

GEOLOGISKT FORUM

Nr 75 SEPT 2012
ÅRGÅNG 19

Forskning på
Grönland

Skogskällan
i förändring



Att lära mer om
arsenik
i grundvatten

INNEHÅLL nr 75 september 2012



NYHETER OCH REDAKTIONELLT

Öland – Sveriges första geopark.	3
Geologiskt Arv 2012.	4-5
Notiser.	6
GeoTreat – 250 nordiska lokaler.	7
Notiser.	8
Källor i Sverige - uppskattad bok i ny utgåva.	27
Stödprenumeranter.	28
Kalendarium och notiser.	29
Ny bok om Australiens geologi.	30
Sista Ordet: Om fördelen med sten. Åke Johansson.	31
Exkursionen till Vrångö.	32

ARTIKLAR & REPORTAGE

Alabaster i Uppsala domkyrka. <i>Sten-Anders Smeds.</i>	9-11
Koll på grundvattnet. <i>Kaarina Ringstad.</i>	12-13
Arsenik i grundvattnet. Vad beror det på? <i>Charlotte Sparrenbom, Rebecca Olsén, Johan Lindenbaum.</i>	14-17
Vad händer när inlandsisen kommer? <i>Berit Lundqvist.</i>	18-22
Förändring av källor – främst i skogslandskapet. <i>Gert Knutsson.</i>	23-27



Gilla Geologiska
föreningen på facebook.
Besök oss på [facebook.com/geologiskaforeningenisverige](https://www.facebook.com/geologiskaforeningenisverige)

Vill du läsa om geologi från mikroskop till meteorit, miljarder år tillbaka och fram till nu, på ett populärt sätt? I Geologiskt forum är det oftast forskarna själva som skriver. Här finns nyheter och reportage om geologi, möten och människor. Välkommen som prenumerant. I rutan nedanför hittar du all information!

Ansvarig utgivare: Mikael Calner

Populärvetenskaplig redaktör: Anna Kim-Andersson
tel 0708-20 50 10, e-post: anna@qi-media.se
För text, layout och bilder svarar redaktören där inget annat anges.

Redaktionens adress: Geologiska Föreningen c/o Qi-Media AB,
Stjärnvägen 9, 553 12 Jönköping.
e-post: info@geologiskaforeningen.se; anna@qi-media.se

Omslagsbild: Temperaturmätningar vid borrhålet i permafrosten
på Grönland. Läs mer på sida 23. Foto: V. Bense.

Upplaga: 3000 ex.

Tryckeri: Masala media.

Ordinarie lösnummerpris: 75 kr.

För annonser, distribution, prenumerationsärenden, adress-
ändring, köp av tidigare nummer samt reklamationer: kontakta
redaktionen.

ISSN 1104-4721

Geologiskt forum ges ut av Geologiska Föreningen i samarbete
med föreningen för Geologins Dag och med ekonomiskt stöd
från Sveriges geologiska undersökning, SGU. Tidningen ingår i det
ordinarie medlemskapet i Geologiska Föreningen, vilket kostar från
290 kr/år. (Läs mer på vår hemsida). Ange alltid namn, adress och
e-postadress (!), vid betalning till vårt Plusgiro: 2108-9.

Tidningen har sedan starten 1994 publicerat populärveten-
skapliga artiklar inom geovetenskapens alla områden. Tidningen
informerar Dig om aktuella händelser, litteratur och personer med
anknytning till ämnet. Tidningen vill även vara ett forum för åsikter
och debatt. Mer information på www.geologiskaforeningen.se

Varmt välkommen att kontakta tidningens redaktör
Anna Kim-Andersson om du vill medverka i Geologiskt forum – hör
av dig innan du sänder ditt manuskript. Författarna svarar själva
för innehållet i sina artiklar. Nästa nummer av Geologiskt forum
kommer ut i december.



Öland – Sveriges första **geopark!**

Geopark Öland invigdes i slutet av maj. Öland är Sveriges näst största ö. Ön utgörs mest av kalksten – och hela ön ingår i den nya geoparken. Nu kan besökaren med hjälp av 24 "tittgluggar" lära känna öns fascinerande geologiska historia

Det gäller att visa bergets åldrar så att folk förstår! Det sade Jan Mikaelsson, geolog, som tillsammans med projektledaren Lars Lundberg och Anna Erics sett till att Geopark Öland blivit verklighet. Det är ett jobb som från den första projektiden fram till invigningen i maj tagit drygt tio år. I samband med invigningen berättade både Jan och Lars om detta arbete som nu resulterat i att Ölands besökare kan få inblick in i öns nära 600 år av geologisk historia. Bland annat har en ny geologisk guide blivit upptryckt. (Den som inte vill utforska geoparken på egen hand kan anlita någon av Ölands geoguidar, de berättar mer om de unika besöksplatserna.) I guiden beskrivs 24 platser, från norr till söder, som på olika sätt visar Ölands geologiska historia: från att lerkorn och kalkslam började bygga upp den öländska kalkstenslagerföljden med

dess innehåll av bläckfiskar och andra urtidsdjur, till hur både inlandsis och hav har påverkat landskap och jordarter fram till de processer som verkar än idag. Visste du förresten att varje millimeter kalksten representerar 1 000 år?

På Öland syns också samspelet mellan människa, kultur och geologi. Små ytliga bergbrott, skurvandringar och skurverk vittnar om stenens betydelse för ölänningen genom tiderna. Än idag bryts och förädlas kalkstenen. Stenhanteringen räknas som en av öns basnäringar. Utmed Ölands kuster har olika stadier av Östersjön byggt upp strandvallar som använts av människor: På Ancyclus- och Littorinavallarna ligger byar och gårdar på rad. De avslöjar det tydliga sambandet mellan jordarter, landformer och kulturell utveckling.

/ Kaarina Ringstad, SGU

Johanna Andersson, 14 år, var med sin familj på Öland i augusti. De gick på en guidad tur vid Horns udde i geoparken.

– Det sägs ju att man ska lära sig något nytt varje dag, eller "sex omöjligheter före frukost", som Alice i Underlandet sade – och den här dagen lärde jag mig en hel del. Förutom all geologi som självklart ingår i guiden, har de också lyckats få in en hel del kulturhistoria, både om Sverige som land, men främst om Öland. Jag tycker att satsningen som har gjorts för att få igenom Öland som en Geopark är bra, inte minst för att geologi utgör en stor grund i vår historia, men även för att det ger människor chansen att få lära mer om historien – fast på ett annorlunda sätt. Det är häftigt att tänka, att när du håller i ett fossil, så bär du på flera miljoner år av historia, berättar Johanna Andersson

På bilden syns hon ovan en av Byrums raukar, som är ytterligare en av tittgluggarna in i öns geologiska historia. Läs mer på www.olandsguiderna.se. Foto: Torbjörn Andersson.

Geokommunikation – behövs det?

Ar det vanligare med naturkatastrofer idag än historiskt sett? Eller är det mediabevakningen och sociala media som gör att vi har en ökad medvetenhet och möjligheter att följa allt som händer globalt och lokalt på ett helt annat sätt än förut?

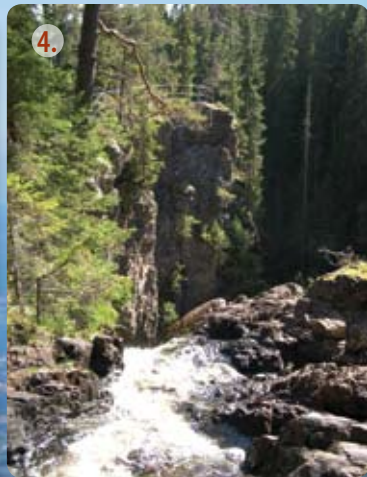
Den skotske geologen Ian Stewart, tillika professor i geokommunikation vid Plymouths universitet samt radio- och tv-journalist, känd inte minst för sina vetenskapsprogram för brittiska BBC, anser att det handlar om andra saker.

– Trots att människan idag har så mycket kunskap, och är medveten om riskerna, så besöker och bosätter hon sig på kustslätten, i vulkanens skugga, i tektoniskt aktiva zoner. Så har det varit historiskt och så är det än idag, säger Ian Stewart. Men vår samhällsutveckling, med befolkningsökning, urbanisering, utveckling av megastäder och människans möjligheter till ökad rörlighet, gör oss mer och mer sårbara för naturkatastrofer. Fler och fler människor påverkas av jordbävningar, skred, vulkanutbrott med mera. Även om trenden är att färre omkommer så berörs fler människor och samhällsskadorna blir större, i takt med att samhället byggs ut.

Tillgång på mineral, energi och vatten, naturkatastrofer och inte minst klimatfrågan – och geovetarnas roll i t. ex. prognosarbete, riskbedömning och geokommunikation var några av många intressanta spår på den 34:e internationella geologkonferensen i Brisbane, Australien i augusti. Och svaret på frågan om geokommunikation (som är ett ganska nytt begrepp) behövs, det är: Ja. Mer än någonsin!

/ Anna Kim-Andersson, populärvetenskaplig redaktör





Skynda dig att rösta!

En hyllning till naturen och ett sätt att lyfta fram geologiskt intressanta miljöer. Fram till den 10 september pågår tävlingen Geologiskt Arv 2012. Arrangör är Sveriges geologiska undersökning och i juryn finns representanter från bland andra Naturvårdsverket, Uppsala universitet, Svenska Turistföreningen, Världsnaturfonden och Geologiska föreningen. Var med och rösta fram den plats som du tycker är mest spännande och värd att lyfta fram! Tio platser är nominerade. Alla har något viktigt att berätta om hur Sverige en gång formades. Läs mer på www.sgu.se om platserna – och om hur du röstar.



7.

Geologiskt arv 2012

- 1. Kaisepakte – vittne om en berggrundsresa.** För 400 miljoner år sedan kolliderade vår kontinent med den nordamerikanska och havet som legat mellan dem slöts. Skivor av den forna havsbotten sköts upp över varandra och vidare över vårt urberg. Dessa skollor försköts upp till tiotals mil och en bergskedja i storlek med dagens Himalaya uppstod. Efter erosion återstår idag endast rötterna. Glidplanet mellan urberget/skollorna syns tydligt i fjället Kaisepakte. Foto: Benno Kathol.
- 2. Mjällåns dalgång.** När inlandsisen smälte tillbaka forsade här ett förstadium till Ångermanälven fram. Då var vattenflödet betydligt kraftigare än idag och enorma mängder sediment avsattes i dalgången. Vattnet har med tiden eroderat 50 meter ner genom sedimenten och skapat branta nipor och knivskarpa ryggar. Erosionen pågår än i dag och blottlägger jordlagren och därmed utvecklingen sedan senaste istiden. Ångermanälven har ofta ett meandrande lopp. Foto: Karin Grånäs.
- 3. Gröntjärn – ett titthål ner i grundvattnet.** Gröntjärn saknar synliga såväl inlopp som utlopp, istället får den sitt vatten genom tillflöden av grundvatten. Då grundvattnets yta sänks eller höjs sker motsvarande förändringar av sjöns yta – upp till 13 meter! Tjärnen ligger i ett isälvsdelta i en dalgång. Vid regn fylls grundvattenmagasinet i deltat på snabbt av vatten från höjderna. Lika snabbt kan nivån sänkas då grundvattnet rinner bort. Foto: Margareta Eiserman. (Se även sida 13).
- 4. Styggforsen – magisk kanjon med berglager på ända.** När meteoriten slog ner här för 377 miljoner år sedan deformades ögonblickligen ett område på en mil i diameter och en av världens största kratrar, Siljansringen, bildades. Vid Styggforsen står lager av skiffer, kalksten och sandsten dramatiskt på högkant till följd av meteoritnedslaget. Inlandsisars smältvatten har skulpterat ut en djup kanjon i berggrunden som bidrar till att skapa en trolsk natur. Foto: Britt-Marie Ek.
- 5. Nothamn – ett geologiskt fönster mot Bergslagens födelse.** Vid Nothamn ses vackra rosa klippor av bergarten pegmatit och svarta klippor av gabbro. Klipporna vid havet visar stora delar av Bergslagens geologiska historia. Mosaiken av bergarter har bildats dels på djupet i jordskorpan och dels på ytan och därefter genomgått en kraftig omvandling. Inom en sträcka av någon kilometer ser man en fascinerande mångfald av olikfärgade mineral och bergarter samt veckningsmönster. Foto: Per Nysten.
- 6. Långbans gruvor – Sveriges mineralogiska eldorado.** Långban är internationellt känt för sin unika mångfald av mineral och komplexa geologiska utveckling. Fler än 270 mineral har hittills hittats i det gamla gruvområdet och 70 mineral har upptäckts här för första gången. Ungefär ett dussin mineral är världsunika. Ännu kan nya fynd av helt okända mineral göras i varphögarna. Ett nytt mineral, långbanshyttanit, godkändes så sent som 2011. Foto: Erik Jonsson.
- 7. Hindens rev – där istiden tog slut.** Som en lång udde kan moränryggen följas ut i Vänern, och den fortsätter under vattenytan till andra sidan sjön. Revet, som egentligen är en ändmorän, bildades under ett ovanligt långt stillstånd av inlandsisens tillbakasmältande för 12 500–11 500 år sedan. Stilleståndet berodde på en sista ordentlig köldperiod under istidens slutskede. Ändmoränen ingår i en lång serie av ryggar som kan följas även i Norge och Finland och markerar slutet på istiden. Här utanför Lidköping syns ryggen mycket tydligt som ett långt smalt näs ut i Vänern. Foto: Jesper Linder.
- 8. Minnesfjället – kvarnstensgruvan med vågor i taket.** Lugnäsberget är ett av de mindre platåbergen i Västergötland. Urberget, som brutits till kvarnstenar, täcks här av sedimentära bergarter. Gruvan "Minnesfjället" är en av få platser där man kan stå inne i ett berg och se kontakten mellan urberget och de äldsta kambriska avlagringarna. Här kan man studera det tidiga livet. I det som då var en lös sandbotten gjorde djur avtryck vilka i dag ses som så kallade spårfossil i sandstenen. På botten bildades också böljeslagsmärken som nu kan ses underifrån i gruvans tak. Foto: Tor-Gunnar Beiron.
- 9. Horns udde – miljöförändringar i en svunnen tid.** Under ordovicium låg Sverige på södra halvklotet och kalkslam med skal från bläckfiskar och trilobiter sjönk till havsbotten. Det ombildades sedan till den kalksten som nu bygger upp Öland. En millimeter kalksten motsvarar cirka tusen års sedimentation. I kustklinten här ses två färggranna skikt i den röda kalkstenen. Det ena, Blommiga bladet, visar en plötslig masskolonisation av grävande okända djur. Skiktet kan följas ända till Ryssland och visar en stor ekologisk miljöförändring i havet. Foto: Linda Wickström, SGU.
- 10. Skärålid – ett skånskt Grand Canyon.** Utsikt genom kanjonen mot slättlandet nedanför Söderåsen. Söderåsen är ett typexempel på en horst i Tornquistzonen, en stor geologisk deformationszon i norra Europa på Baltiska urbergssköldens kant i Skåne. För runt 80 miljoner år sedan skedde så stora berggrunds rörelser här att vissa områden höjdes (horstar) och andra sjönk. Ett nätverk av kanjoner präglar Söderåsen. De uppstod troligen som sprickor i berggrunden, kanske redan när horsten bildades, och är nu resultat av årmiljoners vittring och erosion. Den största heter Skärålid. Foto: Magnus Persson.

