stående växter orsaka småsprickor och andra skador på stenbyggnader.

## Föroreningar i luften

Inte ens under stenåldern var luften fri från föroreningar. De kom från vulkanutbrott, skogsbränder, marina salter, biologiska förruttnelseprocesser m.m. Med tilltagande urbanisering och industrialisering har

naturligtvis luftföroreningarna ökat lavinartat. Redan den gamle Horatius klagade över besvärande mycket sot och rök i dåtidens Rom, och beskrev hur hans ögon började rinna när han återvände till huvudstaden efter en tids vistelse i sin sommarvilla. I England har luftföroreningsproblem dokumenterats sedan 1200-talet. Man observerade tidigt hur eldning med ved och stenkolk medförde dålig luft och oestetiska svarta beläggningar på kyrkor och andra byggnader. Nutidens instrumentella metoder ger naturligtvis helt andra möjligheter för analys av luftföroreningar och stenvittringsprodukter.

Vår tids storstadsluft innehåller åtskilliga oönskade luftföroreningar. Av dessa är många farliga för hälsan, t.ex. koloxid, organiska lösningsmedel och blyföreningar, men vi skall här koncentrera oss på sådana som medverkar till nedbrytning av sten. Bland dessa är svaveldioxid/svaveltrioxid/svavelsyra aggressivast, medan kväveoxider, ozon, samt partiklar av sot, asfalt, bildäcks gummi, tungmetaller m.m. bidrar i mindre utsträckning till kemisk vittring. Situationen i centrala Stockholm var som värst under 1960-talet, med svaveldioxidhalter omkring 200 mikrogram per kubikmeter (idag ca  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Alla dessa ämnen, adsorberade från luften (torrdeposition) eller från s.k. surt regn (våtdeposition), orsakar kemisk nedbrytning eller nedsmutsning av stenmaterialet.

### Skadebilder

Det är ofta svårt att utifrån en observerad skada med säkerhet bedöma skadeorsakerna. Sten är ett heterogent material, med skiftande kemisk och mineralogisk sammansättning och med varierande grad av sprickor och porer. Ibland samverkar flera faktorer synergetiskt, så att exempelvis två var för sig måttligt aggressiva ämnen tillsammans ger en mångdubbel effekt. I storstadscentra kan exempelvis svaveldioxid och kväveoxider ge en sådan synergetisk effekt vid nedbrytning av kalkhaltig sten. Fukt och salter är ett annat exempel på en synergetisk kombination.

En svensk bergart som vittrat ovanligt kraftigt är den gotländska sandstenen. Denna är lätt att bearbeta och har därför varit populär inom hela Östersjöområdet. Den är i huvudsak uppbyggd av mellan 10 och 100 mikrometer stora kvartskorn med spår av kalifältspat, pyrit, glaukonit, glimmer- och lermineral. Mineralkornen är hopkittade av kalcit, men lämnar många porer och hålrum i stenen. Regnvatten kan tränga djupt in p.g.a. kapillärkraften. Frostsprängning vintertid ger



*Exempel på sandning och exfoliering på ytan av kalkbunden gotländsk sandsten. Provtagning på Stockholms Slott. Foto Harald Sundlin, RAÄ.*

allvarliga skador. Surt regn och kvävedioxid/ozon reagerar med kalcit flera centimeter in i stenen under bildande av gips. Detta medför dålig hållfasthet, sprängverkan genom volymökning, och viss upplösning vid regn. Följden blir att stenytan pulvrigeras (sandning). Den grova stenytan mörkfärgas av sot, metallpartiklar och annan smuts, vilka också katalyserar den ovan nämnda gipsbildningen.

Organiska fettämnen kan bilda ett tätt hydrofobt ytskikt, som inneslänger kvarvarande fukt och medför att stenytan så småningom flagnar av (exfolierar), se bilden ovan. Även kalksten vittrar på liknande sätt. I södra Sverige ser man ibland millimetertjocka gipskrustor på stenytan. Den täta Brunflo-kalkstenen klarar sig därvidlag bättre än t.ex. kalksten från Yxhult, Kinnekulle, Öland eller Gotland.

