



## *Medicinsk geologi*

### OLYCKANS (OCH LYCKANS) GEOLOGI

av OLLE SELINUS & KAJ LAX

Det är inte alltid människan som är orsaken när det gäller miljökatastrofer. Geologin, vår naturliga miljö, påverkar vår miljö och även vår hälsa i högre utsträckning än de flesta av oss är medvetna om och kan vara farligare än vi tror, men är också livsnödvändig för våra levnadsbetingelser. *Medicinsk Geologi* studerar hur naturliga geologiska faktorer påverkar vår hälsa och handlar om hur olika ämnen som finns naturligt i berg, jord och vatten kan orsaka sjukdomar hos människor och djur.

Stora insatser har gjorts för att undersöka människans föroreningar i miljön. Men också naturen själv kan förorsaka problem för oss. När metallerna i berggrunden kommer ut i jordar och vatten påverkas också de levande organismerna. Metallerna tas upp av växter vilka sedan konsumeras av människor och djur. De djur som ätit av dessa växter blir sedan till föda för människor och vi dricker även det vatten som innehåller tungmetaller som frigjorts från mark och berggrund.

Det finns livsnödvändiga element i naturen som vi inte kan klara oss utan, till exempel kalcium, magnesium, kalium, natrium, krom, koppar, fluor, jod, järn, mangan, molybden, selen och zink. Elementen är livsnödvändiga i vissa koncentrationer och giftiga i andra. Det finns också element som inte är nödvändiga utan bara skadliga, nämligen arsenik, kadmium, bly och kvicksilver. Berggrunden och jordarna kan



*Krafla Island 1980. Foto O Selinus.*

vara en direkt risk för djurs och människors hälsa om de innehåller för *höga* metallhalter, men även om de innehåller för *låga* halter vilka kan ge upphov till bristsituationer. Geologin har alltså stor påverkan på vår hälsa. Över 5 miljarder människor på jorden är påverkade av radon, tungmetaller, arsenik, vulkangaser, stoftstormar, jod, fluor etc. Även här i Sverige påverkas vi av vulkanutbrott på andra sidan jorden, stormar i Afrika och Kina, naturliga metaller i vår närmiljö, naturlig strålning som radon etc.

Ett exempel på geologins betydelse är effekterna av vulkanutbrott. 1991 hade vulkanen Pinatubo i sydostasien utbrott. Under bara två dagar släppte vulkanen ut 20 milj ton svaveldioxid, 800 000 ton zink, 600 000 ton koppar, 1000 ton kadmium, 300 000 ton nickel, 550 000 ton krom, 800 ton kvicksilver och mycket annat som kom ut i atmosfären. Detta är bara ett utbrott av många; man räknar med att 60 vulkaner har

utbrott varje dag på jorden. Till detta kommer alla utbrott (mer än 3 000 områden) på havets botten. Som vi förstår är de geologiska processerna enormt viktiga när det gäller tungmetaller och andra ämnen i vår miljö.

### GAMLA ÄVENTYR

Det är känt sedan gammalt att det finns en direkt koppling mellan geologin och vår hälsa. Redan Hippokrates cirka 400 före Kristus nämnde att det finns en koppling mellan dricksvatten och hälsa. I Camarones valley i Chile har en prekolumbiansk mumie hittats. Vid analys av denna har det visat sig att han har hudcancer av samma typ som uppträder vid arsenikförgiftning av arsenikrikt dricksvatten. Denna förgiftning kom från vatten som fortfarande dricks och 40 procent av befolkningen i denna region är även idag drabbad av hudcancer som är av samma typ. En annan intressant iakttagelse gjordes av Marco Polo. År 1271 lämnade Marco Polo tillsammans med sin far och farbror Venedig. De hade Kina som mål och framför dem väntade många strapatser och äventyr. Inte förrän 1275 kom de fram till sitt mål som var Kublai Khans sommarresidens. Den unge Marco Polo var mycket uppmärksam och nedtecknade sina minnen när han satt i fängelse. Han berättade att han bara kunde använda packdjur som hade lärt sig undvika vissa giftiga betesväxter på de Kinesiska högländerna. Djur importerade från andra områden åt av dessa växter och blev sjuka, tappade hår, fick andra symptom och dog. Han anade inte vad denna sjukdom berodde på men vi vet nu att berggrunden i dessa områden innehöll ovanligt *höga* halter av selen som sedan togs upp av vissa växter och då blev hästarna förgiftade.