"Mer intressant är OS"

I augusti, samma månad som den 82-åriga astronauten Neil Armstrong gick ur tiden, han som tog det första klivet på månen, landade den ombemannade farkosten Curiosity på Mars. Och bara ett par minuter efter landningen ankom de första bilderna från Mars till jorden. Bilderna spreds via sociala media samtidigt som det via webben, under hela landningen, gått att följa amerikanska Nasa:s Marsteam från kontrollrummet i Houston.

"Trots att detta inte var första gången vi ger oss ut i rymden, det är inte ens första gången vi landar en rover på Mars, är Curiositys landning en historisk händelse. Amerikanska Nasa:s briljanta sociala mediestrategi gör Marslandningen intressantare än de pågående olympiska spelen" skrev Dagens Nyheters Hanna Fahl i en artikel. Hon skrev också:

"Aldrig har rymdutforskandet känts så tillgängligt, så lätt att identifiera sig med. Nasas briljanta öppenhet på nätet är naturligtvis den stora anledningen, men kopplingen till och kontrasten med OS gör det hela ännu mer tydligt. Som vanlig genomsnittshomosapiens är det lättare att känna gemenskap med tupperkamssnubben, den gråhåriga hippien och den medelålders kvinnan i kontrollrummet än med superkropparna på 100-metersbanan. Lättare att känna ett "vi", nationsgränsöverskridande och allmängilligt. Och dessutom är en Marslandning betydligt billigare."

@MarsCuriosity heter ett av de konton som Nasa skapat för rymdprojektet. Alla tweeten är skrivna i jag-form. Hittills har Curiosity skrivit drygt tusen så kallade tweets. Twitterkontot följs av mer än en miljon följare.

Resan till Mars tog 36 veckor. Curiositys uppdrag är astrobiologiskt. Under två år ska rovern, som är ett avancerat kemiskt laboratorium, leta efter tecken som kan visa om Mars någon gång haft förutsättning-ar för liv.



En megastad är en stad med mer än tio miljoner invånare. Idag finns det tjugo städer i världen som räknas som megastäder. Störst är Tokyo med 35 miljoner invånare. Moskva och Paris är de städer i Europa som räknas som megastäder. År 2025 förväntas det finnas ytterligare upp till tio megastäder globalt sett. Fotografiet ovan är från Tokyo.

Storstäderna behöver mäta sina utsläpp av växthusgaser

Eftersom 75 procent av världens koldioxidutsläpp från förbränning av fossila bränslen kommer från städer – är städernas koldioxidutsläpp en viktigt fråga. Vem släpper ut vad? Och hur mycket?

År 2010 räknades hälften av världens befolkning som stadsbor och urbaniseringen pågår alltjämt. År 2050 förväntas 70 procent av världens befolkning bo i städer.

Runt om i världen pågår flera projekt som handlar om att kvantifiera stora städers utsläpp. Svårigheten ligger i att skilja utsläppen från antropogen verksamhet i städerna, från utsläppen från kringliggande land och hav.

Det är också så att städernas utsläpp ser väldigt olika ut. Los Angeles koldioxidutsläpp kommer främst från motorvägstrafik. Pekings utsläpp kommer framförallt från kraftverk. I Paris i är det trafiken men också uppvärmningen av fastigheter som dominerar. I Mumbai och Dehli är vedugnar en stor utsläppskälla.

Att mäta storleken och karaktären på sina utsläpp och ta reda på vilka källorna är, är ett första steg i arbetet som sedan måste följas av

åtgärdsplaner för att minska utsläppen. I framtiden krävs också en ny form av "lägkoldioxidlivsstil" med planer för utbyggnad av till exempel cykelvägar och väl fungerande kollektivtrafik. Detta skriver Sara E. Pratt i tidskriften Earth:s juni-nummer.

– Det finns tusentals av olika grupper i världen som försöker att minska koldioxidutsläppen. Dessa behöver få veta om deras försök fungerar. Därför behöver vi bra mätningar, säger Jim Butler, chef för den globala mätdivisionen på ESRL (som är ett forskningslaboratorium inom amerikanska National Oceanic and Atmospheric Administration).

Utsläppskällor i städerna är till exempel: industri, belysning, uppvärmning och kylning av fastigheter, olika transportsätt, avloppsvattenshantering och deponier. Förutom koldioxid släpps också metangas ut.

CO2-MEGAPARIS är ett exempel på ett aktuellt pilotprojekt som handlar om mätning av koldioxid (läs mer på <http://co2-megaparis.lscd.ipse.fr>).

Geo Treat – 250 nordiska lokaler

- geologiguide direkt i din telefon



Mobilappen GeoTreat finns nu att ladda ner från Google Play direkt till din Androidlur. GeoTreat är ett samarbetsprojekt mellan de geologiska undersökningarna i Sverige, Norge, Danmark och Finland.

– Vi startar med ca 250 lokaler sammanlagt i de fyra länderna, berättar Erika Ingvald på Sveriges geologiska undersökning som fick idén till appen för ett par år sedan.

– Alla vi som arbetar med geologi och information jobbar också intensivt med att fler ska upptäcka hur fascinerande geologi är och vi försöker nå så många som möjligt. Turister är en intressant målgrupp men det är svårt att underhålla

skyltar på plats, och ofta saknas det guider som kan geologin. Därför var en geologiguide i form av en app det självklara svaret. Vi började med Android. Intresset är redan stort så förhoppningsvis kommer den också för iOS och Windows på sikt. Och målet är att den ska bli interaktiv – så att till exempel en skolklass ska kunna lägga in sina favoritlokaler. Och vi vill också lägga till teman. Som en dinosauriestig från Bornholm till Skåne och vidare till Själland. Eller byggnadsgeologi i våra storstäder, dit reser ju de allra flesta turisterna. Eller källor, grottor, gruvor, eller något annat spännande. Det saknas inte idéer.

Du hittar den nya appen genom att söka på SGU eller GeoTreat i Google Play. Eller genom att använda QR-koden ovan.



PROFESSIONELLA INOM

GEOVETENSKAP

– EN DEL AV NATURVETARNA

Individuellt stöd och utveckling baserad på din profession och din arbetsmarknad.

Karriärrådgivning, lönerådgivning, förhandlingshjälp, branschutveckling, professionella nätverk, seminarier och aktiviteter, etc.

Läs mer om Naturvetarna och ansök om medlemskap på

www.naturvetarna.se

Naturvetarna är Saco-förbundet för professionella inom agronomi, datavetenskap, Earth Science, Life Science, matematik, miljö och skog. Naturvetarna vill ge medlemmarna möjlighet att växa på arbetsmarknaden, både som individer och grupp.

na
NATURVETARNA



Geologins Dag vill vara med året runt!

MISSAR INTE GEOLOGINS DAG! Höjdpunkten för Geologins Dag är andra lördagen i september (den 8 september), då föreningar, företag och andra organisationer bjuder in allmänheten till olika aktiviteter om geologi. Invigningen hålls dagen före, den 7 september, i Borlänge och med Tunabygdens geologiska förening som värd.

Geologi är ett brett, spännande och fascinerande ämne som handlar om världen vi lever i, varför den ser ut som den gör, hur den har bildats, om landskapet och våra naturresurser. Allt detta och lite till vill föreningen Geologins Dag och alla arrangörer förmedla.

Föreningen har som ambition att lyfta fram geologi året runt – inte bara under en begränsad period i september. Bland annat hittar lärare och andra intresserade en hel del matnyttig materiel, övningar, information, presentationsmateriel, länkar m.m., på Geologins Dags webbplats. I samband med aktiviteterna i september utlyser föreningen en skoltävling, som pågår fram till den 16 november (läs mer nedan).

På webbplatsen läggs även nytt materiel ut successivt under året.

Du hittar Geologins Dag på webben: www.geologinsdag.nu och www.facebook.com/geologi.idag



Vattnets väg från regn till bäck. Skoltävling 2012

EFTER FÖRRA ÅRETS POSITIVA respons är det i år dags för en ny skoltävling inom ramen för Geologins Dag. Temat är vattnets kretslopp.

– I år vill Geologins Dag sätta extra fokus på vattnets kretslopp och särskilt på vad som händer med vattnet i marken, det vill säga det vatten som geologerna klassar som grundvatten, berättar Kaarina Ringstad, projektledare för Geologins Dag. Vatten är ju en förutsättning för liv. Det är också en sårbar naturresurs och det behövs både förståelse och kunskap för att ta tillvara denna resurs – nationellt och globalt.

Tävlingen som startar i samband med Geologins Dags aktiviteter i september pågår fram till den 16 november. I december kommer både vinnare och de inskickade bidragen att publiceras på Geologins Dags webbplats. Vinster är bland annat fina stenlådor. Alla elever som deltar får mobilsmykke eller nyckelband – med den välbekanta jordgloben som representerar Geologins Dag.

– Eleverna tävlar klassvis och tävlingen handlar om att visa hur man i klassen arbetar med vattnets kretslopp och då särskilt med fokus på grundvattnet. En fördel är att utgå från de delar av läroplanens centrala innehåll som knyter an till detta område. Ett annat bra underlag är den affisch om vattnets kretslopp som Geologins Dag har tagit fram i samarbete med SGU, fortsätter Kaarina Ringstad.

Tävlingsbidragen utgörs av elevernas presentationer som ska vara i en sådan form att de kan visas på Geologins Dags webbplats: digitala kollage, bildspel, bilder och liknande.

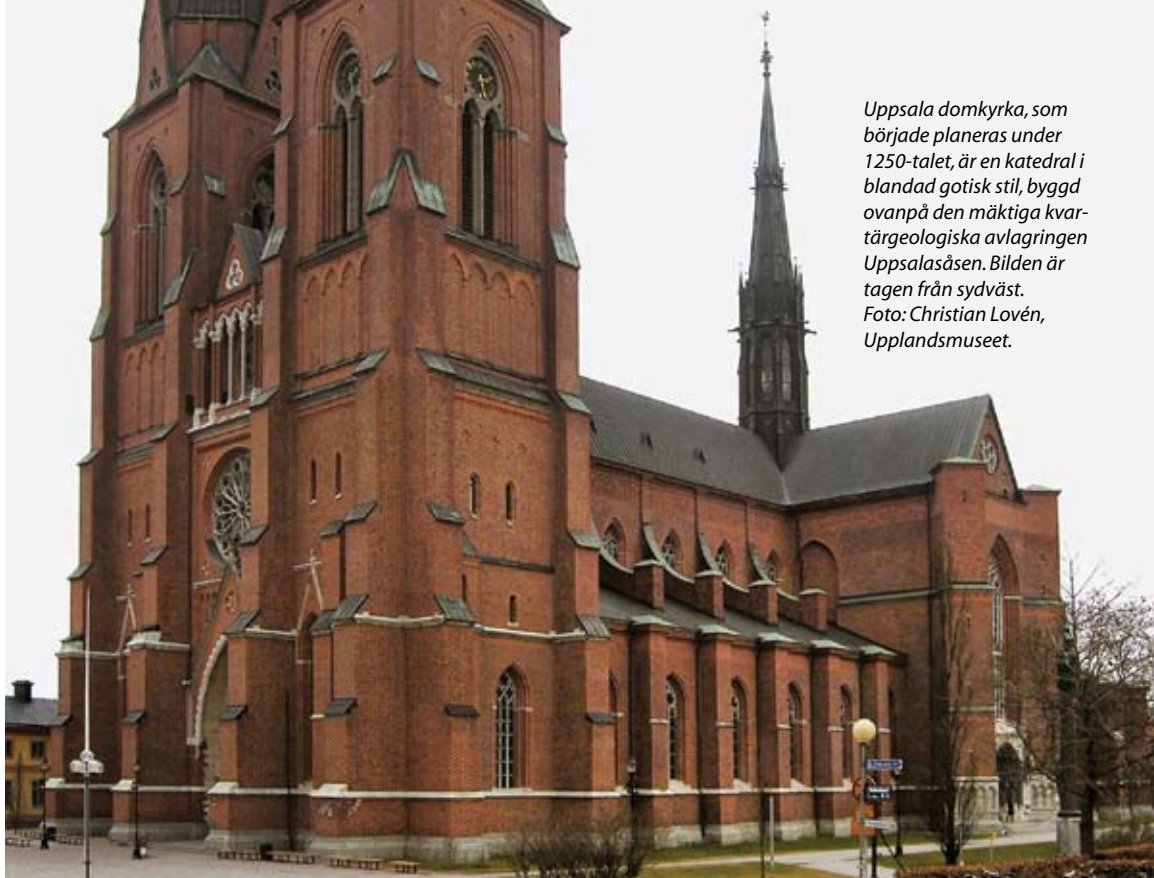
Alla skolklasser från första årskurs till och med gymnasiet är välkomna att delta. Det behövs också en ansvarig lärare, som svarar för att genomföra tävlingsuppgiften tillsammans med klassen.