Mineralvittring kan orsakas av att vissa mindre motståndskraftiga mineral vittrar ned, medan andra finns kvar. Vittringsformen är vanlig t.ex. på granit och orene kalk- och sandstenar. En polerad yta klarar sig i allmänhet bättre än en skrovlig yta. En långtgående mineralvittring kan övergå i s.k. gropvittring (se bilden på nästasida). Missfärgningar i olika kulörer uppträder ibland, oftast i form av sot, smuts och järn(III)utfällningar på sten innehållande järnmineral.

Saltutfällningar och orsakerna till att dessa bildas har redan berörts. De uppträder framför allt på porösa, fuktiga stenar. Sulfater är de vanligaste salterna, därnäst



Gropvittring, mörka missfärgningar och viss lavbeväxt på Höörsandsten, Lunds domkyrka. Foto Bengt A. Lundberg, RAÄ.

karbonater, klorider och nitrater. Andra typer av skador är sprickbildning och biologisk påväxt.

Generellt kan man säga, att kalkrika bergarter uppvisar flest vittringsskador. Kvartsbunden sandsten liksom vissa konststenar (tegel, cement, betong) intar en mellanposition, medan granit, gnejs, porfyr, diabas och diorit tycks vara relativt motståndskraftiga mot vittring. Dessa förhållanden kan med fördel studeras i Stockholms innerstad eller på en kyrkogård, där de lokala atmosfäriska och meteorologiska förhållandena är likartade. På gravstenarna kan man ju dessutom se, hur länge de varit utplacerade. Vid val av gravsten är således diorit eller diabas att föredra framför marmor eller kalksten.

### *Vad görs åt problemen?*

Forskning rörande stenvittring pågår, förutom här i landet, främst i Tyskland, Italien och Storbritannien. Undersökningarna omfattar analys av vittrad byggnadssten, fältförsök med olika stenmaterial, samt laboratorieexperiment. Resultaten redovisas i internationella facktidsskrifter, konferensrapporter och interna rapporter. Tyvärr kan vi i Sverige inte tillgodogöra oss alla internationella forskningsresultat, eftersom våra bergarter ofta uppvisar betydelsefulla avvikelser från de undersökta stensorterna. Många undersökningar pågår nu vid Riksantikvarieämbetet i Stockholm (RAÄ), i

samarbete med universitet och tekniska högskolor i Sverige.

Vad skall man göra, när en portalfigur i Gamla Stan håller på att förlora ansiktet, eller när Karolinska gravkorets fasad mot Centralbron i Stockholm håller på att vittrabort? De åtgärder som behöver vidtagas är många: inspektion och dokumentation av skadorna, provtagning och analys, samt omfattande renoveringsarbeten. De senare utförs av stenkonservatorer och omfattar rengöring och ibland avsaltning, eventuellt utbyte av skadad sten samt lagningar, kanske konsolidering med (vanligtvis) någon kiselsyraester. Man måste därefter fortlöpande utföra inspektioner och underhåll. Självfallet måste objektets kulturella och estetiska särart bevaras.

Skadeorsakerna utreds och reduceras när så är möjligt. Väder och vind kan man inte göra så mycket åt, men man kan kanske förhindra fuktskador genom att ordna med bättre taktäckning, avrinning och dränering. Vidare kan man utföra nödvändigt fastighetsunderhåll samt föreslå minskad biltrafik i området m.m. På så sätt kan kvalificerad geologisk forskning, kraftfulla miljöpolitiska åtgärder och relevanta underhålls- och restaureringsprogram samverka till att reducera stenvittringen till ett minimum och därigenom öka bevarandegraden för vårt lands värdefulla kulturarv.