700 år senare, på 1930-talet, rapporterades i Kina om en sjukdom som senare skulle kallas Keshan-sjukan. Den uppträdde i ett stort område från sydvästra till nordöstra Kina och var en hjärtmuskelsjukdom som drabbade ett stort antal människor, ofta med dödlig utgång. Först under 1970-talet kom man fram till lösningen. De som bidrog till lösningen av denna utbredda sjukdom var geologer i samverkan med medicinare. Sjukdomen berodde på att människor och djur hade ett

underskott av selen som i sin tur berodde på att det fanns alldeles för låga halter av detta viktiga element i vatten och jordar, vilket i sin tur berodde på mycket *låga* halter i berggrunden. När befolkningen fick se-lentabletter upphörde eller lindrades i de flesta fall sjukdomen.

Vi ser från dessa exempel att både för mycket och för litet av element kan vara farligt vilket för övrigt påpekades redan av Paracelsus som sade att ett ämne i sig inte behöver vara giftigt. Det är dosen som gör att ämnet blir giftigt. Geologin är alltså livsviktig för oss på alla sätt.

### ARSENIK ÖVER HELA JORDEN

Det finns många exempel på hur geologin påverkar hälsan. Ett grovt överslag ger vid handen att minst 5 miljarder människor har sin hälsa direkt påverkad av vår naturliga miljö – geologin.

En stor katastrof pågår nu till exempel vad gäller arsenik. Exponering för arsenik kan ske genom både luft, mat, vatten och jord. Största risken finns i samband med dricksvatten. Luftburen exponering för irriterande arsenikföreningar kan skada slemhinnorna i luftvägarna och exponerad hud. Långvarig exponering för arsenik kan ge hudförändringar. På de mest exponerade partierna förekommer eksematösa förändringar. Senare kan det uppträda melanos (hyperpigmentering) typiskt på ögonlocken, tinningarna, halsen, armhålorna och kring bröstvårtorna. Dessutom förekommer hyperkeratoser och vårtliknande bildningar. Hyperkeratoserna kan utvecklas till hudcancer.

I Bengalen i Indien och Bangladesh finns alarmerande exempel på hur geologin kan förorsaka allvarliga hälsoproblem. Byborna i dessa områden har tidigare använt ytvatten för bevattning av sina grödor. Nu har man fått hjälp med internationella biståndsorgan att borra brunnar. Genom rikligheten av detta vatten kan man odla en ny typ av hög-avkastande ris som har revolutionerat det lokala jordbruket och bönderna kan få 3–4 skördar per år istället för som tidigare endast en skörd. Dessa framsteg har emellertid förorsakat en mänsklig katastrof. Sedimenten där brunnarna är borrade innehåller arsenik. Genom det



*Olika typer av cancer och förstadier till cancer av arsenik i dricksvatten*

kraftiga upptaget av vatten har arseniken mobiliserats och kommit ut i vattnet. Vattnet innehåller mycket höga halter av arsenik och minst 200 000 människor har blivit arsenikförgiftade i mer än 400 byar. Vissa källor menar nu att så många som 100 miljoner människor är i riskzonen för förgiftning. Detta sägs vara den största miljökatastrofen i människans historia. Men inte bara där finns höga arsenikhalter. Exempel på andra länder där alarmerande halter förekommer är England, Frankrike, Polen, Österrike, Ungern, USA, Chile, Argentina, Kina, Taiwan, Mexico, Argentina med flera.