Mer om tävlingen kan du läsa på: www.geologinsdag.nu

Alabaster i Uppsala domkyrka

Det har länge varit okänt varifrån **alabastern** i de tre kungliga gravmonumenten i Uppsala domkyrka kommer. Ett europeiskt forskningsprojekt har dock kunnat spåra den exklusiva stensorten till ett område beläget sydväst om Nottingham, England.

*Uppsala domkyrka, som började planeras under 1250-talet, är en katedral i blandad gotisk stil, byggd ovanpå den mäktiga kvar-tärgeologiska avlagringen Uppsalasåsen. Bilden är tagen från sydväst.
Foto: Christian Lovén, Upplandsmuseet.*





Från salt havsvatten till konstverk

Alabaster är en finkristallin form av gips ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$) som bildas som utfällning ur avdunstande havsvatten. På grund av sin ljusa färg och mjukhet, som möjliggjort detaljrika arbeten, har alabaster använts för att framställa konstverk sedan antiken.

Alabaster ingår som en viktig beståndsdel i samtliga tre kungliga gravmonumenten i Uppsala domkyrka, det vill säga de som är uppförda över Gustav Vasa och hans gemåler (1562–1583), samt över Katarina Jagellonica (1580-tal) och Johan III (1590-tal). Tidigare har ingen känt till varifrån denna alabaster är hämtad, men nu har forskarna konstaterat att den är från ett område sydväst om Nottingham i England. Samma material återfinns förmodligen i skulpturer och sniderier från 1500- och 1600-talen i många andra kyrkor i Sverige, även om det för närvarande inte är möjligt att belägga säkert.

Under den katolska medeltiden tillverkades i Nottingham i England mängder av alabastersniderier, *Nottingham alabaster*, med motiv från Bibeln och helgonlegenderna och de finns spridda över hela Europa. Det sedimentära lager där alabastern finns kallas *Tutbury Gypsum*. Det bildades under den geologiska tidsepoken Keuper (i övre Trias) för ca 220 miljoner år sedan. Materialet bröts i stenbrott sydväst om Nottingham och de mest kända orterna var Chellaston i Derbyshire, Fauld i Staffordshire och Newark i Nottinghamshire.

I samband med reformationen blev detta konsthantverk omstritt och all nyttillverkning förbjöds formellt genom ett parlamentsbeslut år 1550. Istället exporterades alabastern, främst till Flandern (norra Belgien), där tillverkningen av sådana sniderier fortsatte i Mechelen och Antwerpen. I dag bryter bolaget British Gypsum gips och alabaster i området i England.

Ansvarig för Gustav Vasas gravmonument var den nederländske skulptören Willem Boy, som var anställd som hovkonstnär i Sverige från 1558 fram till sin död 1592. Av brev och räkenskaper framgår att han tillverkade monumentet i sin hemstad Mechelen, liksom att han köpte en del av materialet från England. Genom att jämföra kemiska studier av syre-, svavel- och strontiumisotoper i alabaster från olika stenbrott i Frankrike, Spanien och England och med motsvarande analyser av alabastern i Gustav Vasa-monumentet har forskarna nu

kunnat bekräfta att det var den engelska alabastern Boy använde för monumentet. Vilket det exakta stenbrottet är går dock inte att avgöra i dagens läge.

Provtagningen av Vasamonumentet underlättades av det faktum att det skadades vid den stora branden i Uppsala 1702. De originaldelar som byttes ut när monumentet reparerades finns fortfarande i behåll i ett av domkyrkans magasin. Provtagningen kunde därför ske på dessa, utan överkan på själva monumentet.

Willem Boy tillverkade även gravmonumenten över drottning Katarina Jagellonica i Uppsala domkyrka och prinsessan Isabella i Strängnäs domkyrka, vilka båda innehåller alabaster som då sannolikt är av engelskt ursprung. I Uppsala finns även gravmonumentet över Johan III, som utseendemässigt ser ut att vara av samma typ av alabaster. Detta är tillverkat i Danzig/Gdansk i dagens Polen av nederländaren Willem von dem Block på uppdrag av den svensk-polske kungen Sigismund. Liksom Boy härstammade von dem Block från belgiska Mechelen. Till detta monument hör fyra pelare i röd kalksten, identifierad som *Marbre vieux de Rance* från Rance i dagens södra Belgien, mer känd från bland annat spegelsalen i Versailles utanför Paris. Detta visar att materialet transporterats från Belgien, dit den engelska alabastern också levererades vid denna tid, via Polen till Uppsala, vilket betyder att också alabastern i detta monument högst sannolikt är engelsk.

I Uppsala domkyrka hittar vi således flera exempel på 1500-talets handel med exklusiva stensorter och konstigt vore det väl annars. Den kungliga gravkyrkan betydde mycket för Sveriges status.

Något yngre gravmonument, som till utseende också förefaller vara av samma material från England finns i domkyrkorna i Västerås (Magnus Brahe, 1640-talet) och Skara (Erik Soop, 1630-talet).

– Normalt används vår kunskap och våra data av gruvindustrin och i samhällsbyggandet. Det här är ett intressant exempel på att geologin



Gustav Vasas gravmonument i Uppsala domkyrka. Foto: Olle Norling/Upplandsmuseet.

också kan ge svar och förklaringar i mer oväntade sammanhang, säger SGU:s generaldirektör Jan Magnusson.

Sten-Anders Smeds, fil. dr i mineralogi och petrologi, statsgeolog vid SGU, har lämnat underlag till denna artikel, som även publicerats som ett pressmeddelande från SGU på Newsdesk.se. Studien är under tryckning i tidskriften *Archaeometry*.

Europeiskt teamwork

Projektet med att kartlägga alabasternas ursprung är ett samarbete mellan Sveriges geologiska undersökning, SGU, Upplandsmuseet och Uppsala domkyrkoförsamling i Sverige, samt med BRGM, Bureau de recherches géologiques et minières, som är Frankrikes geologiska undersökning, CICRP, Centre interrégional de conservation et restauration du patrimoine), och LRMH, Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques, i Frankrike samt BGS, British Geological Survey, och British Gypsum i England.

Projektet leds av fil.dr. Wolfram Kloppmann vid BRGM.

Koll på grundvattnet

Vatten är ett av våra viktigaste livsmedel. I Sverige utgörs ungefär hälften av vårt dricksvatten av grundvatten. Därför är det också nödvändigt att ha koll på grundvattentillgångarna: var finns de, vilka hot utsätts de för och hur varierar tillgången under året?

Det är Sveriges geologiska undersökning, SGU, som kartlägger och övervakar grundvattnet. Den information myndighetens hydrogeologer tar fram ger en översiktlig bild av grundvattenmagasinens utbredning, hur magasinerna fylls på, hur vattnet rör sig i marken och hur mycket vatten som kan utvinnas.

– Vi övervakar också grundvattnets variationer under året. Det hjälper bland annat kommunerna att planera sin vattenförsörjning. När det till exempel blir bevattningsförbud, då är det vår information som ligger till grund för beslutet. Ett sådant beslut tas ju för att säkra att alla ska få tillgång till bra dricksvatten även under perioder med mycket låga grundvattennivåer, dvs. under perioder av torka, berättar Bo Thunholm. Han är hydrogeolog på Sveriges geologiska undersökning och svarar för det som kallas för grundvattennätet.

Inom grundvattennätet mäter SGU både hur grundvattnets nivåer och kemiska sammansättning varierar under året. Vattennivåerna mäts två gånger per månad på sammanlagt 330 platser i landet. Grundvattenkemin mäts vid 30 provstationer och provtagningen sker två gånger per år. Sverige och SGU har data över hur grundvattnets kemi har varierat över åren sedan 1968, vilket gör oss världsunika!

Varje månad publicerar SGU den så kallade grundvattenkartan, som visar de aktuella grundvattennivåerna för hela Sverige. Kartan, som egentligen består av två kartor, visar situationen både för de stora grundvattenmagasinerna och de små. De stora magasinerna utgörs främst av stora sand- och grusåsar, och är viktiga för kommunernas dricksvattenplanering. Informationen om de små magasinerna utgör främst ett stöd för de som har egen brunn.

Kartan indelas i hur grundvattennivåer förhåller sig till de normala värdena: mycket över, över värdena, nära under och mycket under.

Sedan årsskiftet presenterar SGU de små grundvattenmagasinens nivåer på ett nytt sätt.

– Tidigare har vi jämfört de aktuella nivåerna med långtidsmedelvärde för månaden. Nu sker dock också jämförelsen med nivåerna under de övriga månaderna. Det ger ett bättre mått på hur mycket vatten som faktiskt är tillgängligt, säger Thunholm.

Han konkretiserar med ett exempel:

– Efter snösmältningen är ju grundvattentillgången större än under andra delar på året. Tidigare visade kartan att fyllnadsgraden av magasinerna var normal för årstiden. Nu redovisar vi den relativa fyllnadsgraden, vilken då blir hög, säger han.

/ Kaarina Ringstad, informatör, SGU

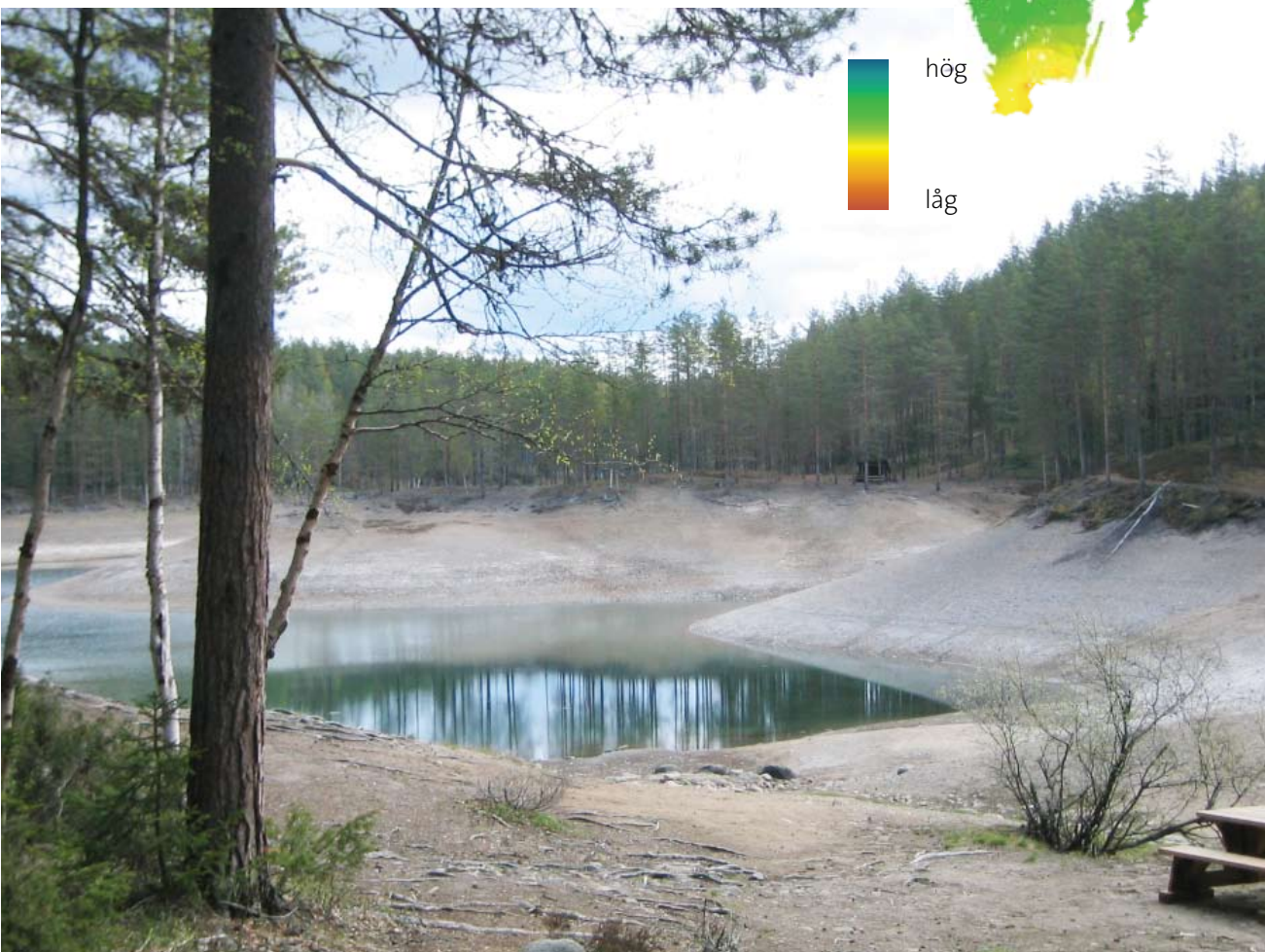
GRUNDTVATTEN – EN DEL AV VATTNETS KRETSLOPP