### *Litteratur i urval*

- Fassina, V., 1988: Environmental pollution in relation to stonedecay. *Durability of Building Materials* 5, 317–358.
- Feilden, B.M., 1988: A short introduction to conservation of cultural property in Europe. *Durability of Building Materials* 5, 239–266.
- Lindborg, U., Gullman, J., Löfvendahl, R., Nord, A.G., m. fl., 1992: Air pollution and the Swedish heritage - program 1988–1991. *Konsveringstekniska Studier Vol. RIK-6*, 1–143. Riksantikvarieämbetet, Stockholm.
- Löfvendahl, R., Andersson, T., Åberg, G. & Lundberg, B.A., 1994: *Svensk byggnadssten och skadebilder*. 70 sidor. Riksantikvarieämbetet, Institutionen för konservering, Stockholm.
- Nord, A.G., 1992: Efflorescence salts on weathered building stone in Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 114, 423–429.
- Nord, A.G. & Tronner, K., 1991: Stone weathering - air pollution effects evidenced by chemical analysis. *Konsveringstekniska Studier Vol. RIK-4*, 1–80. Riksantikvarieämbetet, Stockholm.
- Nord, A.G., Svärdh, A. & Tronner, K., 1994: Air pollution levels reflected in deposits on building stone. *Atmospheric Environment* 28, 2615–2622.
- Snethlage, R., 1984: *Steinkonservierung - Arbeitsheft Nr. 23 des Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege*. 203 sidor. München.

*Anders G. Nord är docent i oorganisk kemi och avdelningsdirektör vid Riksantikvarieämbetets institution för konservering.*

# PONAM – internationell intensivsatsning på Arktis klimathistoria

CHRISTIAN HJORT

Det internationella PONAM-projektet har studerat glaciations- och klimatutvecklingen inom europeiska Arktis under de senaste ca 200 000 åren. Arbetsområdena har varit Östgrönland och Svalbard, med kringliggande havsområden.

Europeiska Arktis intar en nyckelställning ur klimatutvecklingssynpunkt. Det är här, i det djupa Framsundet mellan Grönland och Svalbard, som det stora värmeutbytet mellan Polarbassängen och sydligare hav äger rum. Det är också här, i Barents hav-området, som en av de arealmässigt största förändringarna i isutbredning i norr ägt rum mellan istider och interglacialer – från fullständig nedisning till nästan ingen is alls. Att veta hur utvecklingen varit häruppe, i tid och rum, är nödvändigt när man vill framställa en generell glaciations- och klimatutvecklingsbild för t.ex. den senaste istidscykelns lite mer än 100 000 år.

Under den senaste istiden (Weichsel) fanns det dessutom, periodvis eller konstant, betydande isfria områden uppe i norr, samtidigt som isen låg tusentals meter tjock långt ned på den europeiska kontinenten och i Nordamerika, ett mönster som i huvudsak berodde på nederbördens fördelning inom ett vidsträckt område med generellt sett mycket kallt klimat. Dessa refugier uppe i norr hade betydelse för bl.a. vegetationens, åtminstone den hårdiga pionjärvegetationens, återkomst efter istiden – detta kan sägas även om nyare statistiska analyser av växternas utbredning i Norden tagit mycket av udden från de mer storslagna övervintringsscenarier många forskare länge arbetade med.

Kunskap av det här slaget är inte minst viktig som historiskt perspektiv på den idag pågående utveckling man studerar inom det stora *Global Change*-projektet, där människan och hennes olika industriers roll contra geo-/biosfärens mer naturliga processer satts i centrum.

## PONAM-projektet

För att angripa detta problemkomplex startade de europeiska forskningsrådets samarbetsorganisation European Science Foundation (ESF) 1990 det s.k. PONAM-projektet (Polar North Atlantic Margins; late

Cenozoic evolution). Med ett hundratal deltagande forskare och studenter från Danmark, Norge, Storbritannien, Sverige och Tyskland (samt med flera islänningar inhyrda som vetenskapliga legoknektar, då Island som nation inte deltog i projektet) genomfördes 1990–93 ett program till lands och havs.