De många fallen av arsenikförgiftning från brunnsvatten i Bengalen (Bangladesh och Indien) har fått mycket uppmärksamhet de senaste åren och kan utgöra en illustration till hur naturliga förhållanden kan leda till höga arsenikkoncentrationer. Mycket höga arsenikkoncentrationer har uppmätts i ett stort antal brunnar och tiotusentals människor uppvisar symptom på arsenikförgiftning. Problemen förekommer framförallt i grunda vattenförande lager (<150 meter djupa) som består av sediment som avsatts under de senaste årtusendena och som bygger upp stora delar av framför allt Bangladesh. När sedimenten avsattes fanns järnhydroxider bland de mineral som deponerades i de stora flodernas deltan. Till dessa järnhydroxider fanns bland annat arsenik bundet. Det är inte i första hand extrema arsenikkoncentrationer i marken eller mänskligt orsakade föroreningar som vållat problemen med arsenik i grundvattnet i Bengalen. De höga arsenikkoncentrationerna i brunnsvattnet uppträder i områden som har måttliga naturliga koncentrationer i sedimenten, fullt jämförbara med koncentrationerna i svensk mark. Förklaringen till problemen står att finna i biogeokemiska processer som har ändrat oxidationsförhållandena i området, så att arsenik reducerats och metallhydroxiderna lösts upp. En ytterligare förklaring är att det handlar om unga sediment, där arseniken ännu inte har hunnit lakas ut ur marken.

*(Till höger) Ett urval ställen på jorden med arsenikproblem. Från Selinus et al 2005.*



Tabell 1. Världsomfattande arsenikproblem i grundvatten. Ett urval av länder. Till dessa tillkommer bland andra Argentina, Nya Zeeland, Brasilien, Ghana, Zimbabwe, Japan, Chile, Frankrike, England, Sverige med flera.

| Land eller region    | År för upptäckt | Halt i grundvatten<br>(g As/l) | Antal människor<br>i risk för cancer |
|----------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Taiwan               | 1950            | 0–1820                         | 200 000                              |
| Chile                | 1971            | 900–1040                       | 437 000                              |
| Ungern               | 1774            | 10–176                         | 220 000                              |
| Bangladesh           | 1980-talet      | <1–4700                        | 100 000 000                          |
| Indien, Västbengalen | 1980 talet      | <10–3900                       | 1 000 000                            |
| Thailand, Ronpibool  | 1980 talet      | 1–5000                         | 1000                                 |
| Kina, Xinjiang       | 1980 talet      | 1–8000                         | 100 000                              |
| Argentina            | 1981            | 100–1000                       | 2 000 000                            |
| Mexico               | 1983            | 10–4100                        | 400 000                              |
| Peru                 | 1984            | 500                            | 250 000                              |
| USA                  | 1988            | 10–48000                       | ?                                    |
| Kina, Inre Mongoliet | 1990            | 1–2400                         | 600 000                              |
| Bolivia              | 1997            | Inga data                      | 20 000                               |
| Vietnam              | 2001            | 1–3050                         | Miljoner                             |
| Rumänien             | 2001            | 10–176                         | 36 000                               |
| Nepal                | 2002            | –456                           | ?                                    |
| Sverige              | 2005            | Högsta hittills 800            | ?                                    |

### SICKNESS COUNTRY I AUSTRALIEN

I Australien har man länge känt till att urinvånarna, aboriginerna, ansett vissa områden vara heliga. I flera fall har de heliga områdena ansetts farliga. I ett område, Kakadu Conservation Zone (»Sickness Country«), var urinvånarna av tradition förbjudna att gå in i området eftersom man blev sjuk och dog om man gjorde det. Australiska geokemister fann området intressant och undersökte det närmare. Man fann att berggrunden i området bestod av graniter och vulkaniter med kraftiga

förhöjningar av vissa element. Hälsovådliga halter i grundvatten och dricksvatten återfanns av thorium, uran, arsenik, kvicksilver, fluor och radon. Det var alltså inte så konstigt att området var farligt och ansågs vara heligt. Dessutom hade urinvånarna använt ockra som färgpigment vid målning, vilka var mycket rika på uran, bly, arsenik och kvicksilver.

### **FLUOR OCH JOD**

Fluor och jod är två andra nödvändiga spårelement. Det är välkant vad som inträffar vid överskott eller underskott av dem, men däremot kanske inte många tänker på att det är geologiska orsaker som ligger bakom deras uppträdande. Redan i början av 1900-talet kände man till att höga fluorhalter i dricksvatten kunde leda till fluorosis. Samtidigt leder en måttlig förhöjning till starkare tänder. På många ställen i Indien, Kina och Afrika förekommer höga halter vilket leder till allvarlig fluorosis med ben- och leddeformiteter och invaliditet. När det gäller brist på jod är struma en allvarlig sjukdom på många ställen i världen. Exempel på områden där struma fortfarande förekommer är runt stora sjöarna i USA, Kongo, Nya Guinea, Himalaya, Anderna, Schweiz, delar av England, Irland, Lettland, Egyptien, Indien, Indonesien, Kina. Gemensamt för alla dessa områden är de mycket låga jodhalterna i dricksvatten, vilket i sin tur beror på låga halter i berggrunden. Emellertid kan man undvika bristen på jod genom att använda chilesalpeter som gödningsmedel, gödningsmedel som baserar sig på fisk, tillsätta jod i salt etc.