- Vattnet på vårt jordklot cirkulerar i ett ständigt kretslopp. Solen värmer upp vatten i vattendrag, hav med mera och ånga avdunstar och blir till nederbörd (regn, snö och hagel).
- En del av nederbörden avdunstar direkt, en del tas upp av växtligheten och en del rinner längs med markytan ut till vattendrag, sjöar och hav. Vintertid fördröjs processen. Och en del vatten sipprar ned i marken! Under en viss nivå i marken, grundvattenytan, är markens alla hålrum vattenfyllda. I jordlagren är det porerna mellan sten och grus och i berggrunden sprickor och andra håligheter. Detta vatten kallar vi för grundvatten.
- Grundvattnet rör sig långsamt genom marken. Efter någon månad, några år och ibland upp till tiotals eller ibland hundratals år sipprar vattnet ut igen i källor, vattendrag, sjöar och hav. För att åter avdunsta...

MER INFORMATION

- Månadskartan hittar du på SGUs webbplats: www.sgu.se. Här finns också mer information om SGUs arbete med grundvatten och om grundvatten generellt.
- Du kan också, utan någon kostnad, prenumerera på SGUs digitala nyhetsbrev "Grundvatten". Förutom grundvattenkartan innehåller nyhetsbrevet aktuell information om frågor som rör grundvattnet i Sverige.

Kartan över grundvattenmagasinens fyllnadsgrad tas fram genom att jämföra aktuella grundvattennivåer med samtliga uppmätta grundvattennivåer sedan mitten av 1970-talet. Redovisningen representerar små grundvattenmagasin och är främst ett stöd för de som har egna brunnar. Kartan utgår från samma urval av observationsrör i SGUs grundvattennät som används för framställningen av kartan över grundvattensituationen.



Gröntjärn saknar synliga såväl inlopp som utlopp, istället får den sitt vatten genom tillflöden av grundvatten. Då grundvattnets yta sänks eller höjs sker motsvarande förändringar av sjöns yta – upp till 13 meter! Tjärnen ligger i ett isälvsdelta i en dalgång som sträcker sig i väst-östlig riktning. Vid regn fylls grundvattenmagasinet i delat på snabbt av vatten från höjderna. Lika snabbt kan nivån sänkas då grundvattnet rinner bort mot öster. Branta sandstränder visar tydliga vattenlinjer. Foto Margareta Eiserman.

Arsenik – löses ut ur sedimentet är syrefritt i grundvattnet

Under de senaste decennierna har det uppdagats på flera platser runt om i världen att det är höga arsenikhalter i grundvattnet. Därmed förorenas även dricksvattnet för miljontals människor, med stora hälsorisker som följd. Frågan är dock vad de höga halterna av arsenik beror på. I ett forskningsprojekt, finansierat av Sida och Vetenskapsrådet, har partners från Sverige, Vietnam och Schweiz undersökt arsenikförekomsten och vilka processer som bidrar till höga arsenikhalter i grundvattnet i Hanoiområdet, Vietnam.

Text: Charlotte Sparrebom, Rebecka Olsén, Johan Lindenbaum

Med alla mänskliga aktiviteter som pågår är det lätt att tro att arsenik i grundvattnet främst beror på någon form av arsenikhaltigt utsläpp. Detta har dock visat sig vara ett felaktigt antagande. En annan logisk förklaring är att sedimenten måste innehålla höga halter arsenikbärande mineral. Analyser av sedimenten har dock visat att arsenikhalterna inte är högre i problemområden än i svensk "medeljord". Varför finns då höga arsenikhalter i grundvattnet i vissa områden i världen och inte i andra?

I ett forskningsprojekt som finansierats av Sida och Vetenskapsrådet har partners från Sverige, Vietnam och Schweiz undersökt arsenikförekomst och vilka processer som bidrar till höga arsenikhalter i grundvattnet i Hanoiområdet, Vietnam. Undersökningar baseras på tre fältsäsonger under perioderna mars till maj, åren 2006, 2007 och 2011.

Forskarna visar på att i låglänta deltaområden i Sydostasien, liksom i Hanoiområdet, är det de komplexa deltaavlagringarna och deras fläckvisa innehåll av organiskt material som orsakar reducerande förhållanden (syrefria förhållanden) i grundvattnet. Vid reducerande förhållanden löses järnhydroxider i sedimenten upp och detta resulterar i att även arsenik,

nten när



Stora bilden: Ett av de tjugotal brunnshus inom brunnsfältet i Nam Du som pumpas för dricksvattenförsörjning till invånarna i Hanoi. Observera den rostbruna färgen som är en utfällning på grund av det järnrika vattnet. Foto: Charlotte Sparrenbom. **Infällda bilden:** Johan Lindenbaum och Rebecca Olsén provtar grundvatten i Nam Du under fältarbetet 2011. Foto: Tran Thanh Le.



som ofta sitter bundet på järnhydroxiderna, går i lösning. Under syrefria förhållanden ökar dessutom arseniks löslighet. Vid nedbrytningen av organiskt material i sedimenten bildas även bikarbonat, som konkurrerar med arsenik om bindningsplatser på järnhydroxiderna. Det leder till ytterligare upplösning av arsenik i grundvattnet genom jonbyte. När bikarbonathalterna ökar i grundvattnet kommer därför arsenikkoncentrationerna att stiga.

I och med den fläckvisa förekomsten av organiskt material i sedimenten är arsenikhalten i grundvattnet också kraftigt varierande mellan närliggande brunnar med brunnfilter på samma djup.

I Hanoi har man sedan 1900-talets början pumpat grundvatten för dricksvattenbehov, men uttaget har ökat markant på senare tid. År 2011 pumpades 750 000 m³/dygn i Hanoi City och ytterligare ca 500 000 m³/dygn söder om Hanoi City. I området finns två huvudsakliga grundvattenmagasin (akvifärer), en övre öppen akvifär i holocena sediment och en undre sluten med läckage i pleistocena sediment. Den undre akvifären används för storskaliga vattenuttag för Hanoi City, medan den övre används för enskilda hushåll och småskalig bevattning.

Forskarteamet i det aktuella projektet har undersökt ett relativt nytt brunnfält, etablerat 2004–2006, i Nam Du-området söder om Hanoi City. Brunnarna är belägna alldeles intill Röda floden och området är, precis som flera andra drabbade områden, belastat med en stor rad aktiviteter utöver grundvattenuttaget, såsom jordbruk, fiskodling, cementtillverkning, öppna avloppskanaler och sedimentationsdammar för avloppsvatten samt en icke officiell deponi.

Den stora boven i dramat har dock visat sig vara den omfattande utvinningen av grundvatten i Hanoi från tio olika brunnfält. De stora vattenuttagen från den undre akvifären har lett till att grundvattennivån sänkts, vilket skapar ett stort läckage från den övre akvifären till den undre. Detta är olyckligt då det huvudsakligen är i den övre akvifären som mesta delen arsenik frigörs från järnhydroxidmineral. Detta medför att grundvatten med höga halter arsenik läcker från den övre akvifären till den undre.

Arsenikhalter på mellan ca 10 µg/l till nära 600 µg/l har uppmätts i brunnarna i Nam Du. Medelvärdet för den övre akvifären ligger på ca 300 µg/l, och i den undre på ca 150 µg/l, det vill säga 30 respektive 15 gånger mer än Världshälsoorganisationen WHO:s gränsvärde. Mätningarna från 2006–2011 visar generellt stigande arsenikhalter i den övre akvifären och halter på ungefär samma nivå eller stigande i den undre akvifären. Fortsatt frigörande av arsenik i den övre akvifären och ett ökat läckage från den övre till den undre leder till den dystra prognosen att arsenikhalterna fortsätter stiga framöver och därmed fortsatt försämrad vattenkvalitet. De lägsta arsenikhalterna finns i brunnarna närmast Röda floden där en utspädning med infiltrerat flodvatten sker.

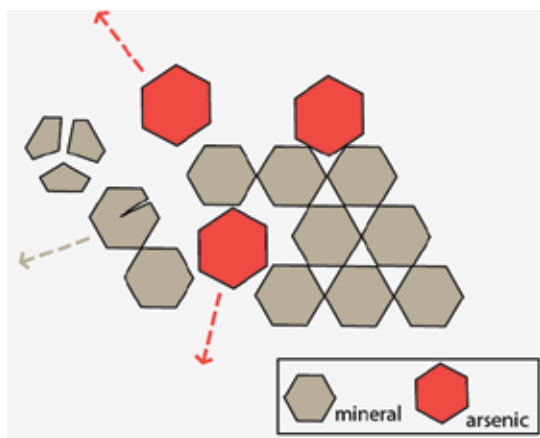
En undersökning av hur väl vattenreningsverken i Hanoi lyckas rena grundvattnet från arsenik innan

ARSENIK – ETT HÄLSOPROBLEM

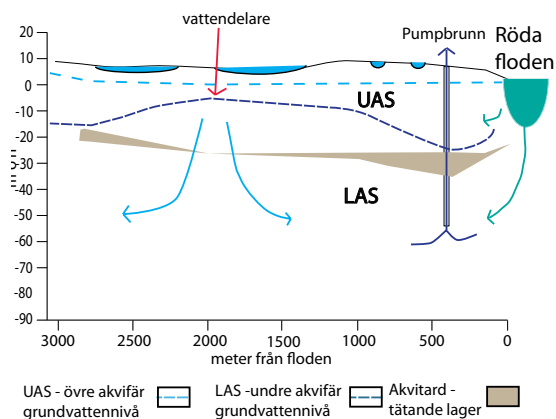
Höga arsenikhalter i grundvatten utgör en hälsorisk. Hudförändringar, cancer i hud, lungor, lever, njurar och urinblåsa samt en kallbrandsliknande kärlsjukdom kallad *Black Foot Disease*, BFD, har bland annat konstaterats som följd.

I de tätbefolkade låglänta deltaområdena i Sydostasien är arsenikproblemen utbredda. Höga arsenikhalter finns i grundvattnet i delar av Vietnam, Indien, Bangladesh, Kina och Kambodja, men även på andra håll i världen såsom Chile, Argentina, Mexico och USA finns samma problem.

Världshälsoorganisationen WHO sänkte år 1993 gränsvärdet för arsenik i dricksvatten från 50 µg/l till 10 µg/l och därefter har Europa och USA följt efter. I många utvecklingsländer ligger gränsvärdet fortfarande på 50 µg/l eller saknas helt. Ett dagligt intag av vatten med halter på runt 50 µg/l kan dock ge kronisk förgiftning inom 10 till 15 års tid.



Arsenik är ofta bundet till järnhydroxidmineral. Vid upplösning av järnhydroxidmineral under syrefria förhållanden löses även arseniken upp i grundvattnet. Illustration: Rebecka Olsén.



Övre bilden till vänster: Under provtagningen för bestämning av arsenikhalt i grundvattnet, mäts även pH, syrehalt, salthalt, turbiditet, redoxpotential och temperatur direkt i fält med hjälp av en flödescell. Foto: Johan Lindenbaum.

Övre bilden till höger: En del av de provtagna brunnarna ingår i det vietnamesiska övervakningsprogrammet för grundvattennivåer. Foto: Charlotte Sparrenbom.

Schematisk bild: I och med det stora vattenuttaget från flera olika brunnarfält i olika riktningar skapas en vattendelare mitt i det undersökta området (röda pilen) och trycknivån i den undre akvifären sänks markant. Detta leder till ett stort läckage av grundvatten från den övre akvifären till den undre och således en transport av arsenik däremellan.

distribution till invånarna, har visat halter på 25-90 $\mu\text{g/l}$ för utgående dricksvatten och 2004 upptäcktes de första fallen av kronisk arsenikförgiftning av myndigheterna i Vietnam. Kranvattnet i Hanoi lever alltså inte upp till rekommenderat gränsvärde för arsenik och en långvarig konsumtion kommer sannolikt att leda till mer hälsoproblem. Eftersom arsenikläckaget från den övre till den undre akvifären har skapats av de senaste decenniernas stora vattenuttag är det möjligt att de arsenikrelaterade hälsoproblemen i Vietnam bara är i sin början. Dagens vattenrening baseras på luftning och sandfiltrering, men kan och bör förbättras genom till exempel tillsats av järn för att sänka arsenikhalterna

ytterligare och kanske även via en spädning med artificiellt infiltrerat vatten från Röda floden. Alternativet är att finna en annan källa för vattenförsörjning till Hanoi City och detta kommer då att bli både svårt och kostsamt att förverkliga.

