

Geologiskt forum



Slamvulkaner	3
Göteborgsprojektet	10
Unik sedimentscanner	13
Geologisk grundsyn i samhället	16
Den saknade länken	25

Geologi, typ. Vem bryr sig?

"Mot dumheten kämpar själva gudarna förgäves" heter det. Nu är det väl ingen som tror att det är dumhet som ligger bakom de bristande insikterna i och det bristande intresset för geologi i Sverige. Att geologer tycker att geologi är viktigt, roligt och spännande är förstås naturligt. Men vi är ju inte så många. Varför är det så?

En väsentlig del av geologin är en historisk vetenskap, andra delar hör kemin och fysiken till, andra åter biologin. Är man inte intresserad av dessa saker har man nog inte heller intresse för geologi. Men frågan blir då hur man får ett intresse för något. Kommer det till en, som en skänk från ovan, eller hur går det till? Det finns säkert en och annan som kan ge en klar bild eller förklaring till varför han eller hon fick sitt intresse fångat, men för de flesta av oss är det nog höljt i dunkel. Vi minns helt enkelt inte. Det i sin tur antyder att intressen skapas i mycket unga år, förmodligen redan i förskoleåldern eller under de tidiga skolåren. Intressen varierar under livet, men djupare intressen blir vi inte kvitt. Vi har blivit fångade. Och ett sådant fångsel bär man med lätthet och glädje. Djupare intressen har vi med oss genom hela livet.

En annan förklaring till den låga geologiska kunskapsnivån i det här landet har säkerligen med bristande information att göra. *Gf* har syftet att informera om företeelser som hör geologin till, men även ambitionen att med ett varierat innehåll väcka intresse för geologin. Inte bara för att geologi är intressant (och därmed för den fångade bli en bestående källa till glädje och upplevelser) utan även därför att det är viktigt att ha kunskaper om jordens historia, dess uppbyggnad, beståndsdelar och tidigare livsformer.

Det här numret av *Gf* innehåller flera artiklar som vill informera och väcka intresse, men också ett par bidrag som mera rakt på sak påtalar, utifrån skilda perspektiv, varför det är viktigt att det i ett utvecklat samhälle finns, hos befolkningen i stort och därmed också hos beslutsfattare, ett visst mått av geologisk kunskap. Flera av bidragen är skrivna av geologer vid Sveriges geologiska undersökning, som fr.o.m. detta nummer och två år framåt ekonomiskt stödjer utgivningen av *Gf*, och samtidigt kan publicera artiklar och information av skiftande slag. För att få plats med detta kommer varje nummer av *Gf* under denna tid sannolikt att bli 32 sidor, dvs. ha ett fördubblat omfång mot tidigare. I avsikt att få större kraft i våra enskilda strävanden att främja geologin har föreningens styrelse också inlett diskussioner med andra organisationer i den geologiska sfären om samverkan i olika former. I den diskussionen intar *Gf* en central plats.

Vem angår geologin? I detta nummer finns förslag till svar på den frågan.

Björn Sundquist



"den svenska föreningen för
vetenskaplig, tillämpad
och populär geologi"

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

Tidskriften publicerar populärvetenskapliga artiklar inom hela det geologiska fältet. Den informerar om litteratur, händelser och personer med geologisk anknytning, och är ett forum för åsikter och debatt.

Geologiskt forum utges av Geologiska Föreningen, som bildades 1871 och är Sveriges riksförening för geologi. Tidskriften utkommer med fyra nummer per år och sänds utan särskild kostnad till föreningens medlemmar (ang. medlemskap se sidan 32).

Redaktionsråd: Jan Bergström, Holger Buentke, Ingemar Cato och Dan Holtstam.

Redaktör och ansvarig utgivare:
Björn Sundquist

Redigering och layout:
Björn Sundquist

Redaktionens adress:

GF:s redaktion, % SGU, Box 670, 751 28 Uppsala
tel 018/179276, fax 018/516767, e-post gff@sgu.se

Gf på Internet <http://www.sgu.se/gf/geolf/htm>

Prenumeration, enstaka nummer och tidigare årgångar beställs hos:

Swedish Science Press, Box 118, 751 04 Uppsala
tel 018/365566, fax 018/365277, e-post info@ssp.nu
postgiro 489 78 50-6, bankgiro 914-4601

Prenumerationspriset för år 2000 är 120 kr.

ISSN 1104-4721



Gf sammanställs på en Macintosh-dator med hjälp av bl.a. Microsoft Word®, Adobe PageMaker® och Adobe Photoshop®. Den överförs på film och trycks av Wikströms i Uppsala i ca 1200 ex. och distribueras av Swedish Science Press.

Annonser mottages gärna, i fotooriginal eller som elektroniskt dokument i TIFF- eller EPS-format. Storlekar (i mm) och priser (gällande år 2000):

helsida	154x210	3000 kr
halvsida	75x210 el. 154x103	1800 kr
kvarssida	75x103 el. 154x50	1100 kr

Omslagsbilden

Slamvulkanområde på Centraljava i Indonesien. Ungefär en gång i minuten växer slammet ovanför den aktivaste tillloppskanalen till en 2–3 m stor slambubbla som spricker med en dov smäll. Läs mer om slamvulkaner och likartade fenomen på sid. 3–9. Foto: Sven Laufeld, april 1990.

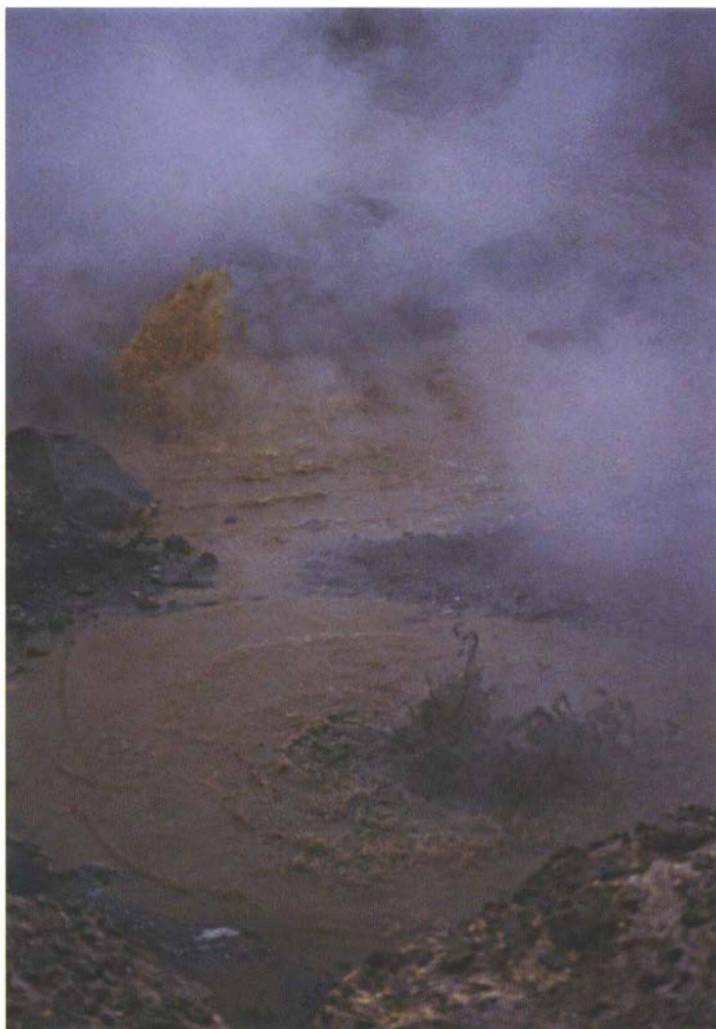
Slamvulkaner

SVEN LAUFELD

Nobelprisen har rötter i Azerbadjans oljefält. Området är idag storpolitiskt hett genom Kaspiska havets enorma energireserver. Ryssland irriteras av Västs investeringar i kolväteutvinning ur "Ryska störhavet". Dessutom hotas hundramiljardinvesteringar och miljö av slamvulkaner.

På Centraljava inte långt från staden Solo, den som på kartorna kallas Surakarta, ligger några berömda fyndplatser för skelettresten av Solomänniskan, rester som har ansetts vara nästan en miljon år gamla. Missa inte platsen nästa gång du är på Java, det är lätt att hitta dit både med bil och cykel. Ytterligare några tiotals kilometer nordost om staden Solo finns ett kvadratkilometerstort område med slamvulkaner. Det är ett måste för alla turistande geologer, även om det är svårt att hitta dit. Platsen kallas Bledok Kuwu. Skyltar finns inte förän man själv ser målet, och man måste prata javanska eller åtminstone indonesiska för att inte virra bort sig i ett vägnät som mest liknar ett tagliatellenystan.

Men det är värt alla mödor att besöka slamvulkanerna. De är av den typ som bygger slamkoner, men just i detta geologiska ögonblick finns där inga koner. Den utströmmande gasen blåser var eller varannan minut upp en seg slambubbla som är mellan en och tre meter i diameter. Bubblan exploderar med en mycket dov smäll, varvid en gas blir synlig, vit som bomull. Titta gärna på omslagsbilden en gång till. Från några hål i det nästan kvadratkilometer stora gungflylika området drivs slammet ut i tandkrämslik konsistens, från andra åter som en mörkgrå underjordsdiarré. Slammet är både



En mud pot – het slamkälla – på Diengplatån på centrala Java. Lerfraktionen friprepareras från bergarterna i underlaget genom det heta vattnets inverkan men i ännu högre grad kemiskt genom vattnets låga pH, surhet, och korrosiva påverkan. Gaserna från en aktiv vulkan består bl.a. av vattenånga, koldioxid, svaveloxider, svavelväte, klorväte, fluorväte och nitrosa gaser. Beroende på bergarternas, vattnets och gasernas kemiska sammansättning och temperatur har olika mud pots olika mängder lerpartiklar och kan även variera starkt i färg. Foto förf. april 1990.



En het slamkälla, mud pot, i en aktiv vulkankrater, här i kratergolvet på Papandayan på Västjava, bildar varv som speglar rytmiken i vulkanen. Den här kratern bildades vid ett explosivt utbrott 1772 med sektorskollaps som följd, varvid 2597 människor dödades. Aktiviteten i en mud pot ökar under regntid (monsunregn) och minskar under torrhet. Med hjälp av slamvarven i den här kratern skulle man sannolikt kunna börja bygga upp ett nytt slags varvkronologi. Foto förf. 1988.



Het slamkälla, mud pot, med liten mängd mineralpartiklar per liter i huvudkratern på den aktiva vulkanen Papandayan på Västjava. Lägg märke till att tunna koncentriskt lager bildas varje gång tunt slam rinner över kanten. En domeformad bergartsstruktur håller här på att bildas. Foto förf. 1989.

bäskt och salt men det luktar inte råolja och det är bara ljummet eller småvarmt – aldrig hett som äkta vulkaners slam.

Inte långt från de större gungflyartade slamvulkanhål ligger ett område där man utvinnet salt ur den underjordiska vätska som läcker ut på marken, där den samlas upp och hålls i halv-

erade bamburör och får stå några dagar tills tropiksolen har indunstat saltlaken till kristallint salt. I 150 år gamla beskrivningar nämns att just här låg då en två meter hög slamkon. Det går att köra ända fram till denna intressanta plats med bil från Surakarta i söder eller från storstaden Semarang på Javas nordkust.

Slammet vid Bledok Kuwu kommer inte från någon magmahärd och har alltså ingenting med vulkanism att göra. Under markytan finns sedimentära lager i vilka det har bildats både gas och olja. Eftersom den australo-indiska havsbottenplattan på sin nordliga färd kolliderar med Asiens yttre del – Java – så dyker den snett ner under den asiatiska kontinentplattan och bildar en klassisk s.k. benioffzon. Längs Javas södra tredjedel bildas därför pärlbandet av vulkaner. Norr om det pärlbandet ligger området med slamvulkanerna, vilka således uppstår till följd av tryck och rörelser i underjorden genom plattkollisionen. Längs sprickor och förkastningar vandrar saltlösning, gaser och flytande såväl som gasformiga kolväten upp till markytan från de sedimentära bergarter som underlagrar området ett bra stycke norr om vulkanbården i söder, men ungefärligen parallellt med pärlhalsbandet.

Slamvulkaner finns på åtskilliga ställen på jorden där berggrunden av olika anledningar utsätts för en sammanpressning, på platser där jordskorpan förkortas horisontellt. Slamvulkanerna skall inte förväxlas med de heta *slamkällorna*, de som kallas mud pots på engelska och som är vanliga på aktiva vulkaner och som drivs av vulkaniska gaser och magmatiskt upphettat vatten. Slamkällor finns lättillgängliga exempelvis på Island, i Yellowstone i västra USA och på Nya Zealands nordö. De vulkaniska slamkällorna producerar ett material som för det obeväpnade ögat liknar finfraktionen från slamvulkanerna, men slamvulkanerna sprutar också ut grövre kornfraktioner, större kantiga bergartsstycken av de sedimentära bergarter ur vilka slammet bildas genom partikelutlösning. Berömda är slamvulkanerna på Timor, eftersom de slungar ut stora förkislade fossil ur den intressanta permiska lagerföljd för vilken ön är känd.

Meterhöga sandvulkaner från Korinthkusten på norra Peloponnesos i Grekland bildade av svavelvätestinkande grundvattenfontäner under några minuter vid ett kraftigt jordskalv annandag jul 1861. Ur Nathorst 1894, *Jordens historia I*, antagligen den bästa geologibok som utgivits i Sverige.



Sandvulkaner

Eftersom begreppsförvirringen tycks vara rätt stor både bland nordeuropeiska geologer och i gängse uppslagsböcker så bör även *sandvulkaner* nämnas. Sandvulkanism startar nästan alltid när en kraftig jordbävning drabbar ett område med lösa sediment genom att svavelvätestinkande grundvatten pressas upp på markytan, ibland rentav ovanför i form av tiotals meter höga springvatten. Särskilt spektakulära ytformer med decimeter- till meterhöga, lösa och därför efemära sandvulkaner, eller decimeterhöga någon till hundra meter långa vulster av uppvälld sand uppstår på gamla flodslätter och i liknande sedimentbäcken. I lösa jordlager beledsagas sandvulkanism av instörtningstrattar. Sandvulkaner ("sand blows", "sand vents", "sand boils", oegentligt "mud volcanoes", "liquefaction structures") kan ibland begrava envåningshus eller få sådana att försvinna i en nedstörtningsskrater. Mindre sandvulkaner kan börja bildas av skalv redan vid magnituden 5, men är mycket vanliga vid 6 och däröver. Storlek och yttutbredning står i viss proportion till jordskalvsmagnituden. I den modifierade mercalliskalan över intensitet uppträder sådana här sandstrukturer ofta vid MMI = VIII. De bildades sannolikt i Sverige år 1904 som en följd av skalvet i Oslofjorden, vilket i västra Sverige nådde MMI = VIII och IX, men veterligen har ingen letat efter dem. Om skandinaviska

geologer skulle samarbeta mera med seismologer skulle de bli varse hur vanliga detta slags strukturer är i Skånes och Danmarks kvartära avlagringar och hur vanlig processen är i ett område som oftast betraktas som icke-seismiskt. Fortsättningsvis handlar den här artikeln enbart om klassiska slamvulkaner.