### **KOLELDNING, STOFSTORMAR OCH JORDÄTNING**

En betydande del av världens befolkning använder sig av kol för uppvärmning och matlagning. Detta kan i många fall vara katastrofalt. I Kina löper till exempel ett par hundra miljoner människor risk att bli arsenikförgiftade på grund av höga arsenikhalter i kolet. Hela byar har drabbats av cancer pga detta. Inom ramen för våra arbeten har vi emellertid tagit fram enkla »test kits« där befolkningen kan enkelt testa om

kolet innehåller arsenik. Om så är fallet bör man bryta kol på andra ställen.

En annan effekt av kol är Balkan Endemic Nephropathy, BEN, en allvarlig njursjukdom på Balkan. Fram till nyligen var det okänt vad som var orsaken till denna men i våra arbeten inom ramen för medicinsk geologi (se längre fram i kapitlet) har vi visat att den beror på organiska beståndsdelar i dricksvatten från brunnar. Brunnarna är borrade genom kollager, lignit och därmed innehåller de höga naturliga halter av dessa organiska substanser. Vid studier visade det sig att samma typ av sjukdomar finns i USA, kopplad till samma typer av kol. Under det senaste året har vi tillsammans med läkare också visat att samma förhållande råder i Portugal och Turkiet. Men detta kan väl knappast beröra oss i Sverige eftersom vi inte har denna typ av kol i vårt land? Detta är emellertid inte säkert. Hösten 2005 besökte vi Irland och konstaterade tillsammans med medicinare att det möjligen kan vara så att lignit som är en lågvärdig typ av kol, sannolikt har samma effekter som torvlager. I Irland finns omfattande torvförekomster och man skall nu börja undersöka dessa och om det visar sig att det föreligger samma risk med dessa ligger det nära till hands att undersöka närmare våra omfattande torvförekomster i Sverige.

Ett nyligen uppmärksammat problem är stoftstormar från Sahara och Gobi som påverkar stora delar av jorden och förorsakar sjukdomar. Stormar från såväl Sahara och Gobi påverkar också Skandinavien genom transport högt upp i atmosfären. Bland annat påverkas södra Sverige av dessa, både från Sahara och Gobiöknen. Man antog tidigare att de sjukdomar, framförallt luftvägssjukdomar, som följer i deras spår beror på partiklarna som följer med vinden. Emellertid har man sedan fyra år konstaterat att mer än 130 mikroorganismer följer med partiklarna och dessa förorsakar problem där molnen drar fram.

Geofagi eller jordätning, är uppmärksammat och är mycket utbrett framförallt i Afrika men även Sydamerika och Asien. Orsaken till detta vet man inte med säkerhet, om det är ett kulturellt betingat beteende eller om man har ett behov av de näringsämnen som finns i jordarna. Framförallt gravida kvinnor i dessa regioner praktiserar geofagi. Men jor-



*Försäljning av jord som födoämne. Foto P Abrahams.*

darna kan även innehålla onyttiga beståndsdelar som tungmetaller, mikroorganismer etc som man inte har kontroll över. Detta har uppmärksamats i bland annat England där invandrare har öppnat livsmedelsaffärer och man importerar jord från sina hemländer som säljs som föda.

Det finns också många andra aspekter på medicinsk geologi, till exempel naturlig strålning, radon, andra element etc. Men allt kan läsas i detalj om i den bok som beskrivs nedan (Selinus et al 2005).