CHARLOTTE SPARRENBOM, fil.dr. och biträdande universitetslektor, geologiska institutionen, Lunds Universitet, REBECKA OLSÉN, examensarbete vid Lunds tekniska högskola och JOHAN LINDENBAUM, examensarbete vid geologiska institutionen, Lunds Universitet.



Grönland kan ge forska

Hur påverkar en inlandsis Sveriges kärnbränsleförvar i Forsmark? Och hur påverkar kärnbränsleförvaret sin omgivning vid permafrost? Svaret finns på Grönland. Där bedriver Sveriges Kärnbränslehantering AB två projekt – för att få veta mer om förhållandena på djupet och på ytan i ett framtida kallare Sverige.

För drygt ett år sedan – den 16 mars 2011 – ansökte Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) om att få bygga och driva ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark. I ansökan ingick bland annat en omfattande analys av den långsiktiga säkerheten. Resultatet visade att det planerade kärnbränsleförvaret klarar myndigheternas krav med marginal.

En av de viktigaste frågorna i SKB:s säkerhetsanalys är hur säkerheten på lång sikt påverkas av ett kallare klimat med inlandsis och permafrost. Det normala, historiskt sett, på nordliga breddgrader är permafrost eller ett upp till tre kilometer tjockt istäcke. Ser man tillbaka på den senaste glaciationscykeln, som varade omkring 120 000 år, var marken istäckt eller ständigt frusen under mer än hälften av tiden.

Säkerhetsanalysen omfattar en tidsperiod på en miljon år, vilket motsvarar åtta glaciationscykler. I

debatten om slutförvarets säkerhet hörs ibland röster som hävdar att det är omöjligt att uttala sig om säkerheten under så långa tidsperspektiv. Så är inte fallet. I säkerhetsanalysen handlar det inte om att exakt förutsäga när nästa istid kommer, utan att bestämma inom vilket intervall klimatet kan komma att variera. Hur tjock kan inlandsisen maximalt bli? Hur djupt ner når permafrosten som mest i Forsmark? Och vad händer om klimatet blir varmare och det inte blir någon inlandsis alls?

Många års forskning har gett SKB stor kunskap om inom vilka ramar klimatet kan komma att variera. Genom att använda vetenskapligt accepterade klimatmodeller kombinerat med information från olika klimatarkiv i naturen, är det fullt möjligt att beskriva vad som händer med slutförvaret vid olika tänkbara klimat. Därigenom får SKB ett bra underlag för att analysera säkerheten på lång sikt.

Det finns emellertid områden

inom klimatforskningen där kunskapen fortfarande är otillräcklig för säkerhetsanalysens behov. Sådana områden är exempelvis hur hydrologin, hydrogeologin och hydrogeokemin förändras av inlandsisar och permafrost. Detta får till följd att antagandena och beräkningarna i säkerhetsanalysen ibland blir onödigt pessimistiska. Även om dagens Forsmark är en av världens mest välundersökta platser är det inte givet att vi fullständigt förstår de olika långsiktiga förändringsprocesser som verkar under ett kallare klimat. Det är heller inte helt utrett hur dessa skiljer sig från de processer som verkar under varma perioder.

Inlandsisar och permafrost förändrar vattenflöden och vattenkemi – både på djupet och på ytan. Viktiga frågor är hur grundvattenförhållandena ser ut under en inlandsis, hur vattnet rör sig genom och under isen samt hur långt ned det tränger i berget och hur det



Varma svar

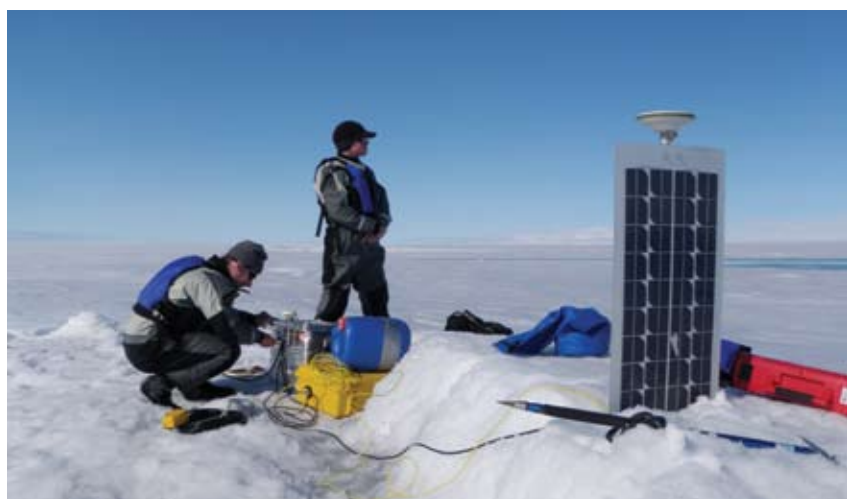
sedan rör sig där. Under varma perioder regleras grundvattenomsättningen i berget av nederbörden och höjdskillnaderna i naturen. Däremot är det inlandsisen som styr vattenomsättningen under perioder av nedisning. Isens tyngd trycker ner berggrunden så att spänningarna i berget ändras.

Samtidigt styr isens form och hydrauliska egenskaper var grundvattnet bildas och hur det rör sig. Detta leder till att vattnet kan ta delvis nya vägar och att vattenflödena förändras. När klimatet är

Övre bilden: Undersökningarna av de ytbaserade ekosystemen fokuserar i hög utsträckning på en sjö några hundra meter från iskanten. Sjön ligger ovanpå en talik, dvs ett "hål" i permafrosten.
Foto: Tobias Lindborg.

Övre till höger: Borring av borrhål i permafrosten för att studera hur djupt den går.
Foto: Lillemor Claesson Liljedahl

Nedre till höger: Underhåll av GPS-station uppe på inlandsisen. Foto: Sam Doyle.



VÄRT ATT VETA OM GRÖNLAND (KALAALLIT NUNAAT)

Yta: 2,2 miljoner km², vilket gör Grönland till världens största ö och 52 gånger större än Danmark.

Språk: Huvudspråket på Grönland heter kalaallit oqaasii eller kalaallisut. Det talas av ungefär 50 000 människor. Det finns tre huvuddialekter i det grönländska språket: avanersuaq (nordligaste Grönland), tunu (Östgrönland) och kitaa (Västgrönland).

Befolkning: Omkring 56 000 invånare. 88 procent är inuiter eller av blandad härkomst, 12 procent européer (främst danskar). 91 procent av befolkningen bor på västra Grönland. **Statsskick:** Självstyrande danskt territorium. Drottning Margrethe II är statschef.

Huvudstad: Nuuk (Godthåb). **Klimat:** Temperaturen varierar mellan -70°C vintertid uppe på inlandsisen och +20°C sommartid vid kusten. För ungefär 200 miljoner år sedan var Grönland täckt av skog. Temperaturerna var då så höga att sköldpaddor och jätteödlor kunde leva där. **Inlandsis:** Täcker omkring 86 procent av markytan. Tjockleken uppgår i genomsnitt till 1 500 meter och som mest till 3 000 meter. **Övrigt:** Grönland gick ur EU 1985 efter en folkomröstning. Danmark är fortfarande med.



kallt och permafrosten breder ut sig, till exempel innan en inlandsis kommer till platsen, påverkar också detta hur grundvattnet rör sig. Permafrost kan även leda till att grundvattnet blir saltare.

För att öka kunskapen och därmed också öka precisionen i säkerhetsanalysen vänder därför SKB blicken västerut, mot Grönlands västkust och trakterna kring Kangerlussuaq (Söndre Strömfjord), för att lära sig mer om vad som skulle kunna hända både på djupet och på ytan i ett framtida kallare Forsmark.

Precis som i Forsmark består berget i Kangerlussuaq av bergarter med granitisk sammansättning och har få sprickor på förvarsdjup. Däremot är vattenflödena större. Detta beror troligen dels på att det finns en tjock inlandsis som belastar berggrunden, dels på att permafrosten är djup (200-300 meter) och ligger som ett ogenomträngligt lock över den undre delen av berget.

SKB bedriver två projekt på Grönland: GAP (Greenland Analogue Project) och GRASP (Greenland Analogue Surface Project). Infallsvinklarna är olika. Mycket förenklat skulle man kunna säga att GAP studerar vilka påfrestningar ett kallare klimat innebär för kärnbränsleförvaret, medan GRASP undersöker vilken eventuell effekt utsläpp av radioaktiva ämnen från förvaret skulle få på omgivningen.

I GAP-projektet samarbetar SKB bland annat med sina finska och kanadensiska motsvarigheter, Posiva respektive NWMO. Ett femtotal forskare är involverade och den totala budgeten uppgår till ungefär 100 miljoner kronor. GRASP finansieras däremot helt av SKB och sker i samarbete med Stockholms universitet och Sveriges lantbruksuniversitet.

Isfronten vid Kangerlussuaq på västra Grönland. Här bedriver SKB två projekt för att ta reda på dels hur ett slutförvar för använt kärnbränsle påverkas av en istid, dels hur förvaret påverkar sin omgivning.
Foto: Lillemor Claesson Liljedahl.

Fältarbetet inom GAP-projektet startade sommaren 2008. Då placerades ett antal väderstationer och GPS-stationer ut på inlandsisen. Väderstationerna mäter ett antal parametrar utifrån vilka man kan räkna ut hur mycket smältvatten som produceras, medan GPS-stationerna mäter isens rörelser. Hur mycket isen rör sig beror i sin tur på hur mycket smältvatten det finns vid isens botten och vilket tryck det vattnet har. Där trycket är högt kan isen höja sig så mycket som flera meter under ett dygn. Om isen är fastfrusen vid berget rör den sig inte alls.

Radarmätningar från marken och från helikopter ger en uppfattning om hur tjock isen är, samt om den är bottenfrusen eller om det finns vatten under den. Under de bottenfrusna delarna av isen finns inget fritt vatten och följaktligen sker heller ingen grundvattenbildning inom dessa områden.

Grundvatten kan även bildas genom att vatten från isens yta tar sig ner genom sprickor och glaciärbrunnar. Detta sker i områden nära inlandsisens front, där smältningen sker på ytan. En hittills outredd fråga är över hur stort område detta vatten kan nå inlandsisens botten.

Tjugo borrhål har också borrats genom inlandsisen ner till berget, bland annat för att kunna mäta hur vattentrycket under isen varierar. En rad vatten- och sedimentprover har också tagits. Borrhålen ligger på tre olika ställen på mellan en och 35 kilometer från iskanten. På ett av ställena nådde man i två hål aldrig ner till berget, eftersom isen var tjockare än väntat.

Vi kan också notera att istemperaturerna är högre än vad som hade förutsagts genom numerisk modellering. Nära isfronten ligger temperaturen strax under smältpunkten och isen är bottenmältande. Även lufttemperaturerna är ovanligt höga. År 2010 var ett rekordvarmt år på Grönland, där alla årets månader var varmare än normalt.

Borrhålen genom isen har också kompletterats med tre borrhål i berget. Det första borrhålet går genom permafrosten några hundra

meter från iskanten, snett in under isen till ungefär 700 meters djup. I borrhålet mäts bergets vattenledningsförmåga, temperatur och tryck på tre olika ställen.

Det andra borrhålet går in under en sjö framför isen. Förmodligen ligger sjön ovanpå en så kallad talik, en ofrusen lucka i ett större område där permafrost råder. En talik är ett ställe där det skulle kunna komma upp stora vattenflöden från djupare liggande delar av berggrunden. Därmed skulle också radioaktiva ämnen kunna transporteras upp genom taliken från ett slutförvar i det fall någon kapsel med använt kärnbränsle blivit otät.

I borrhålet genom taliken tar vi vattenprover för att undersöka vattenkemin. Syftet är dels att ta reda på om smältvattnet tränger djupt ner i berget, dels om djupt grundvatten kommer upp där. Resultaten visar att det troligen rör sig om en talik som går genom hela permafrosten.

Vi har däremot inte sett några tecken på att grundvattnet tränger upp i sjön. Vattnet under sjön är fritt från syre och har en annan kemisk sammansättning än vattnet i sjön ovanför. Borrhålen har också analyserats.

Det tredje borrhålet är ungefär 300 meter djupt och används för att studera hur långt ner permafrosten går. Det är möjligt att mäta temperaturen längs hela hålet med hjälp av en speciell optisk fiberutrustning. Data från detta instrument har använts för att beräkna permafrostens djup i området till ungefär 350 meter.

Sommaren 2012 fortsatte arbetet i fält med borrhålen uppe på inlandsisen. Vi borrade ytterligare borrhål för att studera vilka hydrologiska förhållanden som råder i en subglacial dalgång. Här förväntas inlandsisen smälta och det finns ett tjockt sedimenttäck, egenskaper som troligen indikerar grundvattenbildning.