Slamvulkanernas upptäckthistoria

Slamvulkaner har naturligtvis bildats så länge det funnits sedimentära bergarter på jorden – antagligen i nästan fyra miljarder år – men utbrott från slamvulkaner beskrevs kanske för första gången för "bara" två årtusenden sedan. Det var i alla fall under första århundradet av vår tideräkning som Plinius, han som också visste åtskilligt om jordskalv och vulkanutbrott, för sin skrivare dikterade ner hur en slamvulkan i Norditalien hade haft ett utbrott år 90 f.Kr. Kanske finns ännu äldre men oupptäckta nedteckningar om slamvulkaner. Det är inte orimligt med tanke på att aktiva slamvulkaner finns där människans tidigaste civilisationer fanns, bl.a. i Egypten och genom stora delar av Asien – från nuvarande Turkiet över Irak och Iran till Indus. I södra och östra Asien är aktiva slamvulkaner också kända sedan länge, inte minst i Burma, Thailand och Kina. Slamvulkaner uppträder över hela världen i geotektoniska lägen parallellt med och ovanför benioffzonernas djupare delar



och i andra lägen nära plattkollisionsgränser. Troligen förekommer de submarint på större vattendjup; vi känner nämligen åtskilliga slamvulkaner och besläktade strukturer från insjöar, innanhav och från mindre havsdjup på kontinentalsockeln.

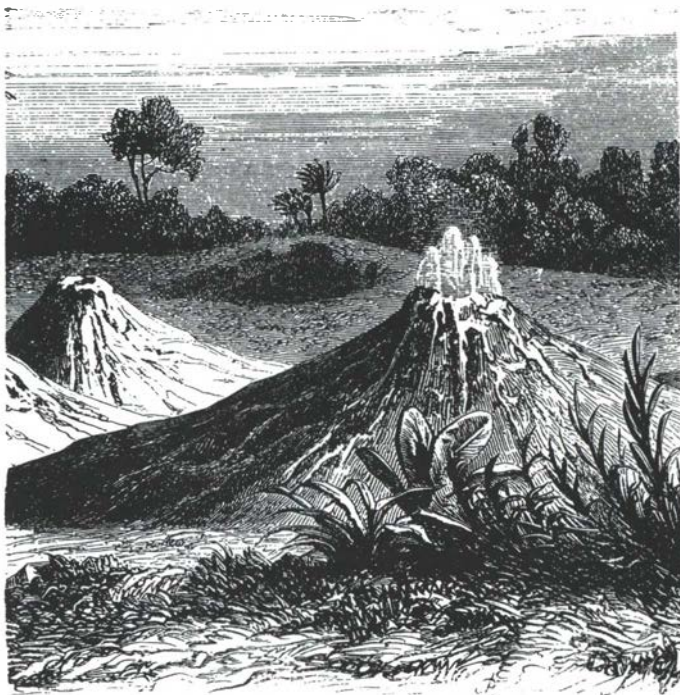
Vissa ganska små och obetydliga slamvulkanområden på jorden har blivit uppmärksammade mer än de måhända förtjänar genom att någon berömd upptäcktsresande eller vetenskapsman har råkat ha vägarna förbi. Det gäller Trinidads och vissa av Venezuelas slamvulkaner och i ännu högre grad dem inte långt från kuststaden Carthagen i Colombia. Alexander von Humboldt rådde passera indianbyn Turbaco 25 km söder om Carthagen och blev förd till ett närbeläget slamvulkanområde med ett tjugotal 7–8 meter höga koner. Han avbildade några av dem och de har därigenom blivit "odödliga". Men alla slamvulkanområden byter snabbt skepnad. Från 1929 finns en annan god skildring av Turbacområdet och då fanns där ett 50-tal slamkoner som bara var drygt meterhöga men oavbrutet aktiva. Kallt trögflytande slam bubblade i och delvis ur deras toppkratrar. Drivmedlet utöver vatten ansågs vara gasformiga kolväten, koldioxid, svavelväte och kväve.

Universalgeniet von Humboldt nämnde också ett annat och idag mycket viktigt slamvulkanområde, Burma. Utanför dess kust finns slamvulkaner på flera småöar, von Humboldt nämnde Cheduba och angav att drivgasen där i en del fall var koldioxid men i de flesta var gasformiga kolväten. Det senare är en av anledningarna till att åtskilliga burmesiska slamvulkaner är fruktade inte enbart genom att slam från dem förstör odlad mark utan genom att den utströmmande gasen ibland fattar eld explosionsartat. Så skedde vid en slamvulkan i Kyaukpyuområdet 1878 och 1926. Vid det senare tillfället slog en eldslåga ett par hundra meter rakt upp, slocknade, men slog upp på nytt efter tio minuter. Vegetationen runt omkring sveddes naturligtvis helt av. I Minbuområdet nästan 50 mil norr om Burmas huvudstad Rangoon finns ett annat slamvulkanområde som liknar Bledok Kuwu på centrala Java. Bergarterna är av miocen ålder liksom i påfallande många andra slamvulkanområden världen över, och inledningsskildringen från Java passar precis in på Minbuområdet, men i Minbu

Slamvulkan, Bledok Kuwu, Centraljava. Slambubbla bildas, tillväxer, exploderar och lämnar ett gasmoln efter sig. Lägg märke till flytvulkarna i det ljummiga slammet. Varje delbild är "frusen" genom exponeringen 1/1000 sekund. Foto förf. april 1990.



Slamvulkanfält, Bledok Kuwu, på Centraljava. Runt den aktivaste slamvulkanens urbrottskanal bildas koncentriska flytvalkar i det gungande kalla slammet. Från luften känner man lätt igen slamvulkaner på det koncentriska mönster som omger dem. Slamfältet är flera hundra meter brett och drygt en kilometer långt. Foto förf. april 1990.



Slamvulkaner vid Turbaco i Carthagenaprovinsen i norra Colombia mindre än 50 mil från övergången mellan Syd- och Centralamerika. Platsen besöktes 1801 av Alexander von Humboldt. Bild ur Svenonius 1888, *Stenriket och jordens byggnad (mineralogi och geologi)*.

finns idag en slamkon av ansenliga dimensioner, ett par tiotal meter hög.

Andra klassiska slamvulkanområden

Vi nordeuropeer behöver faktiskt inte åka så långt för att komma till klassiska slamvulkanområden. I Italien, närmare bestämt mellan Arragona och Girgenti på Sicilien finns Macaluba, ett fält med meterhöga koner, kända redan under antiken. Ett annat område med sicilianska slamvulkaner ligger vid Paterno. Av ännu större dimensioner är Sassuolokonon vid staden Modena på södra Posläppen. Som alltid varierar utseendet och eftersom Sassuolo nämndes av Plinius för snart två årtusenden sedan, så har många besökt Sassuolo och mätt och antecknat. Denna anrika historia till trots ligger Italiens, kanske rentav övriga världens, slamvulkaner långt i lä om dem som finns vid och i de Svarta och Kaspiska haven och som ligger i Ryssland (Dagestan och Tjetjenien), Georgien (Abkasien och Grusien),

Armenien och Azerbadjan. Enligt geologen Hjalmar Sjögren upptäckte den arabiske resenären och krönikören Masudi slamvulkanerna vid Kaspiska havet för mer än ettusen år sedan. För drygt hundra år sedan var det allmänt känt att det mellan Baku och Kurflodens utflöde i Kaspiska havet fanns 30 mycket stora och hundratala små slamvulkankoner. Dessutom var sex av öarna i havet bildade som slamkoner. I de här trakterna har det sedan urminnes tider funnits ett eldsdyrkartempel i Sukarani. Slamvulkanerna i området vid dessa stora innanhav fattar eld då och då, och en del brinner "ständigt". Den 300 m höga slamvulkanen Lok-Botans utbrott 1887 började med en 600 m hög eldflamma.

Hjalmar Sjögren, bröderna Nobels chefgeolog för Ryssland, insåg snabbt bl.a. genom tryckförhållandena att det fanns en strukturgeologisk koppling mellan oljefälten och slamvulkanerna i Bakuområdet och ägnade därför åtskillig tid både i fält och bibliotek åt att studera slamvul-

kanerna. Sjögren konstaterade också att slamvulkanerna i Bakuområdet hade samma dimensioner som vissa normala vulkaner (*cinder cones*) har och att utbrottsprodukterna hade likstora volymer.

Hur stora kan slamvulkaner bli?

Alla bygger inte på höjden utan på bredden, och vanligtvis är en slamvulkan bara en eller två meter hög och ett par till ett par tiotal meter i diameter vid basen. En slamvulkans kon har alltså en volym på endast en till några tusen kubikmeter (kbm). Utmed Makrankusten som löper genom östra Iran och västra Pakistan finns svärmar av slamkoner inom tre områden med miocena sediment, de flesta är flera tiotal meter höga och ligger på domer eller antiklinaler – liksom så många andra slamvulkaner.

Vad gäller mängden utkastat material kan man nämna Sassuolo i Norditalien. Under år 1835 pressades en och en halv miljoner kbm slam ut från den konen, trots att den inte är mer än några tiotal meter hög. Man kanske kan säga att en mycket voluminös slamvulkan redan har visat sin potential vad gäller mängden utslungat material. Vid Kertch på Krimhalvön i Svarta havet ligger slamvulkanen Gorela med en kon på uppmot 90 m. I likhet med många andra slamvulkaner vid Svarta och Kaspiska haven har den utbrott i form av väldiga men trögflytande slamfloder, ett sådant flöde har uppskattats till 0,6 miljoner kbm. Enligt Hjalmar Sjögren var kratern på slamvulkanen Haman vid Kaspiska havet mer än 600 m i diameter för ett århundrade sedan, vilket betyder att den var likstor med Vesuvius krater. Han visade också att den 150 m höga slamvulkanen Agh-Sibyrs krater var 860 m tvärs över.

Om man skall summera våra kunskaper om slamvulkaner kan man först konstatera att de inte drivs av heta gaser från en magma. Slam och annat utslungat material är inte hett, som fallet är i äkta vulkaner. Drivmedlet i slamvulkaner är icke-magmatiska gaser, inte het vattenånga. När värme utvecklas vid slamvulkaner sker det genom gasantändning nära markytan, sannolikt genom gnistbildning när bergartsstycken kolliderar med varandra under gasutdrivningen. Sandvulkaner och snarlika ytformer som bildas vid starka jordbävningar drivs av grundvattnet

som pressas uppåt genom porförminskningen vid markens vibration. De små gasmängder som deltar består främst av svavelväte. Det som driver en slamvulkan är en kall eller lummig gasblandning som inte innehåller vattenånga men däremot metan (CH_4) och mognare kolväten (C_2H_6 , C_3H_8), ofta också koldioxid, litet svaveloxider och ytterligare några lätta gaser. Porvattnet i slammet från en slamvulkan innehåller stora mängder lösta salter. Liksom en vulkan enbart är förbindelsen mellan en magmakammare och markytan och inte alls behöver vara någon kon- eller sköldformig upphöjning ovanför markytan, så är en slamvulkan bara en förbindelse mellan djupare liggande sedimentlager med hög porositet och viss permeabilitet och markytan. En slamvulkan behöver bara vara ett slamfyllt hål i marken.

Hur ofta har slamvulkaner utbrott?

Ännu kan man inte med god framförhållning ge en exakt prognos för när ett riktigt vulkanutbrott skall ske. Oftast kan man dock göra en ganska exakt prognos för ett sådant utbrott några timmar eller dagar i förväg – om man har en rad kostnadskrävande sensorer på plats på och runt vulkanen. Att prognosticera en icke identifierad vulkans utbrott långt i förväg är idag omöjligt, men med hjälp av professor Frans E. Wickmans geniala metod att beräkna hur lång tid det tar för en viss vulkan att efter ett utbrott åter få sin magmareservoir fulltankad underifrån, så får man ett minimimått i antal år innan något nytt stort utbrott kan komma från den vulkanen. Men även om magmagasinet är fulladdat, så behöver inget utbrott sätta igång. Vi vet inte med någon hög grad av säkerhet vad som utlöser det riktiga vulkanutbrottet. Det är enklare att förutsäga jordskalv och därmed sandvulkanutbrott inom områden som är undersökta och kända för hög seismicitet, men ännu är precisionen inte så stor.

Att göra prognoser för slamvulkanutbrott är betydligt enklare. En slamvulkans utbrott styrs av mycket färre faktorer inom ett volymmässigt mer begränsat område. Om man i en databas har tillgång till tidsserier av en viss slamvulkans utbrott så kan man med hjälp av bl.a. nederbörds- och lufttrycksdata få fram en utbrottsrytmik som är ett hyfsat prognosinstrument. Men eftersom

de geologiska processerna inte är linjära, så kan en riskanalys inte bli hundra procentigt tillförlitlig. Ett jordskalv förändrar en slamvulkans utbrottsintensitet, och om en förkastning klipper av tillförselkanalerna till en slamvulkan, så dröjer det ett tag innan den eventuellt kommer igång igen. Om slamvulkanen kommer igång igen, så har den oftast en annorlunda utbrottsintensitet. Efter en viss tid har den åter en utbrottrytm som tycks linjär, men som självklart klipps av igen. Men, det går att göra bättre prognoser för slamvulkanutbrott än för vanliga vulkanutbrott, som ju också är känsliga för tryckförändringar (havsytenivå, årstider, regntidtorrtid, månfasen genom tidvattnets påverkan av kustnära vulkansystem).

Anledningen till att den här artikeln skrivs just nu är att det relativt snart kan förväntas ett obegripligt stort slamvulkanutbrott i området vid och från Svarta havet och österut – söder om Kaukasus – till området öster om Kaspiska havet. Alla stora slamvulkanutbrott på land eller i vatten i den regionen kan visserligen förväntas medföra ett begränsat antal dödsoffer men verkligt förödande ekonomiska effekter på de väldiga investeringar som gjorts och görs där för olje- och naturgasutvinning. I Kaspiska havet kan skador på kolväteinstallationerna orsakade av slamvulkanutbrott få omfattande miljökonsekvenser. Offshorefälten i Kaspiska havet öster om Baku är särskilt känsliga. Eftersom bröderna Nobel utvecklade Bakuområdets oljeutvinning (med Nobelprisen som ett av resultaten) vore det följdriktigt om svenska geologer med miljökunskande kunde spela en roll vid miljöövervakningen av utvinnandet av Kaspiska havets väldiga energireserver.

Bröderna Nobels chefgeolog Hjalmar Sjögren, som även gifte in sig i Nobelfamiljen, gjorde på sin tid banbrytande studier av slamvulkanerna i den regionen. Litteraturlistan som följer innehåller bara några få exempel på Sjögrens många publikationer om slamvulkanism och närbesläktade geologiska processer. Den som använder GFF:s registervolymer kommer att upptäcka åtskilligt mer om slamvulkaner. När det smäller blir det geologer som måste svara på alla de besvärande frågorna om varför det skedde och vad man kunde ha gjort för att motverka effekterna av ett stort slamvulkanutbrott.