### **HUR ÄR DET I SVERIGE?**

I Sverige finns många exempel på hur geologin kan påverka hälsan. Som det viktigaste materialet för sådana undersökningar används geochemiska databaser på SGU, både biogeokemiska och markgeokemiska. Vi har sett att de naturliga arsenikhalterna i delar av Västerbotten kan

vara mycket höga i mark och vatten och att kadmium och arsenikhalterna är höga i delar av Skåne. Även bland annat sulfidlorer eller svartmockor längs våra kuster och i Mälardalen släpper från sig höga halter av metaller när de bearbetas. Ibland är det med andra ord bättre att låta marken ligga orörd om man vet att den innehåller giftiga ämnen som kan komma ut i vattendrag och sjöar. Man får inte heller glömma hälsoeffekterna av radon. Radon härstammar från radioaktiva uranhaltiga graniter. Det är väl känt att radon kan förorsaka lungcancer.

Ett annat exempel är Älvsborgssjukan, eller älgdöden, där SGU tillsammans med veterinärmedicinsk expertis visat att orsaken sannolikt är en rubbad balans av molybden och koppar i älgarna beroende på den intensiva kalkningen i försurade områden där vi samtidigt har höga naturliga molybdenhalter i berg och jord. Under senare delen av 1980-talet konstaterades i västra Sverige en tidigare ej beskriven sjukdom hos älg. Ett antal forskare har sedan Älvsborgssjukan upptäcktes undersökt olika förklaringar för att försöka definiera de bakomliggande orsakerna till sjukdomens uppträdande. Genom undersökningar av 4300 älgar hos Statens Veterinärmedicinska Anstalt har man kunnat visa på att koppar/molybdenbalansen hos älgarna rubbats kraftigt. Källan till förändringarna i spårelementbalansen måste sökas i födointaget och älgarnas dricksvatten. Om det sker en kraftig höjning av pH, som till exempel vid kalkning av sjöar, våtmarker, vattendrag och jordbruksmark, kommer i marken naturligt förekommande molybden att frigöras för transport i vattendrag och via växtrötter upptas i ekosystemen samtidigt som koppar fastläggs. Tidpunkten för molybdenökningen i älgorgan i Älvsborg stämmer tidsmässigt väl överens med en intensifierad kalkning i nämnda län. I naturen förekommer molybden och koppar naturligt i berg och jord och halterna varierar starkt beroende på bergart och jordart.

En sjukdom som delvis kan vara förorsakad av naturliga, geologiska faktorer, är också barndiabetes, typ1. I Sverige finns ett omfattande barndiabetesregister. Analyser av detta material har visat att inciden- sen av barndiabetes i Sverige internationellt sett är hög. Studier har skett av kopplingen mellan barndiabetes och miljöfaktorer där man

kunnat bevisa att en bidragande orsak till uppkomsten av barndiabetes kan vara låga zinkhalter i dricksvatten. Denna undersökning baserar sig på användningen av biogeokemiska data från SGU och barndiabetesregistret och är ett samarbete mellan Umeå Universitetsjukhus, Socialstyrelsen och SGU.