Utöver borrhålen i isen har den sista omgången radarundersökningar genomförts. Vi har även gjort en del underhållsarbete och några andra mindre insatser i fält. Nu återstår förstås att ställa



SKB:s Tobias Lindborg med vattenprovtagare i högsta hugg. Foto: Jens-Ove Näslund.

samman alla data, tolka dem och förklara resultaten. Kunskapen ska SKB sedan använda vid framtida säkerhetsanalyser – både för kärnbränsleförvaret och för andra anläggningar för att slutförvara olika typer av radioaktivt avfall. Observationerna från den grönländska inlandsisen blir ett viktigt bidrag för att förbättra de modeller som används. Slutrapporteringen från GAP-projektet ska enligt planerna vara klar 2014. Eftersom något sådant här projekt inte har genomförts tidigare kommer också resten av forskarvärlden att få mycket ny kunskap om förhållandena under inlandsisen. Resultaten kan bland annat användas för att uppskatta hur känslig den grönländska inlandsisen är för den globala uppvärmningen.

Lika viktigt som att studera vad som händer under isen och nere i berget är det att få ökad kunskap om de processer som äger rum på markytan. Det är ju på markytan ett eventuellt utsläpp av radioaktiva ämnen skulle få effekter i form av en stråldos.

Det är här GRASP-projektet tar vid. Sedan 2010 bedriver SKB forskning om vad som händer i

jordlagren och på markytan i ett landskap med permafrost. Undersökningarna äger rum i ett och samma område några hundra meter från den grönländska iskanten – med den tidigare nämnda sjön ovanpå taliken i centrum.

Syftet med GRASP-projektet är dels att identifiera skillnader mellan ackumulations- och transportprocesser i ett kallt och ett tempererat klimat, dels att undersöka hur de hydrologiska egenskaperna och ekosystemens egenskaper varierar.

Projektet är inriktat på hydrologi och på utvecklingen av biosfären, det vill säga på de långsamma förändringsprocesser som formar landskapet, samt hur olika ämnen fördelas och transporteras i tid och rum. Resultaten från undersökningarna i Kangerlussuaq ska tolkas och appliceras på ett framtida Forsmark där permafrost råder.

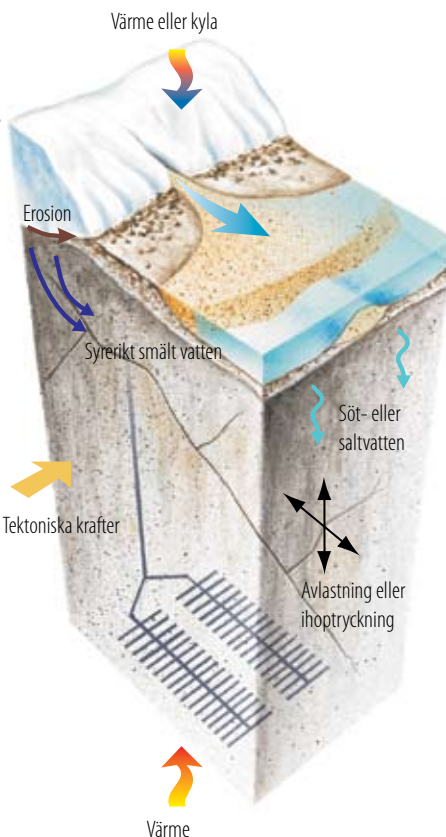
Det viktigaste i GRASP-projektet är inte i första hand att generera data, utan att förstå de processer som påverkar transporten och omfördelningen av olika ämnen vid olika klimat, samt att förstå hur egenskaperna på en plats förändras. Liksom för GAP-projektet är syftet att förbättra de modeller SKB använder i säkerhetsanalysen.

Fältstudierna har redan kommit en bra bit på väg med provtagning för kemiska analyser av såväl växter och jord som ytvatten. Ett femtiotal olika ämnen ska analyseras. Vi mäter också nederbörden, vattenavrinningen och nivåförändringarna i sjön för att kunna beskriva vattenbalansen inom området.

Sjön ska representera en av de framtida sjöar som kan bildas i Forsmark. Till skillnad från dagens sjöar i Forsmark är den emellertid djup och består under lång tid.

Resultaten från undersökningarna i GRASP-projektet kommer att presenteras efter hand i form av artiklar i vetenskapliga tidskrifter.

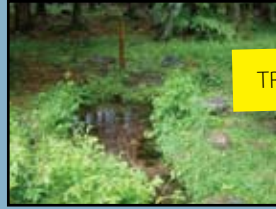
Berit Lundqvist, vetenskapsinformatör, Svensk Kärnbränslehantering AB.



I samband med att en inlandsis växer till och drar sig tillbaka förändras temperatur, hydrologiska förhållanden, bergspänningar och grundvattensammansättning runt kärnbränsleförvaret. Illustration: Jan Rojmar.

VÄRT ATT VETA OM KÄRNBÄNSLEFÖRVARET

Antal kapslar: 6 000 stycken.
Uttagen bergsvolym: 2 300 000 kubikmeter.
Yta: 3-4 kvadratkilometer.
Djup: 470 meter.
Total tunnellängd: 66 kilometer.
Byggstart: När tillstånd erhållits, dvs. tidigast omkring år 2015.
Driftstart: Omkring år 2025.
Personalstyrka: 220 personer.



TRE ORÖRDA KÄLLOR

TEXT: Gert Knutsson

FÖRÄNDRINGAR AV KÄLLOR– FRÄMST I SKOGLANDSKAPET

Källan är till sin natur alltid stadd i rörelse och förändring. I de flesta fall finns det naturliga orsaker. Landskapsförändringar och annan mänsklig påverkan har också en avgörande roll. Sammantaget är förändringarna så stora att de rentav kan utgöra ett hot mot källan som företeelse i vissa miljöer. Denna artikel beaktar främst källor i skogen; det är också i denna miljö som det visat sig att många förändringar är som störst.



GRÖN KÄLLA

Stora bilden: Stormen Gudrun förändrade helt Grön källa och området däromkring. Grön källa ligger norr om Algutsboda kyrka, Emmaboda kommun. Foto Anders Damberg 2005. Övre bildserien: Till vänster syns Grön källa före stormen Gudrun. Foto: Gert Knutsson 1985. I mitten syns Harebokällan i S. Harebo, norr om Långasjö kyrka, Emmaboda kommun. Foto: Gert Knutsson 2011. Till höger Eske källa i Vråkärn på Hallandsåsen. Foto: Gert Knutsson 2005.

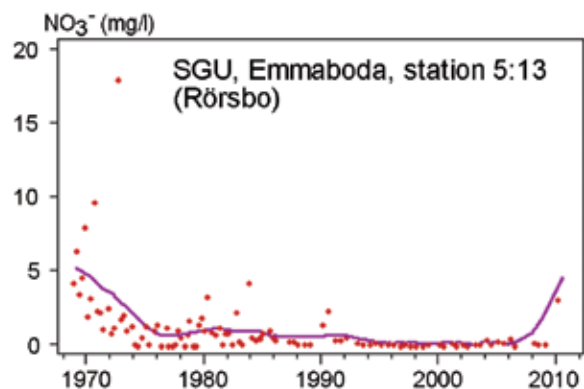
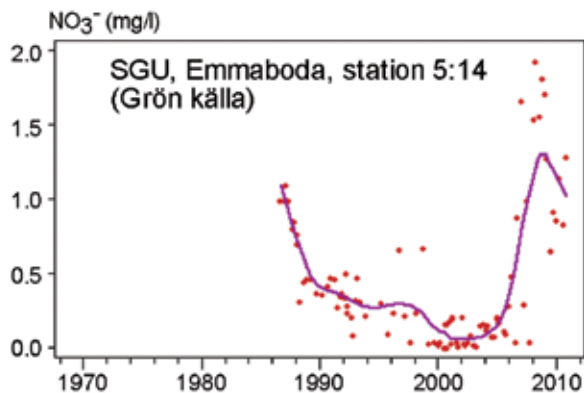


Diagram: Fluktuationer i nitrathalt i moränkällor i SGU:s observationsnät i Emmaboda kommun. Övre diagrammet visar fluktuationerna efter skogsavverkning resp. stormfällning i Grön källa. I det nedre diagrammet från en källa i byn Rörsbo framgår hur nitrathalten sjönk kraftigt vid nedläggningen av jordbruksdriften på 1970-talet. Observera skalskillnaden i diagrammen! Diagrammen kommer från SGU 2012.

Naturliga orsaker till källors förändring kan vara till exempel **klimatförändringar**, som medfört högre nederbörd och därmed givit större källflöden. Detta har också gynnat ökad torvtillväxt. Om dessutom nederbörden blivit surare och/eller temperaturen högre, har vittring av marken blivit intensivare med ökad avsättning av metallföreningar vid utströmningen av grundvatten i källor, främst av järnockra i sur miljö och kalciumkarbonat i basisk miljö med uppbyggnad av källkupoler (i kombination med dy- och torvbildning) vid kraftiga, ibland artesiska, källflöden.

Genom en kombination av **kupoluppbyggnad** till grundvattnets högsta trycknivå och **igensättning** av skiktet eller kanalen vid källutflödet tvingas då källvattnet att efterhand tränga fram på en annan punkt några tiotals eller hundratal meter från den förra källpunkten, ofta på en lägre nivå. Sådana förflyttningar är vanliga i vulkaniska områden med varma källor, där utlösningen och avsättningen av mineral är kraftig och snabb. I Sverige är förflyttningar mindre vanliga och förekommer kanske mest i torvmark. I naturreservatet Labbramsängen, tre kilometer sydväst om Smålands Rydaholm, med en tre meter hög källkupol av järnockra på torv finns det en närliggande "fossil" kupol av "källmyrmalm", vilket tyder på en förflyttning av utflödet. I Alvastra källmyr intill Omberg i Östergötland ligger den berömda pålbyggnaden skyddad i en "fossil" källkupol av torv på kalktuff med den nutida, aktiva källkupolen vid sidan om, vilket innebär att utflödet flyttats (Knutsson 2006).



Övre bild: Drottning Kristinas källa är en moränkälla norr om Lindås i Emmaboda kommun. Enligt traditionen rastade drottning Kristina här och lät sig serveras källans vatten vid sin resa till Rom. Källan har ingått i SGU:s observationsnät, varvid bland annat vattenkemin analyserades åren 1968–1986. Källan förstörades 2005 på grund av att källbäcken dämades nedströms av stormfällning (Gudrun). Foto: Anders Damberg 2009.



Nedre bild: Dämningar för att skapa vattenmagasin skadar också källmiljön liksom anläggningar av spänger och bryggor över källor, till exempel vid Ingbo källor, Tärnsjö, i nordvästra Uppland. Foto: Gunnar Wiklander 2008.

Väderleksförändringar påverkar källflödets årsrytm. En serie av torrår kan göra att en källa sinar, medan en nederbördsrik höst och vinter kan ge ett rikt flöde i källan under följande sommar. Men störst förändringar orsakar stormar, som ger värre skador vid källor än i omgivande skogsområden, eftersom marken omkring källorna ofta har låg bärlighet genom det utläckande grundvattnet och förekomsten av ytliga torvlager. Vintertid är dessutom sådan mark knappast tjälad. Stormen Gudrun på nyåret 2005 skadade ett stort antal källor på Sydsvenska höglandet, till exempel källkupolen i Labbramsängen av nedfallna, kraftiga granar. En annan, svårt skadad källa är Grön källa norr om Algutsboda, Emmaboda kommun (Johansson 1987, Knutsson 2006). Stormfällningen var värst just inom källområdet, som blev helt övertäckt av nedblåsta stora alar och granar med jättelika rotvältor (se stora bilden på sida 23). Huvudkällan har fått ett nytt läge, flera mindre källutflöden skapats och det totala flödet ökat. Vattenbeskaffenheten har förändrats, framförallt genom markant förhöjda nitrathalter på grund av den ökade nedbrytningen (mineraliseringen) av organiskt material från stormfällningen (övre diagrammet sida 24). Såväl flödets storlek som nitrathalten kommer sannolikt att långsamt återgå till det normala, när vegetationen efterhand hämtar sig.

Mänsklig påverkan

Natur- och miljöförhållandena i och omkring en källa ger en samlad bild av såväl de naturliga processerna som olika typer av mänsklig verksamhet i källans tillrinningsområde. Sålunda kan förändringarna i tillrinningsområdet registreras i en enda punkt, det vill säga i källan. Källor har därför ofta valts för miljöövervakning av grundvatten, till exempel i Sveriges geologiska undersöknings, SGU:s, grundvattennät från mitten av 1960-talet (övre och nedre bilden sida 24), av några länsstyrelser och kommuner samt för vetenskapliga studier av till exempel försurning av mark och grundvatten. Genom att välja källor av olika typ och storlek med olika uppehållstid för vattnet kan såväl snabba som långsamma miljöförändringar registreras.