Litteraturtips

Slamvulkaner

- Andersson, F., 1902: Jordskalvet i Schemacha den 13 februari 1902. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 24, 379–406.
- Bender, F., 1983: *Geology of Burmah*. 293 s. (Beiträge zur regionalen Geologie der Erde 16). Gebrüder Borntraeger, Berlin-Stuttgart.
- Laufeld, S.: *Overkill*. Databas över naturomvälvningar år 1–2000. Innehåll 2000-02-10: 44.260 händelser hämtade ur 2743 publikationer.
- McCall, G.J.H., 1985: *Explanatory text of the Tahrue Quadrangle map 1:250,000, No. J14*. Geological Survey of Iran. 454 s.
- McCall, G.J.H., 1991: Mud volcanoes of Rāmri and Cheduba, Arakan – analogues in southern Iran. *Terra Nova* 3(1), 110.
- Nelson, C.S. & Healy, T.R., 1984: Pockmark-like structures on the Poverty Bay sea bed – possible evidence for submarine mud volcanism. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics* 27, 225–230.
- Sjögren, H., 1886: Meddelanden om slamvulkanerna vid Baku. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 8, 416 ff.
- Sjögren, H., 1888: Über die Thätigkeit der Schlammvulkane in der Kaspischen Region während der Jahre 1885–89. *Verhandlungen der Kaiserliche russischen mineralogischen Gesellschaft* 24, 1 ff.
- Sjögren, H., 1892: Preliminära meddelanden från de kaukasiska naftafälten. II. De tektoniska förhållandena på hälften Apseron. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 14, 57–96.
- Sjögren, H., 1897: Om några slamvulkanutbrott i Kaspiska regionen under åren 1892–96. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 19, 91–105.

Sandvulkaner

- Dutton, C.E., 1889: The Charleston earthquake of August 31, 1886. *Ninth Annual Report of the Directorate*, s. 209–528. United States Geological Survey, Washington, D.C. (Fina foton i *Earthquake Information Bulletin* 6(6). 1974.)
- Housner, G.W., 1958: The mechanism of sandblows. *Bulletin of the Seismological Society of America* 48, 155–161.
- Obermeier, S.F., Jacobson, R.B., Smoot, J.P., Weems, R.E., Gohn, G.S., Monroe, J.E. & Powars, D.S., 1990: Earthquake-induced liquefaction features in the coastal setting of South Carolina and in the fluvial setting of the New Madrid seismic zone. *United States Geological Survey Professional Paper* 1404. 44 s. (Bl.a. Charlestoneskalvet 1886 och New Madridskalvet 1811–12).
- Obermeier, S.F., Martin, J.R., Frankel, A.D., Youd, T.L., Munson, P.J., Munson, C.A. & Pond, E.C., 1993: Liquefaction evidence for one or more strong Holocene earthquakes in the Wabash valley of southern Indiana and Illinois, with a preliminary estimate of magnitude. *United States Geological Survey Professional Paper* 1536. 27 s.
- Oldham, R.D., 1899: Report on the earthquake of 12th June 1897. *Memoirs of the Geological Survey of India* 29. 379 s.
- Penick, J., Jr., 1976: *The New Madrid Earthquakes of 1811–1812*. University of Missouri Press. 181 s. Columbia, Missouri.
- Saucier, R.T., 1989: Evidence for episodic sand-blow activity during the 1811–12 New Madrid (Missouri) earthquake series. *Geology* 17, 103–106.
- Seeber, L. & Armbruster, J.G., 1981: Great detachment earthquakes along the Himalayan Arc and long-term forecasting. *American Geophysical Union Maurice Ewing Series* 4, 259–277. (Biharskalvet 1934 i Indien.)

Docent Sven Laufeld är konsulterande geolog (Natural Hazards Group och Vulcanus Tankesmedja, tel. 0431-434069) med naturomvälvningar och deras ekologiska och ekonomiska effekter som expertområde.

Göteborgsprojektet

– ett samverkansprojekt mellan Göteborgs kommun och SGU

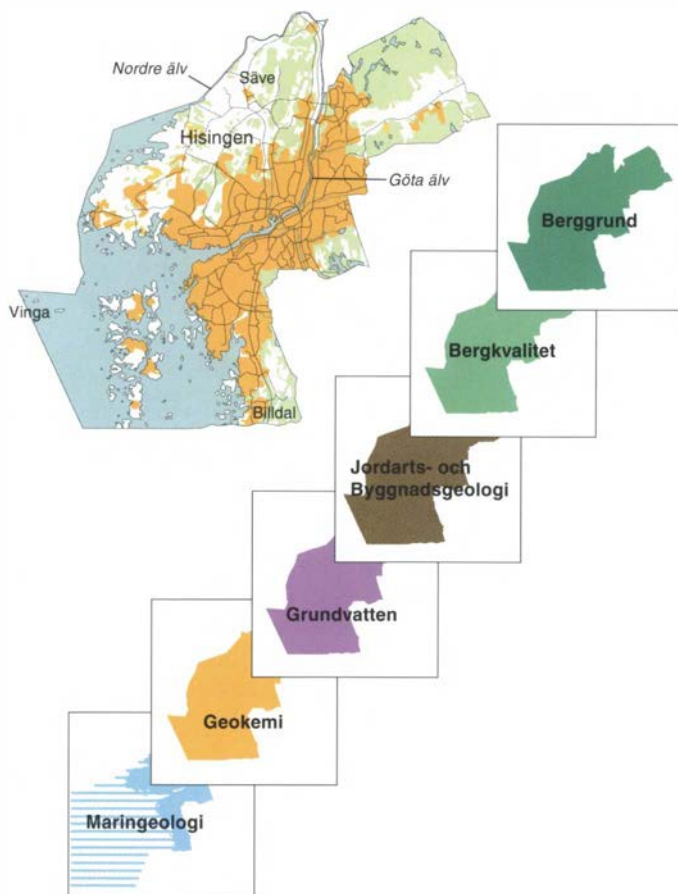
MATS ENGDAHL, INGER LUNDQVIST & SVEN ERIK SUNDEVALL

Sveriges geologiska undersökning arbetar sedan ett år tillbaka med nya mål för sin undersökningsverksamhet. Enligt dessa skall det år 2008 finnas digital, kvalitetssäkrad geologisk information för hela Sverige. Inom de befolkningstäta delarna av landet, med ca 60% av befolkningen, skall informationen vara anpassad för lokala behov.

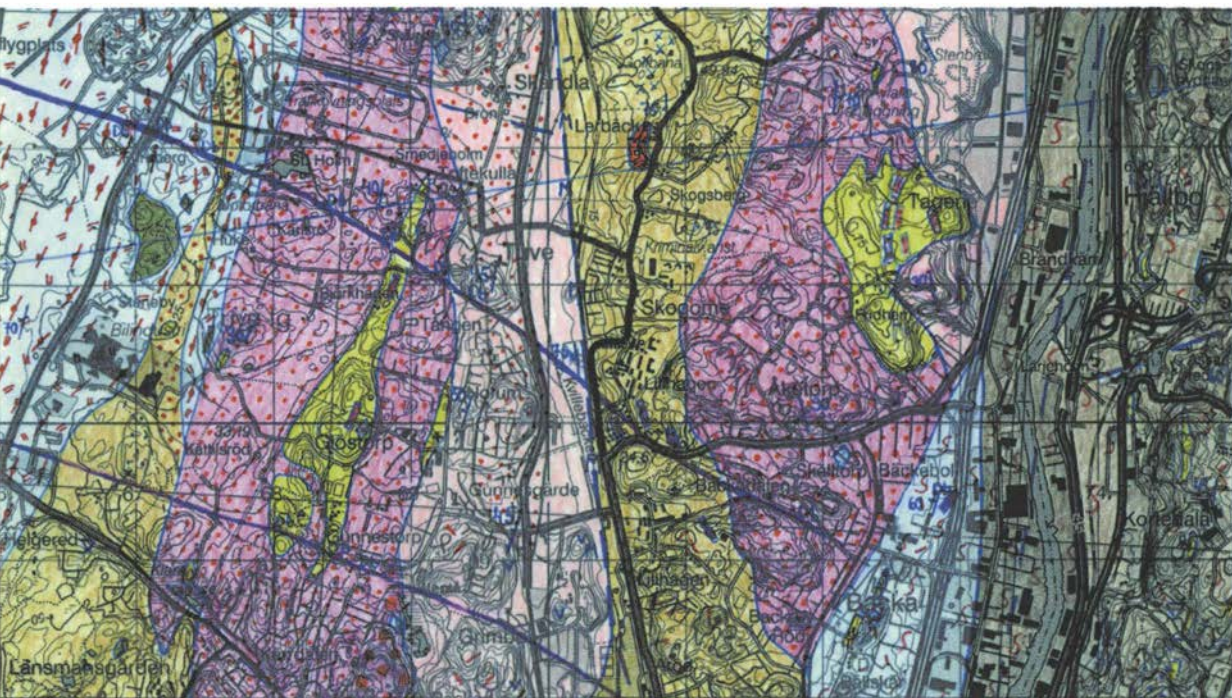
Göteborgsregionen är den första i raden av elva områden, för vilka den information som anses behövlig för den kommunala verksamheten tas fram på ett integrerat sätt och i samråd mellan SGU och respektive kommun eller kommuner. I Göteborg är det Stadsbyggnadskontoret, Miljöförvaltningen och Gatubolaget som är SGU:s samarbetspartners. Göteborgsprojektet, som arbetet kallas, påbörjades våren 1998 och skall vara färdigt i december i år.

Berggrundskartan över Göteborgs kommun i skala 1:50.000 grundar sig på en äldre berggrundskarta från 1977 över de östra delarna av kommunen och nykartering av det övriga området. Berggrunden domineras i väster, i Göteborgs södra skärgård och de västra delarna av Hisingen, av ådrade och migmatiserade ybergartsgnejser (omvandlade gråvackor). De tillhör Stora Le-Marstrandsgruppen. Ursprungsmaterialet avsattes på havsbotten för drygt 1600 miljoner år sedan. I de få välbevarade partier som finns, är bergarten grå och finbandad. Banden är vanligen glimmerrika, men enstaka sandiga lager förekommer.

I området öster om Göta älv dominerar ådergnejser av magmatiskt ursprung. De är gråröda till grå och har granitisk till tonalitisk sammansättning. Bergarten bildades för ca 1600 miljoner år sedan. I ådergnejserna förekommer en ögonförande gnejs som långsmala, ihållande band, som tydligt visar den storskaliga veckbilden. Västerut finns gråröda till grå, granitiska till tonalitiska gnejser i två nord-sydliga stråk. Det ena sträcker sig från Billdal i söder, genom västra Göteborg och norrut till Säve på Hisingen. Det andra sträcker sig från Guldheden i centrala Göteborg och norrut till Kungälv. Bergarten är svagt gnejsig och bildades för ca 1560 miljoner år sedan.



Göteborgsprojektets innehåll.



Berggrundskarta över en del av Göteborg, skala 1:50.000.

En granitisk, ibland ögonförande gnejs förekommer också i två nord-sydliga stråk. Det ena sträcker sig från Änggårdsbergen i södra Göteborg, över Tuve på Hisingen till Kungälv i norr. Det andra sträcker sig från Backa på Hisingen norrut till Kungälv. Bergarten har kallats RA-granit, på grund av att den har förhöjd gammastrålning (radioaktivitet). Gnejsen grusvitrar lokalt. Den bildades för ca 1310 miljoner år sedan. Parallellt med och väster om RA-graniten båda stråk förekommer en ögonförande granit (Askimsgranit). Den är gråröd och massformig till svagt gnejsig. Enligt en åldersbestämning är den ca 1340 miljoner år gammal.

Spritt över kartområdet finns en del mindre massiv av metabasiter av olika ålder. De äldre är gnejsiga och ibland ådrade medan de yngre är massformiga till gnejsiga.

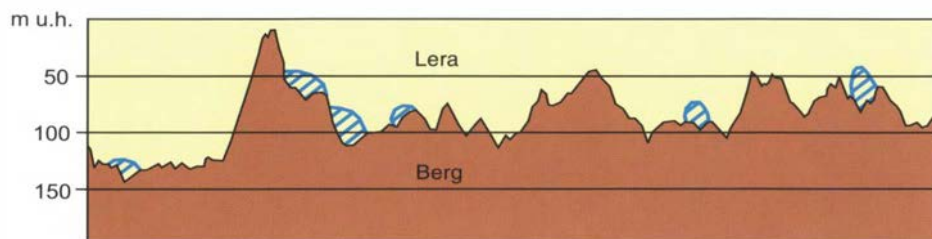
Det yngsta bergartsmassivet finns på Vinga med omgivande öar i Göteborgs skärgård. Bergarten är grå, massformig och innehåller upp till 5 cm långa plagioklasströkor. Den trängde in i omgivande berggrund för ca 940 miljoner år sedan.

Pegmatitgångar av olika åldrar förekommer inom hela kartområdet. De yngre har varit föremål för kvarts- och fältspatbrytning. På Hisingen och i Billdal

klipper ett antal diabasgångar tvärs över den äldre berggrunden. De stryker i västnordväst-ostsydostlig riktning och är brantstående. Deras ålder är troligen 650 miljoner år.

I projektet framställs också en **bergkvalitetskarta**. Den grundar sig på berggrundskartan, fältkontroll och provtagning för tekniska, geokemiska och mineralogiska analyser av alla större bergartsenheter. Omkring 45 lokaler har undersökts. På provlokaler har mätningar av sprickor och sprickfrekvens gjorts. 70–100 kg bergartsmaterial har tagits för teknisk och kemisk analys. Tunnslip har framställts från varje bergartsprov för petrografisk analys m.m. Berggrundens strålning har undersökts med hjälp av gammaspakrometer. Med utgångspunkt från analyserna görs en indelning i olika bergkvalitetsklasser.

Jordartskartan över Göteborgs kommun är framställd genom att digitalt sammanföra tre redan karterade jordartsblad. Den har förenklats jämfört med en traditionell jordartskarta i skala 1:50.000 och innehåller enbart 10 klasser. Ny information har tagits fram genom att kommunens grundkartor i skala 1:4000 använts. Dessa grundkartor innehåller geotekniska borrh-



Maringeologisk profil längs Göta älv mellan Göteborgs centrala delar och Nordre älvs början. Blått visar förekomst av sand, grus eller morän.

ningar och avgränsningar av berg i dagen som kommer bl.a. från äldre lantmäteriförrättningar, där lantmätaren avgränsade hållmarken för att den inte var värd lika mycket som omgivande lermark.

Ett urval om 500 av de ca 120.000 geotekniska borrhningar som finns registrerade på kommunen har lagts in i SGU:s Jorddagbok (Accessdatabas). Lagerföljder bestående av ca 100 m lera på 20–30 m sand, grus eller morän är inte ovanliga i de centrala delarna av staden. Jorddjup från Brunnsarkivet på SGU är också åtkomliga i jorddatabasen över Göteborg.