Arbetet koncentrerades till två traverser (Fig. 1). Den ena gick från norra Barents hav över Svalbard till shelfen i väster, omfattande det område där varmare atlantiskt vatten förs norrut, in mot Polarbassängen. Den andra traversen sträckte sig tvärs över den Östgrönländska fjordzonen ut på shelfen i öster, där det kalla polarvattnet flyter söderut med Östgrönlandsströmmen. Jämförelser mellan utvecklingen i dessa två områden, med sina skilda klimatiska förutsättningar, avsåg belysa olika klimatiska nyckelfaktors relativa betydelse.

## Frågorna

En intressant frågeställning är t.ex. huruvida glaciationer i norr särskilt initieras i en övergångssituation när, av de s.k. Milankovich-faktorererna (variationer i jordbanans geometri, i jordaxelns lutning etc.) betingad, minskande solinstrålning ger fallande temperatur, men där det interglaciala marina cirkulations-systemet med inflöde norrut av relativt varmt (nederbördsproducerande) vatten ännu i princip är intakt?

En annan fråga är vilka effekter, i form av begränsad/minskande glaciation i norr, man sedan får när isfronterna nere i Europa och Nordamerika når som längst söderut och den meteorologiska/oceanografiska Polarfronten, längs vilken mycket av nederbörden distribueras, ligger långt söder om dagens arktiska områden? Och vad händer när det interglaciala marina systemet återuppstår och varmare vatten och mer nederbörd börjar tränga norrut igen?



Fig. 1. Europeiska arktis med PONAM-projektets arbetsområden och de två huvudtransekterna på Grönland och Svalbard markerade. De nordvisande pilarna anger inflödet av varmare atlantiskt vatten, de sydgående anger kallvattentransporten med Östgrönlandsströmmen. Kontinentalsockelkanten är streckad. De öppna cirklarna markerar flygplatsen på Constable Pynt på Östgrönland och Kapp Lee stationen på Edgeøya.

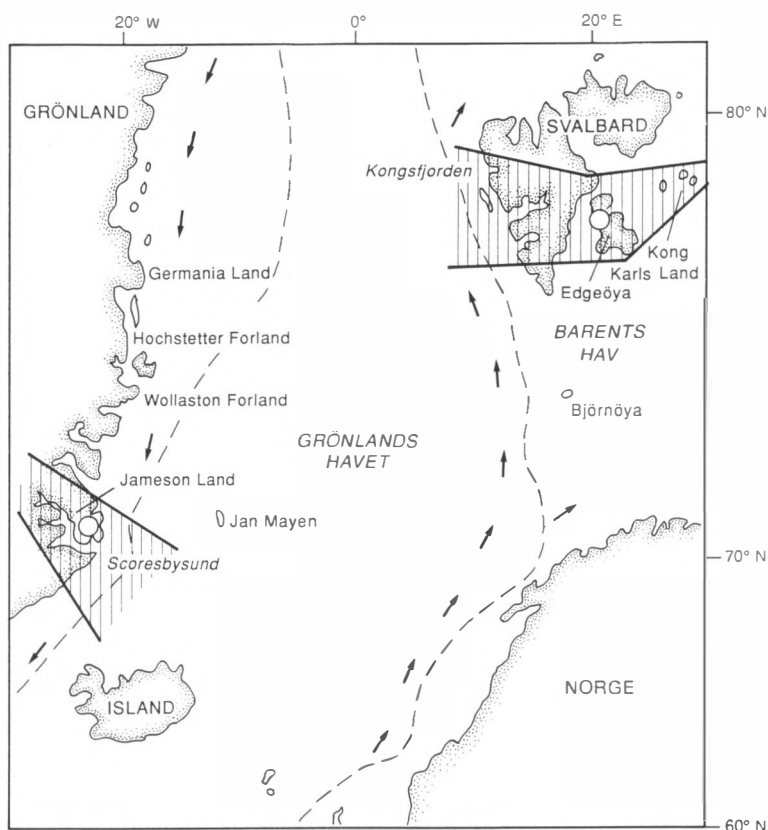
Sannolikt bidrog denna initiala nederbördspuls, in i nordliga områden som p.g.a. den ännu omfattande nedisningen alltjämt hade ett stort albedo (jordytans reflektion av infallande solstrålning), till isframstötarna, alternativt försinkningen av isreträtten, under Yngre Dryas och Preboreal tid (11 000–9000  $^{14}\text{C}$ -år BP), innan den interglaciala värmen till slut helt tog överhanden.