Kvalitativa förändringar kan orsakas av **ändrad markanvändning** såväl av intensivare jordbruksdrift som av ökad beskogning med barrträd på stora ytor som tidigare varit betesmark och odlad mark. **Försurning** har registrerats i källor, som varit under långvarig, regelbunden observation, framförallt i SGU:s grundvattennät. Orsakerna till försurning är dels urlakningsprocesser i magra barrskogsområden, som pågått sedan istiden och som påskyndats av senare tids beskogning, dels surt nedfall av långtransporterade luftföroreningar, främst svavel och kväve. Sjunkande pH-värden dokumenterades i källor i sydöstra och västra Sverige under 1960- till 1980-talen, liksom minskande buffringsförmåga (alkalinitet), medan totalhårheten, sulfathalten och nitrathalten ökade. Förändringarna har på senare år stabiliserats och vissa värden på de nämnda kemiska parametrarna ovan har "normaliserats", tack vare att svavelnedfallet minskat kraftigt ned till 1950-talets nivå, medan kvävenedfallet minskat obetydligt. Detta har medfört, att i näringsrika skogsmarker i sydvästra Sverige, där kvävenedfallet är störst, har kvävemättnad uppstått. Skogen kan inte ta upp allt kväve, varför **niträt läckt ned till grundvattnet** och vidare ut till källor och bäckar.

Skogsavverkningens miljöeffekter har dokumenterats mycket tydligt i skogskällor genom ökande vattenflöden och stigande nitrathalter (övre diagrammet sida 24). Höga nitrathalter har också registrerats i källor i jordbruksområden. Orsaken är ofta höga givor med kvävegödselmedel på lätta åkerjordar, till exempel i södra Halland, men intensiv betesdrift kan också bidra (nedre diagrammet sida 24).

Vägrafikens föroreningar, framförallt klorid från vintervägsaltning och dammbekämpning har registrerats i flera källor, dels i några av källorna i SGU:s grundvattennät, dels i källor inom olika forskningsprojekt. Ett intressant exempel finns från SGU:s observationsområde i Tärnsjö i nordvästra Uppland, där tre källor visar sig reagera helt olika på saltning. Källorna ligger nämligen olika i förhållande till vägarna i området och har

skilda hydrogeologiska förhållanden (Thunqvist 2003). Ett annat exempel är källorna i Stockholmsåsen vid Hammarby i Upplands Väsby, som har registrerat en tydlig kloridhaltsökning alltsedan europaväg 4 började saltas. Källvattnet visade en kraftig ökning, när saltgivorna blev väsenligt större i början på 1990-talet, och fick ett maximumvärde på 130 mg klorid/l, varefter saltgivorna har minskats och kloridhalten sjunkit till under 100 mg/l (Knutsson et al. 1998).

Landskapsförändringar kan indikeras såväl kvantitativt som kvalitativt genom källor. Underlaget för kvantitativa studier finns i uppgifter om källor i historiska dokument, på äldre kartor (framförallt från storskiftet och laga skiftet), i arkivmaterial om källor som fornminnen eller vattentäkter. Moderna kartor, främst orienteringskartor, ger aktuell information om källor, liksom en del uppgifter från Skogsstyrelsens kartläggning av så kallade nyckelbiotoper. Särskilda källinventeringar görs också. Flera länsstyrelser och en del kommuner har inventerat källor och nyttjar nu en del av dessa källor för miljöövervakning. Länsstyrelsen i Kronobergs (G) län genomförde en inventering 1985, som gav uppgifter om cirka 1 000 källor i länet. I några kommuner eller socknar har källorna undersökts igen cirka 25 år senare. Kvantitativa förändringar märks främst genom att källornas flöden minskar eller att källorna till och med sinar och försvinner. Detta beror främst på **tekniska åtgärder** dels i odlings- och skogslandskapet såsom dränering, dikning och sjösänkning, dels i byggd miljö genom hårdgörning av markytor, dränering, vattenuttag/utbyggnad till brunnar, tunnel- och vägbyggnad. I två av socknarna i G län hade en tredjedel av källorna **byggs ut till brunnar**, tyvärr oftast med betongringar direkt i källan. Bättre är att antingen leda vattnet från källan genom en "diskret" ledning eller att anlägga en modern rörbrunn i den vattenförande formationen ett stycke ifrån källan. Vid en inventering av källor i Upplands Väsby kommun 2003 visade det sig, att knappt en tredjedel av de genom

kartstudier uppgivna källorna kunde återfinnas som flödande källor. Orsakerna till försvinnandet var framförallt nivåförändringar genom sjösänkningar, dräneringar samt i viss mån **landhöjningen** men också ingrepp vid tätortsutbyggnaden. Ett välkänt exempel på en försvunnen källa i tätortsmiljö är den litterärt omtalade Ugglevikskällan i Lill-Jansskogen, Stockholm. Den förlorade sitt naturliga, artesiska flöde i samband med byggnadsarbeten. Dränering kan å andra sidan skapa "nya" källor. Ett bevis på detta finns vid Källboda, Vendel i Uppsalaåsen, där en 30-40 meter bred, tillfällig källa bildades 1982 efter dikning av åkermarken. Ett annat exempel är Täckhammars "kokande" källor vid Nyköping. De nuvarande utströmningspunkterna uppstod på grund av sjösänkning.

Källor var tidigare ofta basen för vattenförsörjningen av dels tätorter från stora "åskällor", till exempel Kalmar, Lidköping och Uppsala, dels gårdar och torp samt av betesdjur i hagar och skogar, liksom för fäbodan och samevisten. Det innebar, att man visste var källorna fanns ute i markerna samt att man rensade och vårdade källorna, vilket numera tyvärr är mindre vanligt. I en av de inventerade socknarna i G län var en dryg tredjedel av källorna helt ovårdade; i en annan en fjärdedel (se bilder på sida 27). Det moderna skogsbrukets genomförande innebar också **omfattande dikningar och vägbyggen**, som gjorde att åtskilliga källor försvann. Dessutom medför användningen av **tunga skogsmaskiner** helt enkelt att många källor körs sönder. I G län var minst en källa i varje återbesökt socken förstörd av skogsmaskiner; i ett fall var det dessutom en fornminnesmärkt källa, där man dessutom **plöjt marken** för plantering! Tyvärr tycks inte källor som fornminnen varken skyddas eller vårdas.

GERT KNUTSSON, professor emeritus, Kungliga Tekniska Högskolan.

REFERENSER

- Johansson, P-O 1987: *Spring Discharge and Aquifer Characteristics in a Sandy Till Area in Southeastern Sweden*. Nordic Hydrology 18, pp. 203-220.
- Knutsson, G., Maxe, L., Olofsson, B., Jacks, G. & Eriksson, A. 1998: *The origin of increased chloride content in the groundwater at Upplands Väsby*. Nordic Hydrology Programme, NHP report No. 43, pp. 223-231.
- Knutsson, G. 2012: *Förändringar i och kring källor*. Ur "Källor i Sverige" Sivart Förlag AB.
- Thunqvist, E-L. J. 2003: *Estimating chloride concentration in surface water and groundwater due to deicing salt application*. PHD thesis TRITA-LWR-PHD 1006, Department of Land and Water Resources Engineering, Royal Institute of Technology, Stockholm.

”Källor var tidigare ofta basen för vattenförsörjningen av gårdar och torp samt av betesdjur i hagar och skogar, liksom för fäbodan och samevisten. Det innebar, att man visste var källorna fanns ute i markerna samt att man rensade och vårdade källorna...



Många källor rensas ej längre utan fylls igen av nedfallna grenar och löv samt täcks av växter. **Bilden till vänster:** Källa i en tidigare odlad, nu skogbevuxen mosse, tio kilometer öster om Vissefjärda kyrka. Foto: Lars Larsson, 2012. **Bilden till höger:** Skogskälla söder om Tenhult i Jönköpings län. Foto: Håkan Kinnerberg, 2012.

VAD ÄR EN KÄLLA?

En kallkälla: Ett distinkt utflöde av grundvatten ur jord eller berg och den vattensamling med avrinning, som ofta förekommer vid ett sådant utflöde. Läs mer om källor i boken "Källor i Sverige", se referenslistan på föregående sida.



Källor i Sverige är skriven av ett tiotal experter med olika kunskaper om källor under ledning av en redaktionskommitté bestående av Anders Damberg (bildredaktör), Anders Eriksson, Anders Hult, Gert Knutsson och Gunnar Wiklander. Andra utgåvan som ges ut av Sivert Förlag har reviderats av samma kommitté, med Gunnar Wiklander som samordnare samt med hjälp av Håkan Svensson.

Uppskattad bok i ny utgåva

I höst kommer Källakademiens bok *Källor i Sverige* ut i en andra utgåva. Första utgåvan kom år 2006. I grunden vänder sig boken till alla som är intresserade av källor och vill veta mer om källornas natur (hur källor bildas, om vattnets beskaffenhet och om olika typer av källor). Även för den som vill veta mer om källornas kulturella historia – människan har ju alltid varit fascinerad av källorna – berör boken såväl önskekällor, vidskepelse och andra dunkla krafter som kurorter, källvattnets hälsoegenskaper samt källor i musiken. Skydd och vård av källor är en annan aspekt. Boken är också en guide ut i skog och mark, 100 besöksvärda källor har särskilt valts ut, för den som vill uppleva källorna i verkliga livet.

I den nya utgåvan av *Källor i Sverige* har text och bild setts över och sakuppgifter aktualiserats. Källornas lägesanvisningar har ändrats till koordinatsystemet SWEREF 99 och några källor på 100-listan över besöksvärda källor har av olika skäl bytts ut.

Geologiskt forums stödprenumeranter 2012

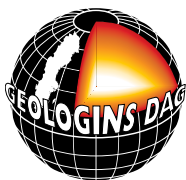


Svensk Kärnbränslehantering AB

SKB:s uppdrag är att ta hand om det radioaktiva avfallet från de svenska kärnkraftverken. Varken människa eller miljö ska påverkas negativt – i dag eller i framtiden. Läs mer på www.skb.se

GEOSIGMA

Anlita Geosigmas nyfikna, engagerade och jordnära konsulter! Geosigma erbjuder konsulttjänster och vägleder alla som i sin verksamhet planerar och bygger morgondagens samhälle. Läs mer på vår hemsida www.geosigma.se



Föreningen för Geologins Dag.
www.geologinsdag.nu

URS

Världens ledande miljökonsult.
www.ursnordic.com/www.urscorp.com



GeoPro

Täktkonsulter verksamma inom täkt, mark, miljö, vatten.
www.geopro.se

NEW BOLIDEN

Boliden producerar metaller som får det moderna samhället att fungera.
www.boliden.com

KALENDARIUM

NOTERAT

7 september. Invigningen av Geologins Dag sker i år i Borlänge. Det är Tunabygdens geologiska förening som är värd och de står för mingel, aktiviteter och föredrag som belyser betydelsen av geologisk kunskap och geologiskt materiel i samhället. Mer information på www.geologinsdag.nu.

8 september. Välkommen att vara med och fira och ta del av ett stort utbud av aktiviteter runt om i landet under den 11:e upplagan av Geologins Dag. Mer information på www.geologinsdag.nu.

25 september. Klimatanpassning Sverige 2012 är en konferens med syfte att dela erfarenheter, kunskap och strategier inom klimatanpassningsarbetet. Under dagen kommer du att få senaste nytt från forskarvärlden, länsstyrelserna och den kommunala världen. Dagen ger även dig som besökare ett internationellt perspektiv och innehåller inslag angelägna för näringslivet, exempelvis inom areella näringar, turistnäringen och försäkringbranschen. E-post: info@miljoaktuellt.se

6–7 oktober. Mineral och smyckestensmässa i Västerås. Quicknet Arena (friidrottshallen), lördag kl. 10–17, söndag kl. 10–16. Fritt inträde. Lotteri. Arrangör är Västerås AmatörGeologiska Sällskap.

16–17 oktober. Sveriges geologiska undersökning arrangerar för första gången GeoArena 2012 på Uppsala Konsert & Kongress i Uppsala. GeoArena vänder sig till företag, myndigheter och andra offentliga och privata aktörer för vilka geologin spelar roll samt till forskare vid universitet, högskolor och intresseorganisationer. De fyra huvudspåren för konferensen är: Mineralresurser, Samhällsplanering, Grundvatten och Öppet spår. Varje spår har internationella inslag med globala utblickar och internationella gäster.

8 november. Årets Geolog utses varje år av Naturvetarnas geosektion. I samband med prisutdelningen arrangerar också Geosektionen tillsammans med Sveriges geologiska undersökning, Svenska Nationalkommittén för geologi (Kungliga Vetenskapsakademien) och Geologiska Föreningen en sammankomst med föredrag och middag. Arrangemanget går av stapeln i Uppsala. Mer information om dagens program och plats kommer bland annat att finnas på www.geologiskaforeningen.se. Håll utkik!

25 november. Mineral och smyckestensmässa, Geovetarhuset, Stockholms universitet, Stockholm. Kl. 10–16. Fri entré. Mer info på www.sags.nu.

Ny organisation ser dagens ljus – en röst för grundvattenfrågor i Sverige

Under hydrologidagarna på SMHI i Norrköping i mars bildades en svensk gren av den internationella organisationen International Association of Hydrogeologists, IAH.