Grundvattenkartan för Göteborgs kommun tas fram enligt metodiken för hur kommunvisa grundvattenkartor i skala 1:50.000 görs vid SGU. Förutom grundvattenkartan kommer en underlagskarta för grundvattenskydd också att produceras. Isälvsavlagringar och randbildningar (morän och sorterade jordarter) är de viktigaste vattenförande bildningarna oavsett om de finns i ytan eller ligger mer eller mindre under mäktig lera. För de vattenförande avlagringar som går i dagen och bildar "öppna" magasin har jordartskartans avgränsningar använts. De slutna magasinerna är dock mindre kända inom kommunen och därför har en hel del insamlingsarbete koncentrerats på att försöka avgränsa friktionsmaterialets mäktighet och utbredning under leran.

För att beskriva grundvattnets strömning har grundvattennivåer mätts i ett antal av Gatubolagets observationsrör. Långa mätserier, från slutet av 1960-talet, finns från ett antal observationsrör, och data från representativa rör kommer att redovisas. Analys av grundvattnets kemi sker på vatten från några av dessa rör. Framförallt är det utbredningen av salt grundvatten samt förekomst av tungmetaller som är av intresse. Inventering har också skett av den kemiska kvaliteten hos vattnet i kommunens fåtaliga källor.

Den geokemiska undersökningen, markgeokemi och biogeokemi, syftar till att ta fram bakgrundshalter och belastningsnivåer av tungmetaller i kommunen. Dessutom skall identifiering av diffust förorenade

områden göras och beräkning av tidsvariationen (10 år) av metaller i vattendragen.

Den markgeokemiska provtagningen har gjorts i jordlagren från ca 5 cm under markytan och ner till ett djup av ca 70 cm där jordarten bedömdes vara opåverkad. Provtagningen har utförts i parkområden eller i områden där bebyggelse saknas.

Den biogeokemiska undersökningen har gjorts på bäckvattenväxter. Av särskilt intresse för dessa undersökningar har varit vattendrag runt Delsjön. Delsjön fungerar som reservoar för ytvatten från Göta älv innan det renas och distribueras till invånarna i Göteborgsområdet. Dessutom kommer vattendragen att undersökas runt ett område där äldre grustäkter fyllts med hushålls- och byggavfall sedan 1970-talet.

Den maringeologiska undersökningen syftar till att kartlägga havsbottnarna inom Göteborgs kommun. Seismiska undersökningar och provtagning har utförts, bl.a. för miljöundersökning av bottensediment. Förutom havsbottnarna har Göta älvs botten från de centrala delarna av Göteborg upp till Nordre älv undersökts med seismisk utrustning. Resultaten (se profil ovan) visar på en ojämn berggrundsytta under de mäktiga lerlagren. Här och var finns grus, sand eller morän mellan leran och berggrunden. Dessa avlagringar kan korreleras till randstråk på land, bl.a. har Göteborgsmoränen kunnat påvisas under leran.

Leverans till kommunen av plottade kartor och databaser sker under projektets gång. De digitala databaserna levereras i MapInfo. Det är inte enbart kommunen som kommer att använda databaserna och kartorna, utan de kommer förhoppningsvis också att användas av Vägverket, konsultfirmor m.fl.

Mats Engdahl är jordartsgeolog och projektledare, Inger Lundqvist är berggrundsgeolog och kartbladsansvarig och Sven Erik Sundevall är jordartsgeolog; alla vid Sveriges geologiska undersökning i Göteborg.

Unik sedimentscanner utvecklad

INGEMAR CATO, ANDERS RINDBY & JONNY RUDOLFFSSON

I ett samarbetsprojekt mellan Sveriges geologiska undersökning, Chalmers tekniska högskola och Cox Analytical Systems AB i Göteborg har en digital röntgenscanner för sedimentkärnor samt mjukvara för bearbetning och analys av röntgenbilder i PC-miljö utvecklats. Cox Analytical Systems har byggt det första exemplaret som sedan sommaren 1999 finns installerad på SGU:s undersökningsfartyg S/V Ocean Surveyor. Instrumentet, som är avsett för detaljstudier av sedimentkärnor, är världsunikt och har väckt stort internationellt intresse. Varför har nu tekniken väckt så stort intresse och varför behövs denna typ av instrument?

I både sjöar och hav utgör sedimenten från bottenområden med aktiv och kontinuerlig sedimentation mycket viktiga sänkor för miljögifter. Bildligt skulle man kunna beskriva sänkorna som "latrintunnans" botten, dit förr eller senare miljögifterna förs. De översta millimetrarna av en sedimentkärna från ett sådant område består av det yngsta sedimenterade materialet, motsvarande de senaste årens deposition, medan djupare liggande sedimentlager motsvarar svunna tiders deposition. Desto djupare liggande sedimentlager desto längre tillbaka i tiden ägde avlagringen rum. Sedimenten utgör därför ett historiskt arkiv, vilket bl.a. lett fram till att sediment blivit ett viktigt verktyg i övervakningen av vår akvatiska miljö. Världen över nyttjas sedimentkärnor till att historiskt dokumentera förändringar i tillförseln av miljögifter. Ytsediment utnyttjas för att spegla den aktuella miljöbelastningen, alternativt för att följa spridningen av utsläpp från industrier och samhällen.

De fysikaliska, kemiska och biologiska sedimentprocessernas karaktär och aktivitet reglerar bildningen, depositionen och omlagringen av sediment och därigenom också bottnarnas sammansättning och strukturella uppbyggnad. Temporala variationer i kemisk belastning, i bioturbation (biologisk omröring) och hydrodynamisk aktivitet (ström- och våg-

påverkan) inverkar på det avlagrade materialets sammansättning och återspeglas strukturellt i lagerföljden. En dokumentation av förekommande strukturer i sedimentet är nödvändigt för att på så sätt kunna bedöma skiftningar i tiden av avlagringsförhållandena och sekundär påverkan genom t.ex. grävande organismer, gasbildning, sättningar m.m. Dessa bedömningar är i sin tur avgörande för en korrekt tolkningen av sedimentkemiska data och miljögiftsbelastningen på botten. Är sedimentet omrört av t.ex. organismer kan detta resultera i att det historiska arkivet förstörts eller förändrats på ett sätt så att det inte längre speglar den historiska utveckling som eftersöks.

Radiografisk teknik – ett hjälpmedel

Dokumentationen av unga, mycket vattenhaltiga och i vissa fall gasrika sediment har varit ett stort problem och i många fall nästan omöjligt eftersom man inte kan skjuta ut sedimentkärnan ur provtagningsröret med mindre än att sedimentet flyter ut och sedimentstrukturerna förstörs.

Radiografisk teknik, dvs. röntgenteknik, har därför under mer än 30 år tillämpats vid studier av okonsoliderade (mycket vattenhaltiga) sedimentkärnor. Man har på så sätt kunnat avbilda sedimentkärnan i vertikalt läge medan den fortfarande är intakt inuti provtagnings-

röret. Denna teknik har hitintills baserats på konventionell röntgenfotografering som innebär framkallning, fixering, sköljning och torkning av röntgenfilmen. Förfarandet är omständligt och sedimentkärnans kvalitet har inte kunnat bedömas förrän många timmar efter provtagningen. Den fotografiska teknikens relativt ringa dynamiska omfång samt dess "analog" karaktär begränsar dessutom det analytiska värdet av tekniken. Därtill kommer de optiska parallaxfel som uppstår vid avbildningen.

Det har därför förelegat ett mycket stort behov av att kunna gå över till en ny snabb teknik där resultat och utvärdering kan ske i direkt följd på provtagning. Detta skapar möjlighet att vid en misslyckad provtagning alternativt erhållen dålig sedimentkärna ta en ny sådan innan fartyget lämnar provtagningsplatsen.



Sedimentscannern ombord på SGU:s fartyg S/V Ocean Surveyor laddas med en sedimentkärna för digital röntgenavbildning. Foto F. Klingberg 1999.

Med den nu utvecklade sedimentscannern kan man på mindre än 10 minuter dokumentera inre strukturer i en nyupptagen sedimentkärna - och detta innan sedimentpelaren med angränsande bottenvatten pressas ut ur provtagningsröret. Detta sker genom att den konventionellt använda fotografiska registreringen ersatts med en serie av diodelement samt med ett bildanalyssystem som mer direkt kan identifiera de olika sedimentlagren och stukturerna. Detta medför att man snabbt kan avgöra om sedimentkärnan är lämplig för t.ex. miljökemiska analyser eller för studier av årsvarvighet.

Den radiografiska analysen är av "icke förstörande typ", vilket medger att samma sedimentkärna kan användas för andra analyser.

Den nya tekniken

För att åstadkomma en röntgenstråle med tillräcklig intensitet och med lämplig dämpning har en platt, intensiv röntgenstråle med tvärsnittsdimensionerna $50\ \mu\text{m} \times 25\ \text{mm}$ skapats. Strålen tillåts penetrera en sedimentkärna som rör sig vinkelrätt mot strålriktningen. Den överförda strålningen kommer att registreras direkt av 512 dioddetektorer linjerade efter provet och så att de täcker strålens tvärsnitt. Härigenom uppnår man mycket hög effektivitet och undviker parallaxfel och spridning i provet, vilket annars skulle ge en försämrad bildupplösning. Genom att röra en sedimentkärna i röntgenstrålen och samtidigt och synkront läsa av linjekameran kan man linje för linje bygga upp en digital radiografisk bild av sedimentkärnan.

Genom att utnyttja dioddetektorer görs registreringen av röntgenfotoner med en mycket större känslighet jämfört med fotografisk registrering. Detektorerna är sammansatta i långa rader där varje enhet är av storleksordningen $50\ \mu\text{m}$ (att jämföra med t.ex. ett hårstrå som är ca $100\ \mu\text{m}$ brett). Detta innebär att röntgenregistreringen kan ske med hög rumslig upplösning och med mycket hög känslighet.

Jämfört med konventionella fotografiska medier har dessa detektorer i varje punkt ett avsevärt större dynamiskt omfång. Härigenom kan man registrera och analysera mycket mindre densitetsvariationer än vad som tidigare varit möjligt.

Signalerna från detektorerna läses in direkt i ett datorminne och en digital bild skapas. Genom att applicera modern bildanalys kan man låta datorn automatiskt beräkna ett antal kvalitativa och kvantitativa parametrar samt att tillåta en operatör att interaktivt utföra olika kombinationer av bildanalytiska processer. Bilderna och de analytiska resultaten kan med fördel lagras i databaser för att lätt kunna jämföras med andra typer av sedimentdata.

Systemet är inbyggt i ett mät-kabinett för säker hantering, bestrålning och registrering av sedimentkärnor (se bilden på motstående sida). Kabinettet är strålningstätt och uppfyller Strålskyddsinstitutets högre krav på avgiven stråldos. Dessutom är kabinettet försett med ett dubblerat system med säkerhetsbrytare som hindrar att det oavsiktligt öppnas under mätning. Röntgensystemet är således mycket säkert för omgivningen och operatören. Precisionen för förflyttning av mätdelar med steglös motor är väl anpassad till noggrannhetskraven (repeternoggrannhet max $\pm 20 \mu\text{m}$). De rörliga delarna är avlastade med motviktssystem för att tåla hård sjögång.

Tekniken kan utnyttjas vid åldersbestämning

Bilden till höger visas ett exempel på en digitalt scannad sedimentkärna från skärgårdshavet utanför Norrtälje. Sediment-

Digital röntgenbild av årsvarvig sedimentkärna från Norrtäljes skärgårdshav. Det översta ljusa skiktet är bottenvatten. Bred den på kärnan är 6 cm. Foto I. Cato 1999.

kärnan uppvisar en regelbunden laminering, dvs. densitetsvariationer som sammanhänger med den årsvisa sedimentationscykeln. Varje tunt lager, eller varv, motsvarar ett år. Genom att mäta årsvarvens mäktighet kan sedimentationshastigheten bestämmas och genom att räkna årsvarven kan åldern i olika delar av sedimentkärnan fastläggas. Därmed kan miljökemiska analyser från olika nivåer i kärnan tidfästas och den miljöhistoriska utvecklingen klarläggas. På så vis kan geologen t.ex. avgöra när ett miljögift inträtt i tid och rum och om tillförseln ökar eller om reningsteknik eller förbud minskat belastningen. Sediment-scannern blir därmed ett ovärderligt verktyg i bl.a. miljöövervakningens tjänst.

Finansiell hjälp till utvecklingsprojektet har erhållits från SGU:s Stöd till geovetenskaplig forskning.

Ingemar Cato är chef för marin-geologiska enheten vid Sveriges geologiska undersökning i Uppsala.

Anders Rindby är universitetslektor vid Sektionen för fysik och teknisk fysik, Chalmers tekniska högskola och Göteborgs universitet.

Jonny Rudolfsson är ingenjör vid Cox Analytical Systems AB i Göteborg. Företaget utvecklar och marknadsför avancerade instrument för analys av grundämnen, densitet och bilder i mikroskala, bl.a. Itrax sedimentscanner.



Därför behövs en geologisk grundsyn i samhället

Getryggsformad ås norr om Gällivare. Foto Curt Fredén 1994.

Geologiska processer har skapat viktiga förutsättningar för dagens flora och fauna. Eftersom geologin utgör "golvet" i ekosystemet är det nödvändigt att ett ekologiskt betraktelsesätt också tar hänsyn till geologin. Av den geologiska mångfalden kan vi lära oss att förstå såväl jordens uppbyggnad som livets utveckling samt hur geologin har skapat våra livsförutsättningar.

Att bevara den geologiska mångfalden bör, liksom bevarandet av den biologiska mångfalden, självklart ingå i miljöarbetet.

Enligt 1997 års regeringsförklaring skall Sverige vara en pådrivande kraft och ett föregångsland för en ekologiskt hållbar utveckling. De tre övergripande målen för att förverkliga denna vision är:

- skyddet av miljön,
- en effektiv användning av energi och andra naturresurser,
- en hållbar försörjning.

De geologiska förutsättningarna utgör en grund för allt liv. Om Sverige skall lyckas med att för-

verkliga ett långsiktigt ekologiskt hållbart samhälle, och dessutom framstå som ett föregångsland härvidlag, krävs att begreppet naturmiljö i miljöarbetet vidgas, så att detta även omfattas och präglas av en geologisk grundsyn. En ekologiskt hållbar utveckling kan endast åstadkommas utifrån ett betraktelsesätt som omfattar naturen i dess helhet. Detta synsätt är nödvändigt hos alla om vi skall kunna överlämna ett värdigt naturarv till kommande generationer.

Internationella insatser (bl.a. UNESCO/IUCN) görs för samordning, framförallt inom Europa, vad gäller geologiska aspekter och behov av skydd av det geologiska arvet. I flera länder har man i dessa avseenden kommit betydligt längre än i Sverige.

I likhet med andra länder har Sverige ett internationellt ansvar inför framtida generationer att tillvarata och skydda de geologiska värden som vårt naturlandskap representerar i nordisk, europeisk och global skala. En arbetsgrupp under Nordiska Ministerrådet sammanställer f.n. en rapport med titeln "Geodiversitet i nordisk naturvård".