### Fältarbetet

Arbetet på Östgrönland 1990 och 1992 utfördes med flygplatsen Constable Pynt vid Scoresbysund som bas (Fig. 1). Ditupp och hem därifrån flögs vi i Herkules transportplan från de svenska och danska flygvapnen. De vidare transporterna ut på fältet skedde med helikopter, eller för de längre sträckorna norrut mot Hochstetter Forland och Wollaston Forland med Twin Otter. De senare chartrades från Flugfelag Nordurlands i Akureyri på Island och deras piloter är kända för att kunna landa i princip överallt. "There is always an element of danger in flying on the edge like this" sade piloten när vi till sist, på tredje försöket och i tät dimma, lyckats komma ner på den korta landningsbanan vid Daneborg.

Sommaren 1990 genomförde dessutom den tyska forskningsisbrytaren *Polarstern* ett omfattande marin-geologiskt program i Scoresbysund, koordinerat med det landbaserade fältarbetet på Jameson Land.

På Svalbard 1991 togs vi in och ut ur arbetsområdet i öster (Edgeøya, Barentsøya och Kong Karls Land) med Norsk Polarinstituttets fartyg *Lance* och arbetade sedan med egen helikopter från en f.d. holländsk station på Kapp Lee på Edgeøya (Fig. 3). Sommaren 1993 ägnade vi oss åt både Svalbards östsida (Kong Karls



Land) och västsida (Kongsfjorden på huvudön Spetsbergens västkust), samt hade två fältgrupper nere på Björnøya. Detta efter en inledande exkursion till olika typlokal, med Tromsø Universitets nya forskningsfartyg *Jan Mayen* som bas.

Samtidigt med landverksamheten, såväl 1991 som 1993, pågick maringeologisk/sedimentologisk aktivi-



Fig. 2. Huvuddelen av medlemmarna i expeditionen till Jameson Land på Östgrönland 1990, på Constable Pynt vid ett av svenska flygvapnets Herkulesplan. Foto Per Möller.



Fig. 3. Vår huvudbas på östra Svalbard 1991, den f.d. holländska stationen på Kapp Lee, Edgeøya. Foto Christian Hjort.

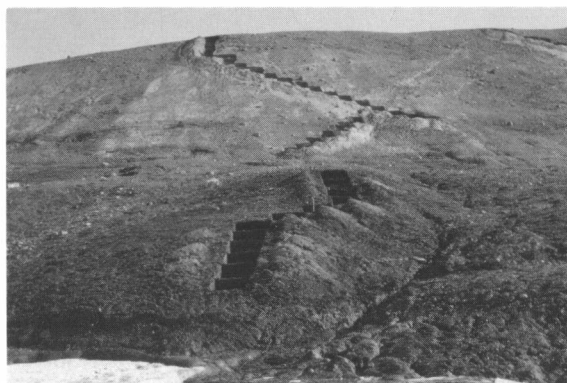


Fig. 4. "Möllers trappa", eller den fullständiga exponeringen av en 50 m hög, framförallt glaciolakustrin, lagerföljd på inre Jameson Land, illustrerande det faktum att god stratigrafisk information dessvärre sällan presenterar sig själv! Foto Per Möller.