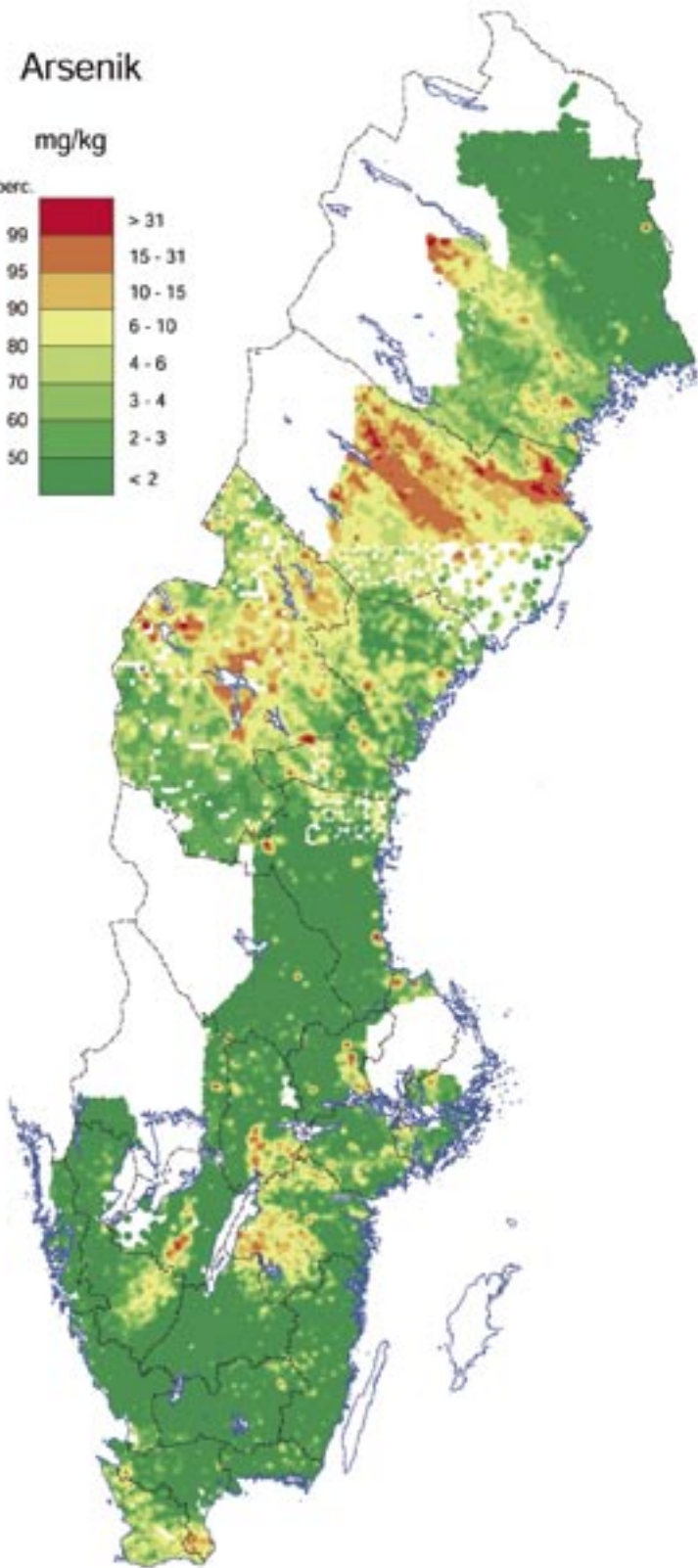
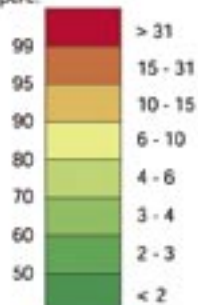
Även hjärt-kärlsjukdomar kan vara beroende av geologin. Liksom på andra håll i världen har man kunnat visa på i Sverige att hjärtkärlsjukdomar minskar med ökande vattenhårdhet och ökning av sulfat och bikarbonathalterna i dricksvatten. Sådana undersökningar har gjorts på Akademiska sjukhuset i Uppsala bland annat med hjälp av SGUs biogeokemiska data. Variationerna i vattenhårdheten beror på geologin.

Ett aktuellt område är också arsenik i Sverige. I Sverige har det nyligen uppmärksammats att det även i vårt land finns bergborrade brunnar med höga arsenikhalter i vattnet. Exempel kan hämtas från bland annat Piteå, Södertälje och Västerås. Arsenik i brunnar som ett problem började uppmärksammas på allvar 2004 i Krägga, Håbo i Uppland. Under senhösten 2004 kom det första egentliga »larmet«. Detta kom från Piteå kommun, där man upptäckte förhöjda halter i brunnsvatten. Genom att SGU har begränsat med arsenikanalyser i vatten beslöt sig Piteå kommun på basen av SGUs geokemiska information gå ut med ett erbjudande där alla boende i kommunen med enskild brunn kunde analysera sitt brunnsvatten. Resultaten av dessa undersökningar var att av 100 brunnar låg ca 23 procent över gränsvärdet för arsenik. Bedömningen av problemet som ett naturligt miljöproblem visade sig med andra ord vara korrekt. Därefter har andra kommuner i Västerbotten följt efter och även kommuner i Mälardalen har påvisat höga arsenikhalter i vatten. En samverkan mellan SGU, Livsmedelsverket, Socialstyrelsen, Konsumentverket, Folkhälsoinstitutet och Sveriges kommuner och landsting har inletts avseende arsenik. I samverkan mellan Naturvårdsverket, SGU, IMM och SSI avrapporterades också 2005 en Nationell kartläggning av arsenikhalter i brunnsvatten samt hälsoriskbedömning. Syftet med undersökningen var att kartlägga arsenikhalter i enskilda brunnar samt att sätta upp mätta halter i relation till kända risknivåer och göra en hälsoriskbedömning.