Geologisk mångfald

Geologisk mångfald är variationen i berggrunden, i jordavlagringarna, hos terrängformerna samt i de processer som påverkat och fortlöpande påverkar jordens yta. Variationerna skapar olika geotoper som ger förutsättningar för skilda biotoper. Det pågår en ständig växelverkan mellan biologiska organismer och deras livsmiljö – växter och djur påverkas av och anpassas till omgivningen, medan denna i sin tur påverkas och förändras av organismernas liv.

Naturen innehåller unika geologiska arkiv. Om geologiska naturvärden förstörs eller utarmas kan dessa värden inte återskapas av människan. De geologiska arkiven är nyckeln till det förgångna. Utan dem går information om landskapets och livets utveckling förlorad. Människan kan då aldrig förstå de storskaliga processer som styr och styr livets och klimatets utveckling och inte heller bedöma sin egen inverkan på jorden och dess klimat. Samhället och kommande generationer berövas möjligheten att betrakta framtiden mot bakgrund av svunnen tid.

Av den geologiska mångfalden kan vi alltså lära oss att förstå såväl jordens uppbyggnad som livets utveckling samt hur geologin har skapat våra livsförutsättningar.

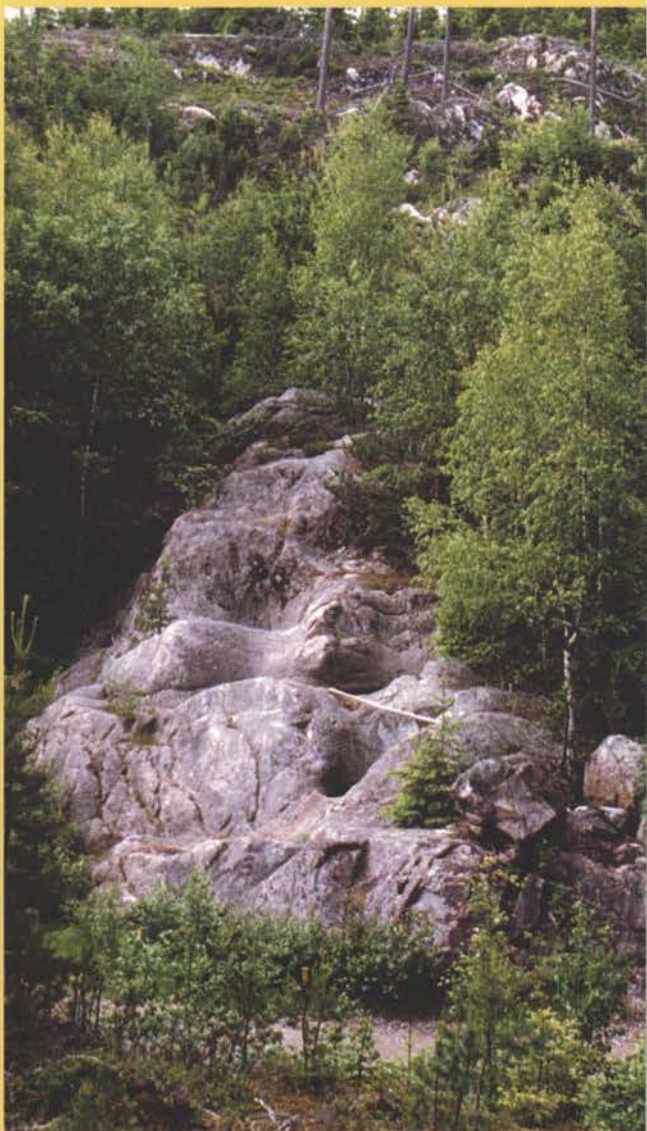
Den geologiska mångfalden representerar så-

väl vetenskapliga och pedagogiska som sociala och kulturella värden och måste bevaras för att

- säkerställa orörda, representativa och särpräglade inslag i landskapet,
- kunna tolka, och i framtiden omtolka, jordens och landskapets utveckling,
- ha tillgång till representativa och särpräglade geologiska bildningar för forskning, utbildning och rekreation,
- förstå och följa de geologiska processerna,
- bevara förutsättningar för biologisk mångfald.



Klotgranit, Slättemossa, Virserum, Småland. Foto Lars Persson 1984.



Jättegrytor, Håltebyn, västra Värmland. Foto Curt Fredén 1998.

Vårt geologiska arv

Sveriges naturlandskap är variationsrikt och innehåller spår och vittnesbörd från jordens långa utvecklingshistoria med t.ex. kontinentkollisioner, bergskedjeveckningar, vulkanism och nedisningar. Utvecklingen omfattar även nedbrytande processer där bergskedjorna under årmiljoner långsamt vittrar ner och strömmande vatten för ut vittringsmaterialet i havet. Där avsätts mäktiga sedimentlager vilka med tiden ombildas till bergarter, som vid kommande kontinentkollisioner bildar nya bergskedjor och landområden. Spåren av livets utveckling och mångfald har bevarats som fossil i bergarter som kalksten och skiffer. Landskapets former speglar även yngre händelser. Inlandsisarna och smältvattnet från dessa har skulpterat fram ytformer såsom rundslipade berghällar, mäktiga moränformationer, långa rullstensåsar och vida lerslätter i ett landskap som senare koloniserats av växter och djur. Landhöjningen, ras och skred, vittring, vind och vattenerosion samt sedimentation och ke-



Grustag i Buxerud, norr om Kristinehamn. Foto Curt Fredén 1992.

misk utfällning är exempel på pågående processer som förändrar dagens landskap.

De geologiska förhållandena i Sverige och resten av Norden är ur flera aspekter unika.

Urbergsskolden i de nordiska länderna kan,

Torvbrytning norr om Sveg. Foto Curt Fredén 1998.



som enda region i Europa, uppvisa bildningen och uppbyggnaden av en kontinent, i vilken processerna började för drygt 3 miljarder år sedan. Stora delar av den nordiska berggrunden är äldre än 545 miljoner år, vilket saknar motsvarighet i övriga Europa som domineras av yngre berggrund.

Fjällkedjan är ett nyckelområde för dokumentation av kollisionen mellan två kontinenter. Liknande processer har skett och sker fortfarande i andra, yngre bergskedjor, t.ex. Alpena och Himalaya, men vår fjällkedja är ett av de äldre bevisen på jorden för kollisionsprocesser och bergskedjebildning.

Ett stort antal av naturens grundämnen och mineral har ursprungligen upptäckts i den svenska berggrunden. Vissa av mineralen finns bara i Sverige.

De fossilförande bildningarna t.ex. på Gotland och i Skåne är viktiga länkar i förståelsen av jordens och livets utveckling.

Sverige ingår i ett av de fåtal områden som har varit nedisade under den senaste istiden. Inlandsisarna har gett upphov till en mängd formelement och avlagringar vilka ger oersättlig information om nedisningsförloppen, klimatet, landskapet samt florans och faunans förändringar under det skede av jordens historia, som vår tid utgör en del av.

Problem

Under den senaste 30-årsperioden har ett ekologiskt tänkande grundat på ett huvudsakligen biologiskt synsätt utvecklats och slagit igenom i Sverige. Samtidigt har den geologiska vetenskapen utvecklats kraftigt liksom kunskapen om sambanden mellan geologi och klimat samt miljöförändringar. Den biologiska grundsynen har spridits till beslutsfattare och allmänhet, styrt miljöarbetet samt påverkat samhällsplaneringen. Motsvarande har inte skett med geologin. Orsakerna till det torde vara flera, men geovetenskapernas svaga ställning i skolundervisningen har säkert stor betydelse härvidlag.

Geologi i miljö och naturvård

Miljö- och naturvårdsarbetet är i stor utsträckning inriktat på bevarandet av den biologiska mångfalden. Frågor relaterade till geologiska förhållanden och sambanden mellan geologisk



Tuveskredet. Foto Curt Fredén 1977.

och biologisk mångfald är inte uppmärksammade i önskvärd utsträckning.

Majoriteten av tjänstemän och politiska beslutsfattare, som hanterar frågor kring naturen, har liten eller ingen geologisk kunskap. Geologi och biologi inom miljöarbete behandlas ofta var för sig, och med tonvikten på de biologiska aspekterna. Geologiska företeelser beskrivs oftast i alltför generella termer som "landskap", "mark", "strövområden" etc. och det är vanligt att växt- och djurliv får definiera en naturtyp. Ett tydligt tecken på att en helhetssyn saknas är att geologiska företeelser generellt ses som isolerade fenomen eller geografiskt avgränsade ytor i stället för att ses i ett större sammanhang och även betraktas som det ekologiska golv det utgör för växt- och djurliv.

Vid sidan av naturvårdens arbete med områdesskydd finns geologiska naturvärden utan skyddsstatus som inte uppmärksammas i tillfredsställande grad. Dessa områden kan även ha pedagogiska, kulturella, socioekonomiska eller estetiska värden.

I den pågående översynen av områden och objekt av riksintresse för naturvärden enligt 3 kapitlet 6 §, andra stycket, miljöbalken, utgör geovetenskapliga riksvärden cirka en tredjedel. En stor del av dessa, liksom de av regionalt eller lokalt intresse, saknar lagligt skydd.



Isräfflad rundhall, Callnö, Stockholms skärgård. Foto Curt Fredén 1991.



Sandvågor på Östersjöns botten, 15 km SV Ystad. Foto Maringeologi, SGU.

Geologi i den fysiska planeringen

Den fysiska planeringen syftar till att ge möjlighet att utnyttja landskapet på det mest ändamålsenliga sättet. Bristande kunskap gör dock att man i planeringen inte alltid uppmärksammar geologiskt betingade risker eller möjligheter. Det kan leda till olyckor t.ex. vid ras eller skred och till att naturresurser, såsom grundvatten, grus, berg eller jord, förstörs eller inte kan nyttjas effektivt. Samhället kan åsamkas stora kostnader om byggande sker på olämpliga platser eller med olämpliga metoder. I vissa fall kan misstagen åtgärdas, men reparerande verksamhet medför alltid höga kostnader för såväl samhället som för individen.

Konflikter uppstår ofta mellan naturvårdsintressen, exploatering och samhällets utbyggnad. Med teknikens hjälp har människan blivit en ansenlig geologisk kraft. Vi skapar nya landformer och förändrar den naturliga miljön, t.ex. genom bebyggelse och infrastrukturutbyggnad, skogs- och jordbruk, invallningar, anläggning av dammar och upplag, gruvverksamhet samt täkter i berg, grus, sand, lera och torv.

Takten i exploateringen av naturresurser är hög och merparten av naturlandskapet oskyddat härvidlag. Vid exploatering i dag dokumenteras de geologiska förhållandena varken i nöjaktig grad eller på ett enhetligt sätt. Väsentliga värden går därför förlorade för alltid.

Geologisk kunskap i samhället

Problembilderna som beskrivits ovan är sammanflätade. Brist på allmänbildning och kompetens inom geo-orienterade ämnen i samhället medför att förutsättningarna för förståelse mellan geolog, beslutsfattare och allmänhet är otillräckliga.

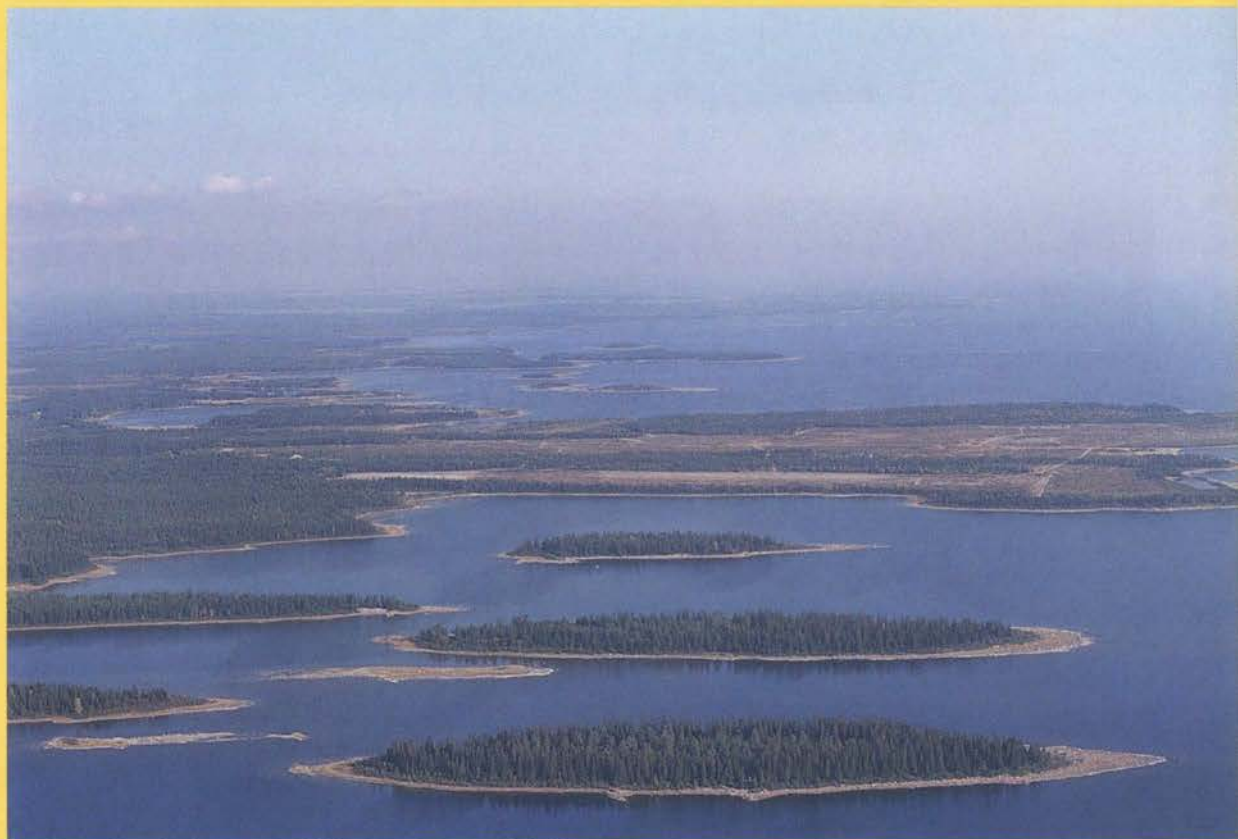
Det innebär i sin tur att geologiska frågor inte blir identifierade eller handlagda inom miljö- och naturvård samt fysisk planering. Det har vidare lett till att felaktiga beslut har fattats i frågor som rör byggande och naturresursutnyttjande, vilket medfört ökade kostnader för samhället.

Behov av förändring

Ökade utbildningsinsatser och förbättrad information behövs. Det är nödvändigt att höja den allmänna kunskapsnivån i Sverige vad avser de geologiska ämnesområdena. Att väcka intresse för och sprida kunskap om geologi behövs för att skapa förutsättningar för samhällets planering samt natur- och miljöförvaltning.

Förändring krävs i synsätt inom natur- och miljövård samt fysisk planering, för att kunna förstå, beskriva och ta hänsyn till landskapets olika förutsättningar.