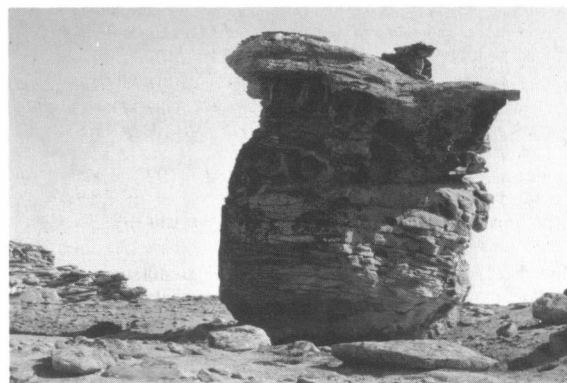


Fig. 5. Vindslipad rauk i jurassisk sandsten på inre Jameson Land, ett område som varit isfritt sedan slutet av Saaleistiden och där periglaciala förhållanden rått i ungefär 130 000 år. Foto Christian Hjort.

tet inom PONAMs ram längs i synnerhet Svalbards västkust, bl.a. med sedimentfluxstudier i Kongsfjorden och studier av israndavlagringarna på havsbotten utanför fjordmynningarna.

Mängden av insamlad information är naturligtvis mycket stor och omfattar glacial, fluvial och marin sedimentation (Fig. 4), samt vittring och annan periglacial aktivitet (Fig. 5). Från särskilt Östgrönland har vi ett unikt material om den marina molluskfaunan, vegetationsutvecklingen och insektslivet, speciellt från den senaste interglacialperioden. Det har gjorts otaliga  $^{14}\text{C}$ -, U/Th- och luminescens (TL/OSL) dateringar, på molluskskal och sediment, samt aminosyreanalyser på skal för att använda graden av peptidkedjornas sönderfall som korrelationsverktyg.

Fältarbetet, med alla dessa människor utspridda i oländig terräng under fyra säsonger, ibland med över 500 km mellan yttergrupperna, har organisatoriskt sett gått nästan som på räls. Men dåligt väder kan man inte gardera sig mot, det orsakar ju ibland fördröjningar och tvingar fram improvisationer. Isförhållandena på fjorden kan man heller inte göra något åt. På Jameson Land är myggen tidvis ytterst besvärande och på östra Svalbard hade vi periodvis isbjörn vid något läger varje dag. En av våra norska kolleger vaknade där en natt av att en bamse tryckte samman tältet över honom. Han fick skjuta genom tältduken, mitt mellan de väl synliga labbarna!

Men annars är arktis en oslagbar idyll. Som en kylig och stilla natt, när midnattssol och kringflytande isberg speglar sig i bukten, sikten är glasklar minst fem mil bort och islommens rop hörs nere från sjön samtidigt som polarvargen ylar bland moränkullarna inåt land!

### Resultaten

Särskilt Jameson Land är en kvartärgeologisk guldgruva och därifrån har vi en stratigrafi (Fig. 6) som går ner till åtminstone Saale-glaciationen, eventuellt ännulängre. Under Saale (Scoresbysund-glaciationen) täcktes hela området ut till kontinentalsockeln av en utvidgad inlandsis, som bl.a. transporterade stora mängder västliga kristallina block in i det annars mesozoiska området. Under den efterföljande Langelandselv-interglacialen (motsvarar Eem i Europa) var där 3–4 °C varmare än som mest under Holocen. Trädbjörk, som nu närmast finns på Island och sydvästra Grönland förekom, liksom al, kärrviol och diverse sydliga skalbaggar. Och vattnet var så pass varmt, p.g.a. en försvagad Östgrönlandsström, att bl.a. blå-

Fig. 6. Den senkvartära kronostratigrafin på Jameson Land, f.n. den mest genomarbetade i det arktiska området, relaterad till det europeiska istidssystemet och den marina isotopstratigrafin (efter Funder m.fl. 1994).

musslan kunde etablera sig, något den annars endast lyckats med under några få tusen år (8500–5000 BP) under den varmaste delen av Holocen. Under Weichselistiden skedde sedan flera framstötningar av fjordglaciärer längs Scoresbysund (Aucellaelv-, Jyllandselv- och Flakkerhuk-stadierna; Fig. 6). Isennådde däremot aldrig in över centrala Jameson Land, där äldre sediment under mer än 100 000 år utsattes för periglacial erosion och vittring, som bl.a. blottade den underliggande jurassiska berggrunden över stora områden (Fig. 4 och 5). Endast i de allra högsta områdena fanns skällar, mestadels inaktiva lokala iskappar. Den sparsamma Weichselistida vegetationen, där dock rätt många av de hårdigaste växterna uppenbarligen klarade att 'övervintra' på de isfria delarna av Jameson Land och Hochstetter Forland, avlöstes gradvis av ett allt rikare växtsamhälle, med början för omkring 10 000 år sedan. Klimaxperioden tog dock slut mellan 5000 och 3000 BP – och sedan har det mest varit en sakta återgång mot nästa istid!