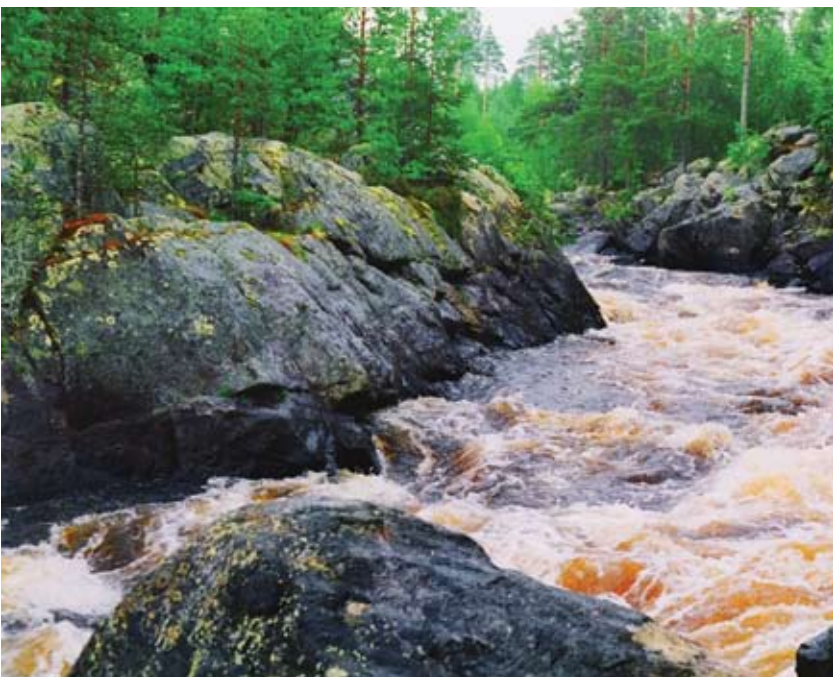
– Det kändes mer som en självklarhet än ett initiativ, säger Jeff Lewis, IAH Sveriges förste ordförande och han fortsätter att berätta att IAH finns i 135 länder, inklusive nästan alla EU-länder, så det var hög tid att bilda en svensk gren.

Målsättningen för IAH Sverige är att verka för ökad kunskap och medvetenhet om grundvatten och vara en röst och plattform för hydrogeologi nationellt. Vid det första mötet valdes en styrelse och nästa möte är planerat att ske i samband med SGU:s nationella geologikonferens GeoArena den 16 och 17 oktober i Uppsala. Styrelsen består utöver Jeff av sekreterare Niklas Blomquist och ledamöterna Malva Abugor-Ahl-krona och Cecilia Jansson.

Styrelsen uppmanar alla Sveriges hydrogeologer att bli medlemmar så att organisationen blir livaktig och kraftfull.

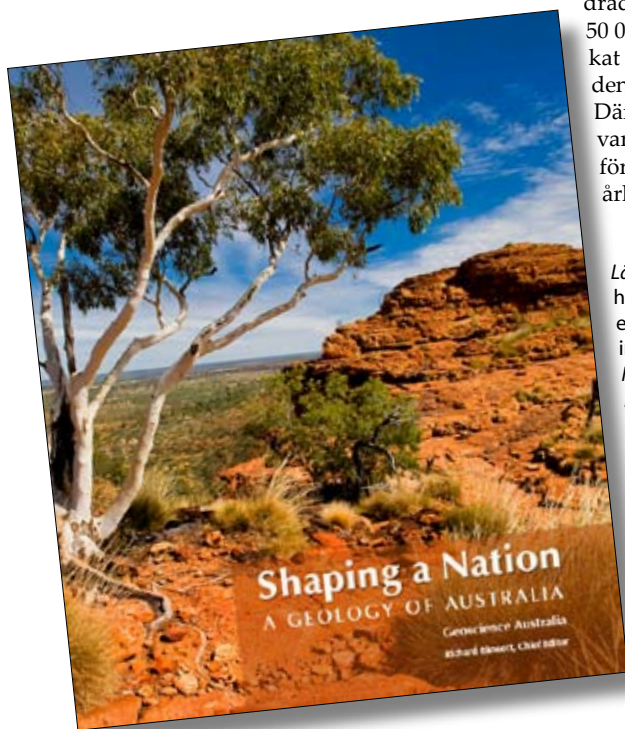
IAH bildades 1956 och har idag 3800 medlemmar i 135 länder. Organisationens mål är att vara en röst för grundvattenfrågor i debatten samt verka för ökad samverkan och kunskapsspridning. Föreningen ger ut den vetenskapliga tidskriften Hydrogeology Journal, anordnar och sponsrar konferenser och samarbetar med olika FN-organ såsom UNESCO, FAO och Världsbanken. IAH anordnar en årligt återkommande grundvattenkonferens som i år äger rum den 16–21 september i Niagara Falls, Kanada.

För mer information kontakta ordförande, IAH Sverige, Jeff Lewis, e-post: jeffrey.lewis@foi.se.



Ny bok om Australiens geologi

*Vill du ha den i bokhyllan
eller i digitalt format i din
läsplatta? Detta är boken
om Australiens geologi
utifrån människans
perspektiv.*



En kontinent som är "gammal, flack och rödfärgad". En kontinent som idag utgörs av ett kargt och vidsträckt, eroderat landskap och som präglas av ett soligt och många gånger strängt klimat. En kontinent där människan allt sedan hon invandrade i nordväst för 50 000 år sedan påverkats och påverkats av den miljö hon lever i. Där också geologin varit ett fundament för de två senaste århundradenas jord-

Läs mer om boken på <http://epress.anu.edu.au/titles/shaping-a-nation>.

Här kan du också ladda ner boken som pdf. **Övre bilden:** Kalkstensformationen kallas för "the Pinnacles" och är en del av nationalparken Nambung, västra Australien.

Foto: ©Geoscience Australia 2012.

bruk och fårskötsel och från de första guldfyndnen år 1851 och framåt, till dagens mineralproduktion där järn, kol, olja, naturgas och bauxit utgör kärnan – har geologin också varit plattformen för en ekonomi som gör att Australien tillhör skaran av länder som har det allra högsta välbståndet i världen.

Boken om Australiens geologi består av elva kapitel och den handlar om den australiensiska kontinentens geologiska evolution. Perspektivet är dock hela tiden utifrån människans påverkan.

Nära 6 000 geologer besökte den 34:e internationella geolog-kongressen i Brisbane i augusti. I samband med invigningen av konferensen lanserades praktverket *Shaping a Nation – A Geology of Australia*. Boken, som ges ut av Geoscience Australia och ANU E Press, är på 534 sidor och när invigningstälaren, Queenslands guvernör Penelope Wensley, skulle presentera boken fick hon hjälp med att bära fram den på scenen.

– Detta är inte en bok som man läser liggandes i sängen, konstaterade hon med ett leende men gav samtidigt verket en rejäl eloge för dess breda anslag, stora omfång och rika innehåll.

/ Anna Kim-Andersson



Om fördelen med sten

Svenskarna är till stora delar ett folk av naturnissar. De flesta gillar att vara ute i naturen, åtminstone när vädret är bra. En del har mer speciella hobbies, är fågel-skådare eller svampplockare, blom-älskare eller insektssamlare. En hel del är sportfiskare. Andra pysslar med trädgården eller har krukväxter, och många, inte minst barn, har något husdjur.

Många svenskar har därför också rätt bra kunskap om både djur och växter. Kunskapens om stenriket är däremot sällan lika välutvecklad, för många är all sten "grästen" och allt berg "gråberg". Att stenar kan ha många olika färger och utseenden, vara bildade på olika sätt, och bära på en lång och fascinerande historia är nog alla inte medvetna om.

Ändå finns det många praktiska fördelar med att börja intressera sig för stenar. Stenarna finns i naturen hela året om (även om de kan vara översnöade på vintern), medan den som mest intresserar sig för blommor främst är hänvisad till våren och försommaren, bärplockaren till sensommaren, och svampvännen till hösten. Stenar kan man titta på närhelst man vill på dagen, medan fågel-skådaren måste upp i tidiga gryningen för att ha störst chans att lyckas, och många däggdjur främst är aktiva i skymningen. För att ha en chans att se rovdjur som björn och

lo, och få bilder på dem, måste man kanske ligga gömd i en koja i skogen i flera dygn, och hålla sig absolut tyst för att inte skrämma bort dem.

Stenarna däremot vare sig flyger eller springer bort när man närmar sig, man behöver inte bry sig om vindriktningen och kan prata högljutt, skratta och sjunga, utan att riskera att skrämma bort dem. Man kan fotografera dem på hur nära håll som helst. Och det är absolut riskfritt, stenar går aldrig till angrepp, och medan svampplockaren aldrig kan vara helt säker på att inte vakna upp maggumpad på sjukhuset någon gång, är det knappast något som kan drabba den som samlar på stenar.

Att ha stenar hemma är också väldigt enkelt och praktiskt, särskilt för oss som är lite lata. Man kan ha dem på fönsterbrädorna som dekoration, och till skillnad från krukväxter behöver man inte tänka på att vattna dem, rensa bort vissna blad, eller plantera om dem. Stenarna nöjer sig med att man tittar till dem lite då och då. Och jämför man med husdjur är stenarna ännu mer lättsköta och billiga i drift. De ska inte ha någon speciell mat, faktiskt inte någon mat alls, och man behöver därför inte heller gå ut med dem morgon, middag, kväll, eller göra rent i kattlådan eller buren efter dem. Stenar är föredömligt lättsköta, det räcker med att kanske damma av dem någon gång om de ligger framme, de är garanterat rumsrena, lämnar inga hårtussar efter sig, och

kräks inte på finmattan. Ingen är allergisk mot stenar, och stenar varken bits eller skäller hysteriskt på främlingar. Man kan resa bort

**Stenar är
stilla ...
... föredömligt
lättsköta ...
... ingen är
allergisk mot
stenar ...
... och man
behöver inte
ta dem till
veterinären!**

utan att behöva be grannen vattna dem eller ge dem mat. De kan inte drabbas av skadeinsekter eller sjukdomar så man måste ta dem till veterinären. Stenar kan inte ens dö, med den sorg och saknad det kan innebära, bara vittra en smula. En sten är något man kan ha hela livet.

Stensamlare kan man kanske dela in i två grupper. En del bygger upp stora mineralsamlingar på ett systematiskt sätt och med stor sakkunskap; ofta är de med i någon amatörgelogisk förening. Andra samlar mer osystematiskt på sig vackra och intressanta stenar från olika håll för att ha som dekorationer på fönsterbrädan eller i trädgården. Själv hör jag snarast till den senare kategorin. Men stenar är inte bara intressanta och vackra att se på, de kan vara till nytta också. Ända sedan familjen Flintas dagar har människan använt sten till sina verktyg, och vårt moderna tekniska samhälle är i högsta grad beroende av metaller och andra råvaror som härstammar från berggrunden. Så varför inte börja lära dig mer om stenarnas fascinerande värld, gå på stenspaning nästa gång du är ute och promenerar, eller börja med att samla på stenar. Vare sig man har stenar som hobby eller yrke är det ett intresse som kan följa en hela livet.

/ Åke Johansson är geolog och forskare vid Naturhistoriska riksmuseet, sporadisk stensamlare och ofrivillig kattägare. Artikeln har tidigare varit publicerad i Naturhistoriska riksmuseets tidskrift Museosaurien.



Åke Johansson hittade sin första sten i välgården när han var i tioårsåldern. Om stenen berättar han att det är en bit mas-siv kvarts som förmodligen härstammar från någon pegmatit.

Bland klippor och tång på Vrångö

Den 1 och 2 juni var det dags för Geologiska Föreningens årsmöte, med efterföljande middag och exkursion (på lördagen). Styrelsen för 2013 valdes enligt följande:

Ordförande **Mark Johnson**, Göteborg, 2013–2014. Sekreterare **Anna Kim-Andersson**, Jönköping, 2013. Redaktör **Mikael Calner**, Lund, 2013–2014. Ledamot **Erik Sturkell**, Göteborg, 2013. Ledamot **Kaarina Ringstad**, Uppsala, 2013–2014. Ledamot **Paul Evins**, Stockholm, 2013–2014.

Tack till **Carina Hultén**, Statens geotekniska institut, som höll föredrag om skredrisker i Göta älvdalen i ett förändrat klimat och till **Ingemar Renberg**, Umeå universitet, Geologiska Föreningens von Post-pristagare, som höll föredrag om varviga sjösediment och miljöförändringar under holocen. Avslutningsvis också ett tack till masterstudenterna **Helena Lidhage** och **Lovise Casserstedt** vid geologiska institutionen, Göteborgs universitet för de praktiska insatserna under dagarna, samt till **Mark Johnson**, **Rodney Stevens** och **David Cornell** för en uppfriskande geologisk guidad tur till Vrångö i Göteborgs södra skärgård.

BERGGRUNDEN PÅ RÖRÖ tillhör Stora Le-Marstrandsformationen som utgörs av gråvackor, ofta migmatiserade, som är cirka 1,6 miljarder år gammal. Vrångö har också en kvartärgeologisk historia och rester av Hallands kustmoräner återfinns på ön. Andra spår efter inlandsisen är till exempel flyttblocken som av besökare kan upplevas som "utströdda" i terrängen. **VAD KAN VARA** bättre än att inta lunchen i naturen? **PARABELRISS OCH ISRÄFFLOR** är andra spår i berghällarna som inlandsisen lämnat efter sig. **KANSKE TITTAR EXKURSIONSDELTAGARNA** på en migmatit? Värmequellen var troligen en basalt. Stora Le-Marstrandsformationen bildades i en djuphavsmiljö där basalt trängde upp i bland.

EN DRYG HALVTIMME tog färden från Saltholmens kaj till Vrångö i Göteborgs södra skärgård. På denna lilla pärla till ö finns bebyggelse och fin natur, badplatser och inte minst en promenadslinga som tar besökaren på en tur mellan klippor och skrevor runt ön.