Oavsett skyddsstatus blir ett markutnyttjande ekologiskt försvarbart först när hela landskapets mångfald ses som en tillgång och förvaltas därefter. Av planeringsunderlag skall framgå vilka områden som är värdefulla, varför de är värdefulla och hur värdefulla de är. Utökat hänsynstagande och lagligt skydd för värdefulla geologiska miljöer och objekt samt värdering av naturresurser och naturmiljö krävs.



Drumliners vid Bottenhavskusten norr om Skellefteå. Foto Robert Lagerbäck 1999.



Kulligt moränlandskap sydost Arvidsjaur. Foto Robert Lagerbäck 1998.

Förebyggande verksamhet är avgörande för att minimera olycks- och hälsorisker och därmed samhällets och individens kostnader. Genom bättre tillämpning av geologisk kunskap kan den fysiska planeringen utvecklas samt olyckor och skador undvikas eller minimeras.

Schaktning, borrhning och sprängning i samband med exploatering och utbyggnad innebär alltid en möjlighet till att få ny och fördjupad geologisk kunskap. Därför bör krav på adekvat dokumentation ställas i högre grad än i dag vid jord- och bergarbeten.

Det grundläggande behovet av förändring är således att öka kunskapen om geologins roll och betydelse för miljön för att ernå en geologisk grundsyn i samhället. För att möjliggöra detta krävs en klar politisk hållning och strävan i detta avseende.

Förslag till handlingsvägar

Nedan föreslagna handlingsvägar berör därför utbildning och folkbildning, kompetens i natur- och miljöförvaltning, fysisk planering, dokumentation, värdering och skydd.

- Den svenska skolan måste i naturorienterade ämnen förmedla geologins roll och betydelse.
- De olika geologiska aspekternas relevans måste ges ökad tyngd i utbildningen av planerare, arkitekter, ingenjörer, naturvetare m.fl.
- Geologisk information måste förmedlas till allmänheten genom att t.ex. skapa ett nationellt geologiskt museum, utveckla geoturism, upprätta ett nationellt nätverk av platser med geologiskt betydelsefulla studieobjekt



- Adekvat geologisk kompetens måste användas i fysisk planering, i natur- och miljöförvaltning samt i ärendehandläggning.

- I planer och handlingsprogram måste anges hur de geologiska förutsättningarna skall beaktas och tas tillvara.

- Tillståndsgivning för större ingrepp i naturen och för exploatering av naturresurser måste föras med krav på enhetligt utförd geologisk dokumentation.

- Den geologiska kartläggningen och inventeringen av landet måste kompletteras med en värdering av den geologiska mångfalden.

- Skyddet av värdefulla geologiska miljöer och objekt måste ökas.

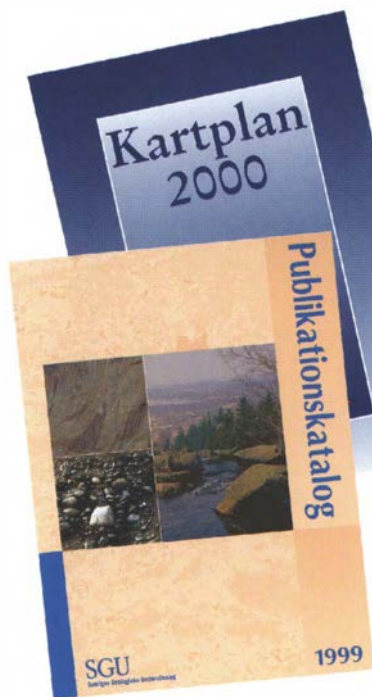
Kommande generationer skall ges möjlighet att råda över den fortsatta utvecklingen på det sätt de finner bäst. Genom att bevara den geologiska mångfalden får de möjlighet att själva utforska naturen, dess tillblivelse och utveckling före och efter vår tid.

Sveriges geologiska undersökning har i en rapport till regeringens miljömålskommitté (2000-02-03) framfört behovet av en geologisk grundsyn i miljömålsarbetet. Rapporten, liksom denna artikel, har utarbetats av enhetschef Ingemar Cato, i.e statsgeolog Curt Fredén, statsgeolog Karin Grånäs, i.e statsgeolog Lars Karis, statsgeolog Sven Lundqvist, direktör Gösta Persson och statsgeolog Gunnel Ransed, samtliga verksamma vid SGU i Uppsala.



Hela Sveriges geologi

samlad information från SGU



Sveriges geologiska undersökning (SGU) har geologisk information om jordarter, berggrund, grundvatten, havsbottenarnas beskaffenhet och markens halt av olika ämnen. I Kartplan 2000 finner du uppgifter om de områden som undersökts.

I den nyligen utgivna Publikationskatalogen redovisas kartor, beskrivningar och annan litteratur som givits ut av SGU.

Beställ kostnadsfritt informationsmaterial. Kopiera eller klipp ur kupongen och lägg den i ett kuvert och skriv "Frisvar SGU, 751 00 Uppsala".

Sveriges Geologiska Undersökning

Kundtjänst

Box 670, 751 28 Uppsala

018-17 90 00

Fax: 018-17 92 10

e-post: kundservice@sgu.se

Jag beställer kostnadsfritt:

- ☐ Kartplan 2000
- ☐ Publikationskatalog (1999)

Namn:

Adress:

Postadress:

Den saknade länken

HANS HELFRICH

(Föredrag hållet vid Geologsektionen/Sveriges Naturvetareförbunds årsmöte i Uppsala den 18/11 1999.)

På bergmekanikmötet i Salzburg för tre år sedan lämnade jag med föredraget "geologiska risker inom undermarksbyggandet" mitt geologiska testamente. Trodde jag. För ett år sedan höll jag ett föredrag för Byggnadsgeologiska Sällskapet. Och nu står jag här igen.

Jag hade egentligen gärna i en mera begränsad krets ventilerat mina tankar, eftersom jag som pensionär i princip har varit borta från utvecklingen och knappast kan vara up-to-date i aktuella frågeställningar, t.ex. nya forskningsprojekt inom ämnet. Men, man kan ju alltid försöka att framföra sina tankar. Arrangerandet av denna eftermiddag indikerar i alla fall ett behov.

Anledningen till detta föredrag är att jag senhösten 1997 av bara nyfikenhet deltog i Byggforskningsrådets seminarium "att bygga under marken". Där konfronterades jag dock med begrepp som *naturresurslagen*, *plan-bygglagen*, *vattenlagen*, *miljöskyddslagen*, *väglagen*, *lagen om järnvägsbyggande*, och för första gången med begreppet *miljöbalk* med krav på en skärpt lagstiftning och krav på en *miljökonsekvensbeskrivning* (MKB).

Vad skogen av lagar beträffar kan som en liten parentes vid denna uppräknings även nämnas gruvverksamheten, som på ett mycket tidigt stadium har skapat *gruvlagen* med stora krav på adekvat bearbetning och dokumentation av inte minst den geologiska aktiviteten under jord. Gruvforskningen har ägnat stor möda åt att bidra i den tekniska utvecklingen av geologin.

Det var i samband med seminariets anföranden som det sade – klick. Jag saknade med besked en *geologikonsekvensbeskrivning*. Följaktligen började jag skriva brev till en rad viktiga befattningshavare för att lägga fram mina tankar angående

- en geologikonsekvensbeskrivning (GKB)
- föreställningen att dagens miljökrav måste leda till en helt annan tyngd för ingenjörsgéologin och geohydrologin
- inskrivningen av GKB i MKB, som ju erfordrar mycket tidigare än vanligt djuplodande ingenjörsgéologiska och geohydrologiska undersökningar som underlag för planeringsstadiet.

På något sätt fick jag uppfattningen att tiden var mogen för ett generalangrepp. Därför skrev jag brev även till dåvarande miljöminister Anna Lindh med

baktanken, att ett MKB bara kan ge adekvata resultat när geologin och geohydrologin inkluderas, vilket i praktiken skulle betyda att en första förundersökning torde vara en obligatorisk del i MKB.

Jag fick följande svar: "Enligt den nuvarande miljöskyddslagen (och även förslag till miljöbalk) finns krav på att en MKB ska göras i samband med ansökan om tillstånd. Det är den tillståndsgivande myndigheten som bestämmer hur omfattande beslutsunderlaget, inklusive MKB ska vara. Redan idag finns det möjlighet för denna myndighet att kräva att en geologikonsekvensbeskrivning görs!"

I samband med ytterligare en förfrågan fick jag förtydligandet: "Anser tillståndsmyndigheten att en undersökning av de geologiska konsekvenserna behöver göras, skrivs kravet in i MKB".

Här finns angreppspunkten: har den geologiska miljön blivit ett politiskt föremål, vilket man kan betrakta som villkorlig bricka i val av projekt- eller kostnadsbedömning? Till en sådan slutsats kommer man, när man ser, hur geologisk kunskap faller bort vid projektering, bestämning av lokalitet, val av brytningsmetod och kostnadskalkyler. Och, för det andra: var finns expertisen i myndigheten som har kunskap att kunna avgöra om, när och varför GKB behövs?

Allt detta gäller inte bara Sverige. Vi har ett globalt problem – att man blundar för geologisk kunskap. Man får en aning om att geologin i allmänhet betraktas som suspekt. Det måste finnas orsaker till att man än idag stampar på samma ställe. Man har diskuterat utbildningen i geologi från olika synvinklar, man har försökt med popularisering, med radio och TV program. Men ändå utan genomslag. Mitt påstående är: ingenjörsgéologin kan och skall man inte popularisera! Vid sidan om den tekniska biten finns främst även en icke oväsentlig juridisk aspekt: ansvarsfrågan om någonting går snett. Kanske måste juridiken ingå i ingenjörsgéologin?!

När jag för över 50 år sedan vid kärnbörningen för kraftverket Glockner-Kaprun första gången förstod att den geologiska miljön har mycket stora praktiska konsekvenser, t.ex. för tätningsbehovet under dammarna, har detta – den praktiska tillämpningen – blivit ledmotivet för hela min yrkesbana: krav på beskrivning och adekvat värdering av de geologiska konsekvenserna för ingenjörbyggen främst under mark, vilket under 16 av 44 års aktiv yrkesverksam-

het även gällde gruvorna med oftast mycket svagt berg, således en ganska unik konstellation.

Skrämmande är på sätt och vis det faktum att jag redan 1973 i ett föredrag för Geologiska Föreningen med titeln "Teknikerns krav på geologisk tolkning" sade: När man i en kurs för underjordsbrytning upplever hur man som tekniker lyssnar till framförda geologiska synpunkter, dock tveksamt noterar den geologiska miljön och dess beskrivande men inte värderande karaktär, kan man bara konstatera att den geologiska miljön och dess betydelse för olika byggprojekt underjord marknadsförs på ofördelaktigt sätt. Detta bekräftas omedelbart vid byte till teknologvänligare ämnen såsom bormning, sprängning, indrift, nödvändig maskinpark m.m., där räknesticken flitigt hanteras och man snabbt räknar fram den ekonomiska konsekvensen av eventuellt vidtagna åtgärder.

Teknikern kräver uppenbarligen, att material och förutsättningar skall kunna omsättas i absoluta tal, direkt konvertibla till förväntade kostnader och åtgärder. Siffror har börjat spela en betydande roll i den med ingenjörsgéologin, eller byggnadsgeologin, nära besläktade bergmekaniken genom datorutvecklingen, där numeriska modeller och animation har fått allt större genomslag.

Under årets bergmekaniska kollokvium i Salzburg, nr 48, har geonumeriken därför haft en stor plats. Här är man beroende av realistiska värden på olika parameter ur den geologiska miljön. Cirkeln börjar sluta sig.

Ämnet ingenjörsgéologi är känt sedan 125 år. Trots den höga åldern är letandet efter konverteringen mellan ingenjörsgéologin och byggt teknik fortfarande högaktuell. På 70-talet har inom ramen för BeFo-projektet "Förundersökningars värde och omfattning", som jag hade förmånen att leda, således med kunskaper både från gruv- och anläggningstekniken. B.l.a. har framlagts en precisering av kravet på en adekvat geologisk-bergteknisk förväntningsmodell, undersökningsstrategi och prognosfilosofi med avsikten att lägga tyngdpunkten på de tekniska och ekonomiska konsekvenserna.

En målinriktad förundersökning, där varje tillämpad undersökningsmetod måste vara konsekvent anpassad till frågeställningen och definierade giltighetsområden, kommer att leda till konkreta svar vad de teknisk-ekonomiska konsekvenserna beträffar. Här skapades i princip underlaget till den saknade länken – nyckeln till avnämaren.

De flesta byggnadsgeologiska avhandlingar, rapporter, utlåtanden eller dylikt, slutar med tolkningar av mer eller mindre sofistikerad art och kanske med en prognos – utan stringent konvertering av geologiska data till konsekvenser ur praktisk, teknisk-ekonomisk och miljösynpunkt. Om man betänker att "miljön" (lika med omgivning, omvärld, yttre förhål-

landen) även används för de inre förhållanden, så kan man inte bortse från géologin. Vattnet är ju märkligt nog som mycket viktig miljöaspekt inkluderad. Men, att vattnet cirkulerar i berg, följaktligen i en geologisk miljö, måste ha glömts bort i och med att de geologiska förhållandena inte betraktas som del av "miljön".

Géologin tycks ha förblivit suspekt. Enligt min erfarenhet ligger en del i bristande förmåga att kunna tolka naturens bok, det vill säga att kunna ur géologin läsa vad som är av betydelse för byggandet, bristande förmåga att tala med ingenjören, och bristande förmåga att tillsammans med ingenjören kunna ställa projektrelaterade frågeställningar.

Vi géologer talar gärna på vårt eget språk om detaljer, statistik och decimaler utan att tänka på samlande drag som påverkar verkligheten och att bli förstådd även av utomstående.

1985 sade jag på seminariet "Geovetenskap och samhällsutveckling" följande: samtalen mellan géolog och ingenjör utvecklas oftast så att ena parten talar "ryska", den andra "kinesiska". Resultatet blir i bästa fall - missförstånd!

I brist på en stringent teknisk-ekonomisk inriktning av arbetssättet har det utvecklats olika typer av ingenjörsgéologin, nämligen *den akademiska varianten*, där utlåtandena späckas med vetenskapliga uttryck och ej ändamålsenliga undersökningsmetoder, som ingen tekniker kan tillgodogöra sig och begriper varför, och *den statistiska varianten*, där man med en stor mängd av data försöker presentera en hög grad av säkerhet (naturen följer ej decimallagen).

I båda dessa varianter saknas objektrelaterade, konkreta slutledningar som ingenjören kan bygga sina kalkyler på. Dessa varianter leder till en minskning av trovärdigheten angående ingenjörsgéologins betydelse. Därför finns den tredje varianten, nämligen *den bortglömda eller icke-beaktade varianten*, vilket innebär att ett korrekt utfört arbete med objektrelaterade slutsatser förblir obeaktat. Det kommer ju från geologisk håll och då vet man inte vad man skall tro. Denna tredje variant blomstrar fortfarande trots stora ansträngningar. Jag har många erfarenheter just från sådana fall och 1984 presenterad i publikationen "Motsats mellan geologisk realitet och projektering".