På Svalbard visade våra resultat bl.a. att Barents hav-isen legat kvar länge i norr och att öarna på östsidan först avisats för ca 10 000 år sedan. Men under mitten av Weichselistiden var det troligen isfritt där, det antyder marina sediment på Kong Karls Land.

Allt i allt kan man nog säga att vår kunskap om den senkvartära utvecklingen i europeiska Arktis nu börjar komma i nivå med vad som gäller för t.ex. Skandinavien och att, tack vare den i vissa av de arktiska områdena begränsade nedisningen under Weichselistiden, vi har tillgång till gott om relativt ostörda och mycket informativa lagerföljder – terrestra såväl som marina. Den mångfasetterade informationen från dessa kan t.ex. med fördel bidra till att belysa tolkningen av iskärnadata från Grönlands inlandsis, liksom av

Ålder	Marina isotop-etager och underetager		Kronostratigrafi		Utvecklingen på Jameson Land
10000	1		Holocen		Milne Land-stadiet
	2		Weichsel	Sen	Flakkerhuk-stadiet
25000	3–4			Mellan	<i>lucka</i>
75000	5	a–c		Tidig	Mønseelv-interstadiet
					Jyllandselv-stadiet
					Hugin Sø-interstadiet
105000	d	e		Aucellaelv-stadiet	
115000				Eem	Langelandselv-interglacialen
130000	6		Saale		Scoresbysund-glaciationen
240000	?		?före Saale		Lollandselv-glaciationen

motsvarande data från djuphavssedimentkärnorna – två viktiga typer av forskningsresultat som annars ofta har tendenser att leva sina egna liv. Så här är långtifrån färdiggrävt!

Ett tack till Polarforskningssekreteriatet och Naturvetenskapliga forskningsrådet för logistiskt resp. ekonomiskt stöd.

Litteratur i urval

De preliminära resultaten från fältsäsongerna 1990 och 1991, på Grönland respektive Svalbard, har presenterats i följande rapporter från Kvartärgeologiska avd. vid Lunds universitet:

Möller, P., Hjort, C. & Ingolfsson, O. (red.), 1991: The last interglacial/glacial cycle: preliminary report on the PONAM field work in Jameson Land and Scoresby Sund, East Greenland. *Lundqua Report* 33, 1–181.

Möller, P., Hjort, C. & Ingolfsson, O. (red.), 1992: Weichselian and Holocene glacial and marine history of East Svalbard: preliminary report on the PONAM field work in 1991. *Lundqua Report* 35, 1–224.

Huvudresultaten från Östgrönland kommer att publiceras i tidskriften *Boreas* vol. 23, häfte 4, 1994, och sammanfattas där i artikeln Funder, S., Hjort, C. & Landvik, J. Y., 1994: The last glacial cycles in East Greenland – an overview.

Svalbardresultaten kommer att publiceras i *Polar Research* nr 1 1995.

Christian Hjort är docent i kvartärgeologi vid Lunds universitet.



**Nu** finns möjligheten att börja prenumera på *Geologiskt forum* till ett mycket förmånligt pris! För **100 kr** erbjuds Du de åtta första numren av tidningen. Du får direkt nr 1-4 och sedan, efterhand som de utkommer, 1995-års nummer, dvs. 5-8. Du sparar 140 kr på lösnummerpriset och 60 kr på ordinarie prenumerationspris. *Obs. Upplagan är begränsad och erbjudandet gäller endast till 1 februari 1995!*

**Gör så här:** betala 100 kr till **Swedish Science Press** på pg-konto 489 78 50-6 eller bg-konto 914-4601. Märk inbetalningskortet Geologiskt forum 1994-95.