# Arsenik

mg/kg

perc.



Medicinsk geologi bygger alltså på ett nära samarbete med medicinsk, veterinärmedicinsk, epidemiologisk, toxikologisk och metallbiologisk expertis. Detta sker både i Sverige och också internationellt av SGU.

### **INTERNATIONELLT NÄTVERK OCH KURSVERKSAMHET**

Sverige leder den internationella utvecklingen med ett nätverk bestående av mer än 80 länder. Sedan detta internationella arbete påbörjades i mitten av 1990-talet i Sverige har en explosionsartad internationell utveckling skett vilket visar på det uppdämda behovet av att veta mera om denna glömda halvan av miljömedicin. Geologins påverkan på hälsan hos människor och djur är alltså ett område som nu växer snabbt internationellt. Vi har tagit initiativet och leder denna utveckling. En omfattande kursverksamhet pågår också i hela världen under ledarskap från Sverige, SGU, i samverkan med USAs geologiska undersökning (USGS) och US Armed Forces Institute of Pathology (AFIP). Dessa kurser, hittills i över 30 länder, vilka leds av SGU, USGS och AFIP, har blivit eftertraktade och hålls för cirka 100–150 personer per gång. Deltagarna består av en jämn blandning av geologer och medicinare. Ett omfattande kursmaterial har framställts i avsikt att användas för fristående undervisning i u-länder. Åtskilliga tusen människor kommer alltså ha gått igenom dessa kurser och genom att alla deltagare får ett fullständigt kursmaterial i pärmar och på CD kan de i sin tur genomföra kurser i sina respektive länder vilket betyder att många människor runt jorden nu har fått en insikt i medicinsk geologi. Som ett led i informations- och utbildningsinsatserna har arbetet med att skriva en internationell bok om medicinsk geologi genomförts med Olle Selinus som huvudredaktör och ca 60 involverade internationella författare inom både geologi och medicin. Boken behandlar i detalj de medicinska effekterna och mekanismerna för upptag av olika metaller och andra ämnen i kroppen. Vidare behandlas hur geologin påverkar häl-

*(Till vänster) Arsenik i markgeokemiska prover i Sverige. Källa SGU.*



*Kurs i medicinsk geologi i Brasilien. Foto Olle Selinus*

san, bland annat effekterna av vulkanutbrott, metaller och andra ämnen, stoftstormar, radon, geofagi etc. I alla kapitel finns redovisat de globala aspekterna med rikliga exempel från hela världen. En sektion behandlar också olika de tekniker geovetare och medicinare kan använda tillsammans för att utveckla arbetet med medicinsk geologi. Boken har erhållit en utmärkelse från British Medical Society som en av de bästa böckerna 2005 i världen inom Public Health.

Det som säkert kommer att uppmärksammas mest de närmaste åren är »Geologins år« eller »Year of Planet Earth« som kommer att beslutas av FN under 2006, och omfatta de tre åren 2007–2009, med huvudåret 2008. Detta är ett initiativ som tagits av UNESCO, internationella geologunionen IUGS och medlemsländer inom FN. Verksamheten kommer att fokuseras på två delar, dels ett massivt vetenskapligt program i nio

block och dels en massiv marknadsföring av geologi gentemot beslutsfattare, politiker, allmänhet etc. Av de nio block som har identifierats för en massiv insats under FNs paraply är ett block Earth and Health, dvs medicinsk geologi, vilket leds från Sverige.

Ett annat stort initiativ som håller på att planeras är »GeoUnion Initiative« där även geografi har en viktig roll. De fem stora internationella unionerna inom geologi (IUGS), geofysik (IUGG), geografi (IGU), fjärranalys och mark (IUSS) har gått samman och identifierat fem framtidsområden för geovetenskapen: »Health, Cities, Desertification, Groundwater, Hazards«. Detta samgående innebär att de fyra tunga organisationerna kommer att gå ut samlat och identifiera och söka medel för stora internationella projekt inom dessa områden. Ett av dessa fem block, Health, dvs medicinsk geologi, leds också helt från Sverige. Detta initiativ kommer att koordineras med Planet Earth vilket betyder att medicinsk geologi kommer att få inte bara stor uppmärksamhet utan också stora resurser.