Slutsatsen blir att man med alla krafter och nya vinklingar måste verka för den enda tillämpbara varianten, *den teknisk-ekonomiska ingenjörsgéologin*, som bygger på objektrelaterade frågeställningar och krav på adekvat tolkning med besked om de geologiska faktorernas betydelse för viss operation, deras ekonomiska konsekvenser och risker, som sedan av målgruppen blir beaktade i den utsträckning vid projekteringarna som sunt förnuft förutsätter.

Det är dock för det mesta endast få tydligt framträdande faktorer som på ett avgörande sätt påverkar byggandet under marken. T.ex vatten, som i hög grad påverkar bergets stabilitetsegenskaper.

Utan objektrelaterade frågeställningar och syn för det "stora" eller "väsentligheter" kan man inte bygga en realistisk förväntningsmodell, kan man inte välja rätt undersökningsmetodik och utveckla en prognos som specificeras för varje parameter i åtgärds paketet.

Påpekandet att geologin inte är tillräcklig exakt eller säker håller inte om man omvandlar resultaten till teknisk-ekonomiska konsekvenser, där även osäkerheter beaktas. Risker finns i oriktiga och otillräckliga förväntningsmodeller, oriktiga undersökningstrategier och metodiken, ej förväntade strukturer och egenskaper, bristande relation till projektets dimension och betraktad område, och saknande osäkerhetsuppskattning av undersökningarnas resultat.

Det är ofta överraskningar genom oväntade och ogymsamma egenskaper och ospecificerade osäkerheter som leder till bristande beredskap och lösning av uppkomna situationer med stora ekonomiska risker som påföljd.

Desto mera skrämmande är det, när kända faktorer inte beaktas, som tidigare poängterades, därför att de har geologisk bakgrund. Det är helt uppenbart att insatsen av geologisk kunskapsförvärv måste variera mycket. Bra berg kräver lite, dåligt berg kräver mycket. En självklarhet? Sofistikerade drivningsmetoder kräver ännu mer! Ofta kan man med liten insats uppnå stor informationsnivå, ofta kan man med stor insats bara oväsentligt öka kunskaperna.

Alla projektbeslut måste, vad den ingenjörsgelogiska och hydrogeologiska delen anbelangar, baseras på en *prognosspecifikation*, helst grundad på en sannolikhetskalkyl och en riskanalys.

Allt detta grundas på en geologisk förväntningsmodell, som ofta är behäftad med osäkerheter. Bergmassan är ett anisotropt, diskontinuerligt och heterogent uppbyggt material som dessutom är vattenförande. Det sistnämnda har största betydelse. Detta visade BeFo-projektet "Förundersökningars värde och omfattning" med all tydlighet: i 77% av förstärkningsåtgärder har vatten varit delaktigt som orsak. Eftersom vattnet ingår i miljöanalysen, måste alltså även miljön för vattnet – berget – ingå i miljöanalysen och därmed i MKB såsom GKB.

Nils Edelman har skrivit (Gf nr 19): "Geologins status beror inte på vad geologerna kan göra utan på att allmänheten vet vad geologerna kan göra". Det ligger någonting i detta. Alla sjuka människor vet att det finns en läkare med kunskap. I vårt fall räcker det inte att allmänheten – ingenjörer, politiker, beslutsfattare – vet vad geologerna kan göra, utan dessa personer och instanser måste även kunna förstå vad geologerna måste göra, har gjort och varför! Alla vet att $2 + 2 = 4$ men många vet inte varför!

Självfallet måste man ta hänsyn till att underlaget för värderingarna kan i olyckliga fall vara flertydigt och därför leda till olika slutsatser. Läger man dock korten och osäkerheten på bordet, så kan man säker-

ligen komma fram till ett användbart resultat. Vi har idag möjligheten att i samarbete med bergmekaniken arbeta fram kvantitativ bergartsfördelning, kvantitativa data för bergmaterialets svaghet, en kvantitativ fördelning av bergklasser, kvantitativa data av bergets otäthet, en definition av strukturgeometrin, spänningsanalyser, underlaget till numeriska modeller, kvantitativa data för salvlängder, kvantitativa data för borrstålbrukning, kvantitativa data för fullortsborrning, kvantitativa data för dimensioneringen och kvantitativa data för förstärkningsinsatsen.

Lyckas man skapa den saknande länken, vilken alltså är lika med nyckeln till avnämaren (ingenjören, beslutsfattaren), har man gjort en samhällsvinst. Stora belopp kan sparas.

Tomas Franzén redogjorde i *Byggforskning* 1/98 för den pågående forskningen och nämnde riskanalys vid stora undermarksarbeten. Det gäller hur man bäst hanterar osäkerheter i förundersökningsresultat och deras tolkning som underlag för beslut; det gäller administrativa frågor som riskfördelning mellan olika parter och hur organisationen ska se ut, försäkringsfrågor och kvalitetsarbete, och det gäller metodval vid svåra geologiska förhållanden där olika drivningsmetoder kan vara mer eller mindre "robusta" och lämpade för att klara olika typer av problem under byggnadstiden.

Utökas denna uppgift med att hitta vägar hur man ökar säkerheten i undersökningsresultatet, så tillför man ett mycket positivt inslag. Kopplas till forskningen dessutom den samlade expertisen som finns i landet, kan målsättningen lyckas. För att insatsen inte bara skall bli en ny sten på stenhögen (Hallandsåsen indikerar att så är fallet med BeFo-projekt 18), eller att ingenjörsgelogin förblir en godtycklig och valfri bricka i beslutsfattningen, erfordras drastiska steg, en makromutation – utveckling av en GKB enligt tankegångarna i detta anförande.

Det är egentligen mycket märkligt. Inom varje fackområde finns osäkerheter, även t. ex. inom läkarvetenskapen. Men ingen ifrågasätter dessa. Man går till läkaren i alla fall. Eller gör självklart numeriska modeller! När det är fråga om miljön, den måste man naturligtvis ta hänsyn till. Men geologin? Då darrar man på manschetten!

För 10 år sedan stod jag på en bergknalle och sade: "I det här berget skall det fräsas". Det hördes ett ramaskri av sprängämnestillverkaren och jag blev nästan lynchad. Men, det blev fräsning.

Idag står jag här i Uppsala och säger lika bestämt: För att höja ingenjörsgelogins status måste den saknade länken utvecklas i stil med denna redogörelse, och kravet på en i MKB ovillkorligen förankrad GKB vara en självskriven målsättning! Utan darr på manschetten.

PRISER, UTNÄMNINGAR M.M.

Lindgrenpriset till Erland Grip och Krister Sundblad

Det nyinstittade Geologiska Föreningens Lindgrenpris "för betydande vetenskaplig forskning inom områdena malmgeologi och ekonomisk geologi" delas mellan professor **Erland Grip**, Huddinge, och professor **Krister Sundblad**, Trondheim. Priset kommer att delas ut vid föreningens årsmöte i Stockholm den 20 maj.



Erland Grip (f. 1905) avlade fil.lic.-examen vid Uppsala universitet 1935. Under åren 1928 till pensioneringen 1970 var Grip i olika befattningar anställd vid dåvarande Bolidens Gruvaktiebolag; 1928–35 som sommargeolog, 1935–39 som geolog,

1939–44 som chefgeolog och 1944–67 som chef för prospekteringsavdelningen. 1967–73 gjorde han interna sammanställning av Boliden Gruvaktiebolags material, dels om fjällkedjans geologi och malmer, dels om Bergslagens geologi och malmer.

En betydande del av Grips forskningsarbete utfördes inom Svenska Gruvföreningen och Stiftelsen Gruvforskningen. Särskilt kan nämnas hans insatser rörande malmstyrande strukturer och djupprospektering. Antalet vetenskapliga publikationer är betydande, varav ett flertal återfinns i internationella tidskrifter och serier. Under 1960-, 70- och 80-talen innehade han ordförandeposten inom ett flertal kommittéer i Stiftelsen Gruvforskningen. Grip har även gjort stora insatser för geologin och malmgeologin som föreläsare, föredragshållare, diskussionsledare och arrangör av symposier.

För sina insatser inom svensk malmgeologi promoverades Grip till filosofie hedersdoktor vid Uppsala universitet 1961 och tilldelades professors namn 1983.

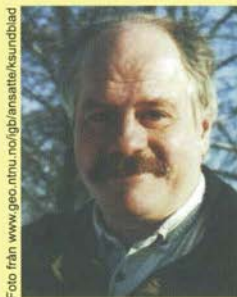


Foto från www.geo.ntnu.no/igb/ansatte/ksundblad

Krister Sundblad (f. 1952) disputerade 1981 vid Stockholms universitet. Han var geolog samt statsgeolog vid SGU i Uppsala 1979–86, men tjänstledig ett år för tjänstgöring för SGAB i ett SIDA-finansierat gruvprojekt i Nicaragua. Han förordnades

1985 som oavlönad docent vid Uppsala universitet. Under åren 1987–92 innehade Sundblad NFR:s särskilda forskartjänst i malmgeologi vid Stockholms universitet, där han 1993–97 var högskolelektor i geologi och geokemi. Han är sedan 1997 professor vid Institutt for Geologi og Bergteknikk vid Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU) i Trondheim.

Sundblad har arbetat med malmgeologiska problemställningar i de flesta delar av Sverige men hans verksamhet har också innefattat fyndigheter i Finland, Norge, Baltikum, Ryssland, Ukraina och Centralamerika. I sin forskning, som inkluderat arkeiska, proterozoiska, paleozoiska och kenozoiska orogener, har han kombinerat fältstudier med petrologi, geokemi och isotopgeologi. 1978–97 ansvarade han för undervisningen i malmgeologi vid Stockholms universitet, och under sina tre år i Trondheim har han byggt upp ett kombinerat teoretiskt/praktiskt undervisningsprogram anpassat till den industriinriktade utbildningen på NTNU.

Waldemar Lindgren föddes 1860 i Vassmolösa i Kalmar län. Efter studier och bergsingenjörsexamen vid bergs-akademien i Freiberg emigrerade han 1883 till Förenta staterna, där han avled 1939. Han var verksam vid U.S. Geological Survey 1884–1912 och professor i ekonomisk geologi vid Massachusetts Institute of Technology 1912–33. Lindgren var en av sin tids mest framstående malmforskare. Han påvisade bl.a. betydelsen av magmatiska processer vid uppkomsten av malmer, och hans integrerade studier av geologi och malmförekomster inom större områden lade grunden för uppfattningen om metallogena provinser. Han var även en pionjär inom malmmikroskopi. Lindgrens *Mineral Deposits* (1913) blev en grundläggande lärobok i många decennier.

PRISER, UTNÄMNINGAR M.M.



Foto: Pär Bränström, NFR

Michael G. Bassett och Marjorie Wilson hedersdoktorer vid Uppsala universitet

Michael G. Bassett, professor i geologi, National Museum of Wales, Cardiff, Storbritannien, har i sin forskning främst studerat sammansättningen och fossilinnehållet i den geologiska lagerföljd som bildades i Skandinavien och de brittiska öarna under ordovicium och silur, dvs. för mellan 400 och 500 miljoner år sedan. Inom det paleontologiska forskningsområdet har Bassett bidragit till systematiken av en rad olika fossilgrupper. Efter ett år som gästforskare i Uppsala i mitten på 1970-talet, har Bassett regelbundet samarbetat med geologer i Uppsala – dessutom under ytterligare ett år som gästforskare 1980.

Marjorie Wilson, professor i petrologi, University of Leeds, Storbritannien, är en världsledande auktoritet som forskare och pedagog när det gäller bergarternas bildningsprocesser. Wilson har tidigare varit gästprofessor i Sverige och utvecklat samarbete med berggrundsgeologer vid flera svenska universitet. I Uppsala har hennes forskning om jordmanteln kemiska processer bidragit till uppsalaforskarnas modeller över dynamiken i jordskorpan rörelser. Wilson är också engagerad i andra forskningsprojekt vid Institutionen för geovetenskaper i Uppsala.

Svante Björck ny professor i Lund

Svante Björck, som sedan 1994 innehar professuren i kvartärgeologi vid Köpenhamns universitet, efterträder den 1 juli Björn E. Berglund som professor i kvartärgeologi vid Lunds universitet.

NFR:s populärvetenskapliga pris till Dan Holtstam och Jörgen Langhof

Vid invigningen av Naturvetenskapliga forskningsrådets budkavleår "Naturvetenskap 2000", i Uppsala universitetshus den 23–24 januari, delade NFR bl.a. ut sina två priser, på vardera 25.000 kr, för bästa popularisering av naturvetenskap. Prisutdelare var NFR:s nye huvudsekreterare professor Kåre Bremer.

Forskarpriset tilldelades Dan Holtstam, intendent och forskare vid Naturhistoriska riksmuseets mineralogiska sektion, och Jörgen Langhof, föreståndare för Långbanmuseet i Långbans gruvby, för boken *Långban. The mines, their minerals, geology and explorers*, utgiven i mars 1999.

Journalistpriset gick till Ulrika Engström för artikeln "Sista skriet från döende stjärnor" publicerad i *Dagens Nyheter* den 23 oktober 1999.

Kåre Bremer ny huvudsekreterare vid NFR

Professor Kåre Bremer tillträdde den 1 januari som ny huvudsekreterare vid NFR för en period upp till sex år. Bremer är 51 år och professor vid Institutionen för systematisk botanik vid Uppsala universitet. Han disputerade 1976 vid Stockholms universitet med ett arbete om sydafrikanska korgblommiga växter. Idag arbetar han med blommäxtfamiljers släktskap och ålder. Under 1980-talet arbetade Bremer som intendent vid Naturhistoriska riksmuseet. Han var dekanus för biologiska sektionen i Uppsala 1993–99 och arbetade då med förändringar av bland annat forskningsprogram och institutionsorganisationen. Han har bland annat tagit initiativ till och lett arbetet med Evolutionsbiologiskt centrum vid Uppsala universitet, vilket invigs i april. Han har även deltagit i olika uppdrag inom European Science Foundation.

Kåre Bremer har sedan 1986 varit engagerad i NFR:s arbete. Under nio år arbetade han i biologikommittén och var i tre år ordförande i dåvarande publiceringsutskottet. 1992–95 var han ersättare i NFR:s styrelse.

Jonas Björck ny forskningsattaché i geovetenskap

NFR har anställt fyra nya forskningsattachéer. Liksom tidigare är syftet att minska tiden från vetenskaplig upptäckt till allmän kunskap och användning. Attachéernas uppgift är att skapa varaktiga kontakter mellan forskare och olika målgrupper i samhället såsom näringsliv, utbildningsväsendet, myndigheter och förvaltning.

Jonas Björck är nyexaminerad doktor i kvartärgeologi. Han efterträder Lucie Riad som lämnade attachétjänsten redan 1998, efter knappt ett års anställning.

GFF:s "Impact Factor"

Sedan 1995 är föreningens vetenskapliga tidskrift *GFF* medtagen i de listningar av periodiska vetenskapliga tidskrifter som sammanställs av det amerikanska informationsinstitutet *Institute for Scientific Information* (ISI). I början på året fick jag för första gången se några sidor ur 1997-års utgåva av ISI:s *Journal Citation Reports*, och en uppgift om hur *GFF* står sig i förhållande till andra internationella geologitidskrifter. Och jag blev glatt överraskad.