**Du** är också välkommen som medlem i Geologiska Föreningen. Som ny medlem betalar Du endast 230 kr/år de första två åren (ord. pris är 325 kr/år) och erhåller då årligen 4 nummer av *Geologiskt forum* samt 4 häften av föreningens engelskspråkiga vetenskapliga tidskrift *GFF*.

**Gör så här:** betala 230 kr till **Geologiska Föreningen** på postgirokonto 21 08-9. Märk inbetalningskortet Medlemsavgift för 1995.

*Texta namn och adress på inbetalningskortet, tack!*

## MALMGEOLOGISYMPIOSIUM

NUTEK (STU) har tillsammans med svensk gruvindustri under två 3-års perioder finansierat ett ramprogram betitlat Prospekterings-Inriktad Malmgeologi, PIM. Detta program kommer att avslutas under våren 1995 med ett malmgeologiskt symposium där arbeten från Norrbotten, Skelleftefältet och Bergslagen kommer att presenteras.

Ett 20-tal olika projekt kommer att redovisas och alla intresserade inbjudes att komma och lyssna. Ett mer detaljerat program kommer att sändas ut under våren 1995.

Plats: Uppsala universitet, stora föreläsningssalen vid Institutionen för Geovetenskap, Norbyvägen 18B, Uppsala.

Tid: Måndagen den 8 maj 1995, kl. 10.00-17.00  
Tisdagen den 9 maj 1995, kl. 09.00-12.00

Ytterligare upplysningarkan fås av Lennart Widenfalk, Avd. för Tillämpad Geologi, Tekniska Högskolan i Luleå, 971 87 Luleå.

Tel.: 0920/91373, fax: 0920/91697.

E-mail: Lennart.Widenfalk@sb.luth.se

## NOTISER

### Geologigruppen LiMa

kom felaktigt att benämnas Geologiklubben LiMa i förteckningen över amatörgeologiska föreningar i Sverige som var införd i *Geologiskt forum* 3. Redaktören beklagar fel skrivningen.

### Det annonserade GF-mötet

*Naturligt och onaturligt i den globala miljödebatten* kunde av organisatoriska orsaker inte genomföras under hösten som planerat. Styrelsen hoppas kunna arrangera ett möte med detta tema vid ett senare tillfälle.

## NYA MEDLEMMAR I GEOLOGISKA FÖRENINGEN

Johan Ahlgren, Hälleknis  
Per Aldeborg, Stockholm  
Fredrik Andreasson, Göteborg  
Ryo Anma, Uppsala  
Anders Birgersson, Tingstäde  
Svetlana Bogdanova, Lund  
Christian Bronge, Stockholm  
Yvonne Decker, Bergforsen  
Sara Eliason, Tingstäde  
Tore Ericsson, Uppsala  
Anders Fridfeldt, Stockholm  
Håkan Fältman, Uppsala  
Åsa Granath, Uppsala

Magnus Gynnemo, Göteborg  
Jan Hermanson, Uppsala  
Martin Jakobsson, Trångsund  
Per Jannert, Sodankylä, Finland  
Fredrik Johansson, Göteborg  
Rune Johansson, Malå  
Christopher Juhlin, Uppsala  
Christopher Krafft, Södertälje  
Michael Kucera, Göteborg  
Tomas Lindberg, Sundbyberg  
Nils Lindqvist, Stockholm  
Stefan Majoran, Göteborg  
Maria Mannerstrand, Lund

Claes Mellqvist, Luleå  
Ulf Nordlund, Uppsala  
Mats Nyborg, Göteborg  
Tommy Olsson, Arkelstorp  
Gunilla Otterberg, Solna  
Anders Persson, Lund  
Thorkild Maack Rasmussen, Uppsala  
Lars Ronnert, Göteborg  
Anders Schersten, Göteborg  
Birger Schmitz, Göteborg  
Ursula Schwarz, Hovås  
Claes Thureson, Göteborg  
Krister Wedholm, Uppsala