Som ett led i allt arbetet bildas 2006 också »International Medical Geology Association«, IMGGA, med ledningen i Sverige med aktiva medansvariga ledare från USA, England, Rumänien, Kina, Australien, Brasilien och Zimbabwe. Det händer alltså mycket inom medicinsk geologi nu. Om ni vill hålla er underrättade om utvecklingen rekommenderas en hemsida som uppdateras flera gånger varje månad: <http://www.medicalgeology.org>

## KÄLLOR OCH LITTERATUR

- Berger, A, Selinus, O., Skinner, C., (2001). »*Medical Geology*« – an emerging discipline. Episodes Vol 24 No 1.
- Bowman, C., Bobrowski, P.T, Selinus, O, (2003). *Medical Geology: New relevance in the Earth Sciences*. Episodes, Vol 26, No 4, 270–278.
- Bunnell, J, E., (2004). *Medical geology: Emerging Discipline on the Ecosystem-Human Health Interface*. EcoHealth 1. 15–18.
- Centeno, J.A., Mullick, F.G., Martinez, L., Gibb, H., Longfellow, D., Thompson,

- C., (2002) *Chronic Arsenic Toxicity: An Introduction and Overview*. Histopathology. Vol. 41, no. 2, p. 324–326.
- Dissanayake, C.B., Chandrajith, R., (1999). *Medical geochemistry of tropical environments*. Earth Science Reviews 47, 219–258.
- Finkelman, R.B., Centeno, J.A., Selinus, O, Pereira, J.J., (2004). *Medical Geology: An Emerging Discipline*. To be published in Malaysia.
- Robert B. Finkelman, Jose A. Centeno, and Olle Selinus, (2004). *The Emerging Medical and Geological Association*. Transactions of the American Clinical and Climatological association.
- Garrett, R.G., (2000). *Natural sources of Metals in the Environment*. Human and Ecological Risk Assessment, Vol.6, No.6, pp 945–963
- Kousa, A., Moltchanova, E., Taskinen, O., Nikkarinen, M., Tuomilehto, J., Karvonen, M., (2004). *Geographical variation of Acute Myocardial Infarction (AMI) and geochemistry of local groundwater: Application of medical geology*. GFF, Vol 126, part 1.
- Mineralmarknaden tema arsenik, (2005). Sveriges Geologiska Undersökning 2005:4
- Orem, W. H., Feder, G. L., and Finkelman, R. B., (1999), *A possible link between Balkan endemic nephropathy and the leaching of toxic organic compounds from Pliocene lignite by groundwater: preliminary investigation*. Int. Jour. of Coal Geol., Vol. 40, Nos. 2–3, p. 237–252.
- Selinus, O., (2002). *Medical Geology: Method Theory and Practice*. In Geoenvironmental mapping, Ed P Bobrowsky. Pp 473–496. Balkeema press.
- Selinus, O.S., (2004). *Medical Geology: an emerging speciality*. Terrae, Vol 1(1), A1–A8
- Selinus, O., Frank, A., (1999). *Medical geology*. In Möller, L., (Editor): Environmental medicine. pp 164–183. Joint Industrial Safety Council, Stockholm.
- Selinus, O., Alloway, B., Centeno, J. A., Finkelman, R. B., Fuge, R., Lindh, U., and Smedley, P. (Editors), (2005), *Essentials of Medical Geology*. Elsevier, Amsterdam, 820 p.
- Tatu, C. A., Orem, W. H., Finkelman, R. B., Feder, G. L., (1998), *The etiology of Balkan Endemic Nephropathy: still more questions than answers*. Environmental Health Perspectives. Vol. 106, no. 11, p. 689–700.
- [http://www.imm.ki.se/Datavard/PDF/Arsenik\\_Resultatrapport\\_2005.pdf](http://www.imm.ki.se/Datavard/PDF/Arsenik_Resultatrapport_2005.pdf)