Varje tidskrift ges en s.k. Impact Factor (vilken är ett mått på det generella genomslaget hos en artikel i tidskriften) som, på ett för mig okänt sätt, framräknas ur ISI:s *Science Citation Index* (som är ett mått på i vilken grad en vetenskaplig artikel citeras i andra vetenskapliga artiklar).

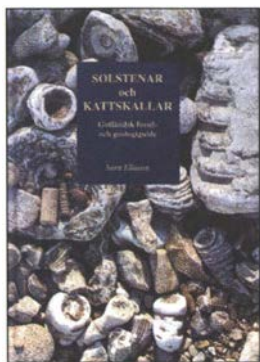
I 1997-års rapport har *GFF* en Impact Factor på 1,115. I de ämnesmässigt uppställda ranglistorna intar *GFF* i listan "Geology" plats nr 9 och i listan "Paleontology" plats nr 6.

Nu har jag, med uppskattad hjälp av bibliotekarie Ulf Svensson vid Geovetarcentrums bibliotek i Göteborg, erhållit några uppgifter ur 1998-års rapport. I den har *GFF* en Impact Factor på 0,862 vilket ger plats nr 13 i listan "Geology", plats nr 10 i listan "Paleontology" och plats nr 11 i listan "Mineralogy". Tyvärr har jag f.n. ingen uppgift om hur tidskriften står sig inom andra ämnesområden, t.ex. kvartärgeologi.

Björn Sundquist

EN NY BOK

Solstenar och kattskallar. Gotländsk fossil- och geologiguide. 1999. Text Sara Eliason, foto Göran Ström. 166 s. ISBN 91-88036-33-2. Länsmuseet Gotlands Fornsal (serien Russi nr 5). Pris ej angivet.



Det här är en förtjusande liten bok. En ledigt skriven text i god harmoni med ett utmärkt bildmaterial.

Den inleds med ett kort allmängeologiskt avsnitt, som efter några sidor glider över på Gotlands berggrund, dess bildningshistoria och geologiska indelning. Sedan följer 70 sidor med beskrivningar av fossilen man finner i öns bergarter, däribland alger, koraller, musslor, bläckfiskar, sjöiljor, fiskar och spårfossil. De avslutande 40 sidorna beskriver 14 bra lokaler där man närmare kan bekanta sig med berget och lyssna på dess berättelse.

Med den här boken i handen finns stor hjälp att få både för den "stensamlade" turisten och för resenären/vandrarerna med lust för lite djupare upptäckter. Björn Sundquist

En nationell 'Geologins dag'

Geologi är spännande och dessutom viktigt för vitala samhällsfunktioner. Tyvärr är vi alltför få som vet det. I det svenska samhället är kunskap om geologiska förhållanden och deras betydelse bristfällig både hos beslutsfattare och hos allmänhet. Till stor del beror detta säkert på att geologi är ett eftersatt ämne i den svenska skolan. För att ändra förhållandet är det nödvändigt att geovetare och olika intressenter med geologisk anknytning engagerar sig i att sprida kunskap om ämnet.

Nationalkommittén för geologi, en intresse- och expertkommitté utsedd av Kungliga vetenskapsakademien (KVA), har tagit initiativ till att införa en nationell 'Geologins dag'. Ett första möte hölls den 14 januari i KVA:s lokaler med ca 25 inbjudna deltagare, representerande olika geologiintressenter, alltifrån amatörgeologiska föreningar och intresseorganisationer till universitet och gruvindustri. Idén fick stort gensvar och en arbetsgrupp bildades med uppgift att föra projektet vidare. Arbetsgruppen har dragit upp riktlinjer för målsättning och arbetssätt.

Vi siktar på att den första 'Geologins dag' skall anordnas under ett veckoslut i maj eller i augusti 2001. Arrangemanget skall riktas mot en intresserad allmänhet, gärna med tonvikt på barn och ungdomar. Det skall baseras på lokala aktiviteter på olika platser i landet, som kan variera från plats till plats beroende på de lokala förutsättningarna. Vi strävar efter att inrätta ett centralt kansli som skall svara för gemensam marknadsföring och bistå lokala arrangörer på olika sätt. Om projektet utvecklas på ett positivt sätt kan ett sådant kansli i ett senare skede också få utökade uppgifter. Genomförandet är avhängigt av att projektet kan finansieras.

Arbetsgruppen består av Jonas Björck, Naturvetenskapliga forskningsrådet, Ingemar Cato, Sveriges geologiska undersökning och Geologiska Föreningen, Stefan Claesson, Naturhistoriska riksmuseet och Nationalkommittén för geologi, Lars O Ericsson, Chalmers tekniska högskola och Nationalkommittén för geologi, Karin Eriksson, Naturforum och Nationalkommittén för geologi, Bengt Jansson, Sveriges amatörgeologers riksförbund, Erik Jonsson, Geologklubben vid Stockholms universitet, Kennert Röshoff, BBK AB och Byggnadsgeologiska sällskapet, Olle Selinus, Sveriges geologiska undersökning och Nationalkommittén för geologi, Sven Åke Svensson, Boliden Mineral AB, Svenska gruvföreningen och Nationalkommittén för geologi, Christer Åkerman, Sveriges geologiska undersökning och Naturvetarförbundet.

Intresserade är välkomna att kontakta Stefan Claesson (tfn 08-51954000, stefan.claesson@nrm.se), Olle Selinus (tfn 018-179000, olle.selinus@sgu.se), eller någon annan i arbetsgruppen.

Stefan Claesson, ordf. i Nationalkommittén för geologi

"Den som reser får evigt liv"

'Att resa är att dö en smula' är ett gammalt franskt ordspråk, inte så lätt att översätta från *Partir c'est mourir un peu*. Kontentan är att om man vill dö ung så skall man ständigt ge sig av på en ny resa, lämna hemmets trygga härd. Men redan de gamla romarna visste att sederna förändras med tiden – *O tempera, o mores*. Vår ärade brittiske geologkollega Roderick I. Murchison skrev till sina yrkesbröder *We must preach up travelling* och ville att man skulle stimulera unga geologer att bli bättre yrkesmän genom att sända dem till att studera berg och jord även bortom hembygdens gödselstäder och stengärdsgårdar. Det var förstås för snart tvåhundra år sedan, innan det hade gått kommunal prestige i att arrangera internationella kongresser i alla gudsförgätna spöktäder, fiskebyar och bondhålor för att lura åt sig resande plastkortinnehavares utländska valuta. Summan av resonemanget blir väl att resandet ger oss ett rikare och därmed längre liv, vare sig resan sker till fots mellan två myrstackar vid Västersjön eller med luftballong mellan Macapa och Merauke. Detta tipsar jag esomoftast min tonårige son om, även om varje förälder vet att avkomman helst inte önskar lyssna på fonografrullar eller stenkakor. Så om det finns någon go i president Chirac bör han genast se till att det urgamla franska ordspråket om resandet ersätts med ett mera tidsenligt och mindre livsnöjande: Den som reser får evigt liv, vishet för samma pris.

Frankrike reagerades en gång av min favoritkung, Charles V, han som ibland kallas Karl den vise. När rådgivarna förebrädde honom för att han tillbringade för mycken tid tillsammans med böcker och bildade människor besvarade han kritiken majestätiskt: *Detta land kommer att blomstra så länge kunskapen hedras här*. Alldeles frånsett att Karl den vise redan på 1300-talet påpekade varför vi oupphörligen måste vänslas med böcker, så är det ju bekant att man inte bara blir vis av att läsa mycket, man blir alldeles förbannat gammal! Resande och läsande hör alltså ihop – om man inte vill dö snabbt.

Före förra Lucia ökade jag min livslängd genom att resa till Brasilien, och förlängde den ytterligare genom att i luften läsa en mycket spännande bok. Den som vill leva längre rekommenderar jag absolut en Brasilienresa – vare sig man är mest intresserad av berg eller jord eller världens vackraste stad invid Januarifloden. Eftersom världen behöver många geologer rekommenderas min fantastiska reslektyr. Boken heter *Ingen grenser*. Den är skriven på norska av två intellektuella friskusar, Thor Heyerdahl och Per Lillieström, som bägge kommer att bli rasande gamla. De har alltid både rest och läst mycket, och den som vill träffa dem måste, i likhet med Christopher Columbus, segla till vulkanön Tenerife. Thor Heyerdahl, Kon-tikis vän, befälhavare på Ra och Tigris, har nog de flesta redan läst någon bok av, kanske min ungdoms favorit Aku aku. Per Lillieström är konstnär och sörmlänning. Hans uppslukande bisysslor är mycket gamla kartor och historia med inriktning på sjöfarande människor före och under medeltiden.

Ingen grenser är en särdeles uppfriskande skildring i form av ett intelligent samtal mellan Thor och Per med inlägg av Snorre Sturlason och åtskilliga andra kunskapsrika personer från äldre tider. På genialt gammalt grekiskt manér kommer således krönikornas skildringar med i form av krönikörens muntliga bidrag till samtalet i stället för som direktcitat ur skrifterna. Vad är det då som gör boken så läsvärd, frågas måhända, ty innerst inne vill nog alla leva länge.

Samtalet rör sig om hur världen upptäcktes av vikingar och andra tidiga långseglare och långresare. Det rör sig om kultur och klimat, om Vatikanbiblioteket och Grönland, om Vinland och Amerikas upptäckande, om resenärer i både västerled och österled, kort sagt om hur vår del av världen erövrades i tanke och gärning. De båda författarnas åsikter går inte sällan stick i stäv med en lång rad "gamla sanningar", men argumenteringen är inte sällan övertygande – och alltid fräsch och krispig som nyskördad isbergssallat. Geologer blir äldre om de läser mer, och eftersom Gf:s kolumnist vill (nästan) alla geologers väl så blir rådet: skaffa *Ingen grenser* inför nästa resa. Rådet gäller särskilt dem som är på väg till någon internationell konferens i Jorsala eller Miklagård.

Sven Laufeld



En prenumeration

på *Geologiskt forum* 2000 (nr 25–28) kostar 120 kr.

Gör så här: betala 120 kr till **Swedish Science Press** på postgiro 489 78 50-6 eller bankgiro 914-4601.

Märk inbetalningskortet Geologiskt forum 2000.

Ny medlem i Geologiska Föreningen

betalar endast 300 kr/år de första två åren (ordinarie avgift är 400 kr/år). Studerande betalar 200 kr/år (under max. 4 år). Medlem erhåller årligen fyra nummer av *Geologiskt forum* och fyra häften av föreningens engelskspråkiga vetenskapliga tidskrift *GFF*.

Gör så här: betala medlemsavgiften 300 kr alt. 200 kr till **Geologiska Föreningen** på postgiro 21 08-9.

Märk inbetalningskortet Ny medlem, avgift för 2000 alt. Studerandemedlem, avgift för 2000.

Skriv tydligt namn och adress på inbetalningskortet, tack!

Geologiska Föreningens årsmöte

äger rum vid Stockholms universitet i Frescati lördagen den 20 maj (Norden-skiöldsalen, plan 3, Geohusets huvudentré, Svante Arrheniusväg 8b) med början kl. 9.30, och har temat

Sten till nytta och nöje

Vid årsmötet kommer även Geologiska Föreningens Lindgrenpris "för betydande vetenskaplig forskning inom områdena malmgeologi och ekonomisk geologi" att utdelas för första gången (se sid. 28).

En guidad promenad längs Strandvägens husfasader arrangeras söndagen den 21 maj. (Se vidare bifogat blad med årsmötesprogram.)

GEOLOPPIS

KÖPES: *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* vol. 1–43, eller så många som möjligt av volymerna från 43 och bakåt, jämte register för vol. 1–21. Tel. 0980-12752, rolf.bergstrom@kiruna.se

KÖPES: Polarisationsmikroskop, företrädesvis kombinationsmikroskop med påfallande (reflekterat) och genomfallande ljus, men alla objekt är av intresse; likaså alla andra mineralogiska/petrologiska instrument: goniometer, refraktometer, optiska spektroskop etc., oavsett skick. Tel. 08-6747324, 08-255326.

SÄLJES: *Norbergstraktens berggrund och malmfyndigheter*. Av N.H. Magnusson, utan årtal. Särtr. ur *Norberg genom 600 år*, s. 11–56. 1 utv.karta. 34 fig. 100 kr + porto. Tel. 0431-434069.

SÄLJES: *Geochemical studies of uranium, molybdenum and vanadium in a Swedish alum shale*. Av G. Armands 1972. 148 s. 44 fig. *Stockh. Contr. Geol.* vol. 27:1. 150 kr + porto. Tel. 0431-434069.

SÄLJES: *Petrological studies in the neighbourhood of Stavsjö at Kolmården. Granites and associated basic rocks of the Stavsjö area*. Av B. Asklund 1925. 122 s. 33 fig. Färgkarta 1:50.000 i ficka. SGU C 325. 250 kr + porto. Tel. 0431-434069.

Under rubriken "Geoloppis" intas annonser från privatpersoner. Det kan gälla böcker, utrustning, samlingar, etc. Annonseringen är gratis. Maximalt 5 rader à 50 ned- och mellanslag per annons. Beskriv objektet, ange pris, avsluta med telefonnummer, faxnummer eller e-postadress.

Sänd Din annons till tidningen senast 1/5 (adress, fax och e-post, se sid. 2). Nästa nummer kommer i juni!

NFR-stöd till GFF

GF erhåller stöd från Naturvetenskapliga forskningsrådet för utgivningen av *GFF* med 200.000 kr årligen under perioden 2000–2002.

Linnarssonpriset

GF:s styrelse beslöt vid sitt sammanträde den 12 februari att i år inte utdela det nyinstittade Geologiska Föreningens Linnarssonpris.

GEOLOGISKA FÖRENINGENS STYRELSE 2000 (<http://www.sgu.se/gf/gfstyr.htm>)

Ingemar Cato, ordf., Sveriges geologiska undersökning, Box 670, 751 28 Uppsala, tel. 018-179188, epost ingemar.cato@sgu.se

Ólafur Ingólfsson, sekr., Inst. för geovetenskap, Göteborgs universitet, Box 460, 405 30 Göteborg, tel. 031-7732813, epost olafur@gvc.gu.se

Thomas Andrén, skattm., Inst. för geologi och geokemi, Stockholms universitet, 106 91 Stockholm, tel. 08-164878, epost thomas.andren@geo.su.se

Björn Sundquist, red., Geologiska Föreningens redaktion, c/o SGU, Box 670, 751 28 Uppsala, tel. 018-179276, epost gff@sgu.se

Lars Holmer, ledam., Inst. för geovetenskap, Uppsala universitet, Norbyvägen 22, 752 36 Uppsala, tel. 018-4712761, epost lars.holmer@pal.uu.se

Karin Högdahl, ledam., Lab. för isotopgeologi, Naturhistoriska riksmuseet, Box 50007, 104 05 Stockholm, tel. 08-51954004, epost karin.hogdahl@nrm.se

Claes Mellqvist, ledam., SGAB Analytica, Box 511, 183 25 Täby, tel. 08-7680225, epost claus.mellqvist@sgab.se