

GEOLOGISKT FORUM

NR 64 DECEMBER 2009
ÅRGÅNG 16

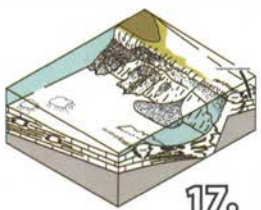
Annorlunda tänkarna

**Mars undersöks
via Svalbard**

**Vätterns
geologi**



INNEHÅLL nr 64 december 2009



NYHETER OCH REDAKTIONELLT

Geologi på webben.	3
Sonfjället.	4-5
De som tänker annorlunda. <i>Asgeir Knudsen, Anna Kim-Andersson.</i>	6-7
Hallå där! Dan Hammarlund, ordförande i nya SWEDQUA.	8
Den vetenskapliga grunden för klimatförändringar. Uttalande från Kungl. Vetenskapsakademien.	26-27
Stödprenumeranter.	28
Kalendarium & Noterat.	29
In memoriam: Bengt Lindqvist. <i>Dan Holtstam.</i>	30
Sista ordet: Låt klimatet ta "time-out". <i>David G. Gee.</i>	31
Annonser och vårkonferens.	32

ARTIKLAR & REPORTAGE

Himalayas mörka historia – Fallet Gupta. <i>Mats E. Eriksson.</i>	9-12
Mars undersöks via Svalbard. <i>Andreas Johnsson.</i>	13-16
Vätterns geologi. <i>Anders Wikström.</i>	17-21
Varför leta vulkanaska i sjöar och torvmossor? <i>Stefan Wastegård.</i>	22-25

PS GEOLOGISKT FORUMS NÄSTA NUMMER, mars 2010, innehåller bland annat:

- Reportage från ett besök hos fossilet Idas pappa: Jørn Hurum.
- In Memoriam: Maurits Lindström.

D.S

Ansvarig utgivare: Joakim Mansfeld
e-post: gff@geo.su.se

Populärvetenskaplig redaktör: Anna Kim-Andersson
tel 036-440 01 20, e-post: anna@qi-media.se
För text, layout och bilder svarar redaktören där inget annat anges.

Redaktionens adress: Geologiska Föreningens redaktion
Institutionen för geologi och geokemi, Stockholms universitet,
106 91 Stockholm
tel 08-6747727, fax 08-674 78 97
e-post: gff@geo.su.se; www.geologiskaforeningen.nu

Omslagsbild: Girabacken norr om Gränna. Foto: Anders Wikström.
Upplaga: 1 700 ex.
Tryckeri: Masala media.
Ordinarie lösnummerpris: 50 kr.

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

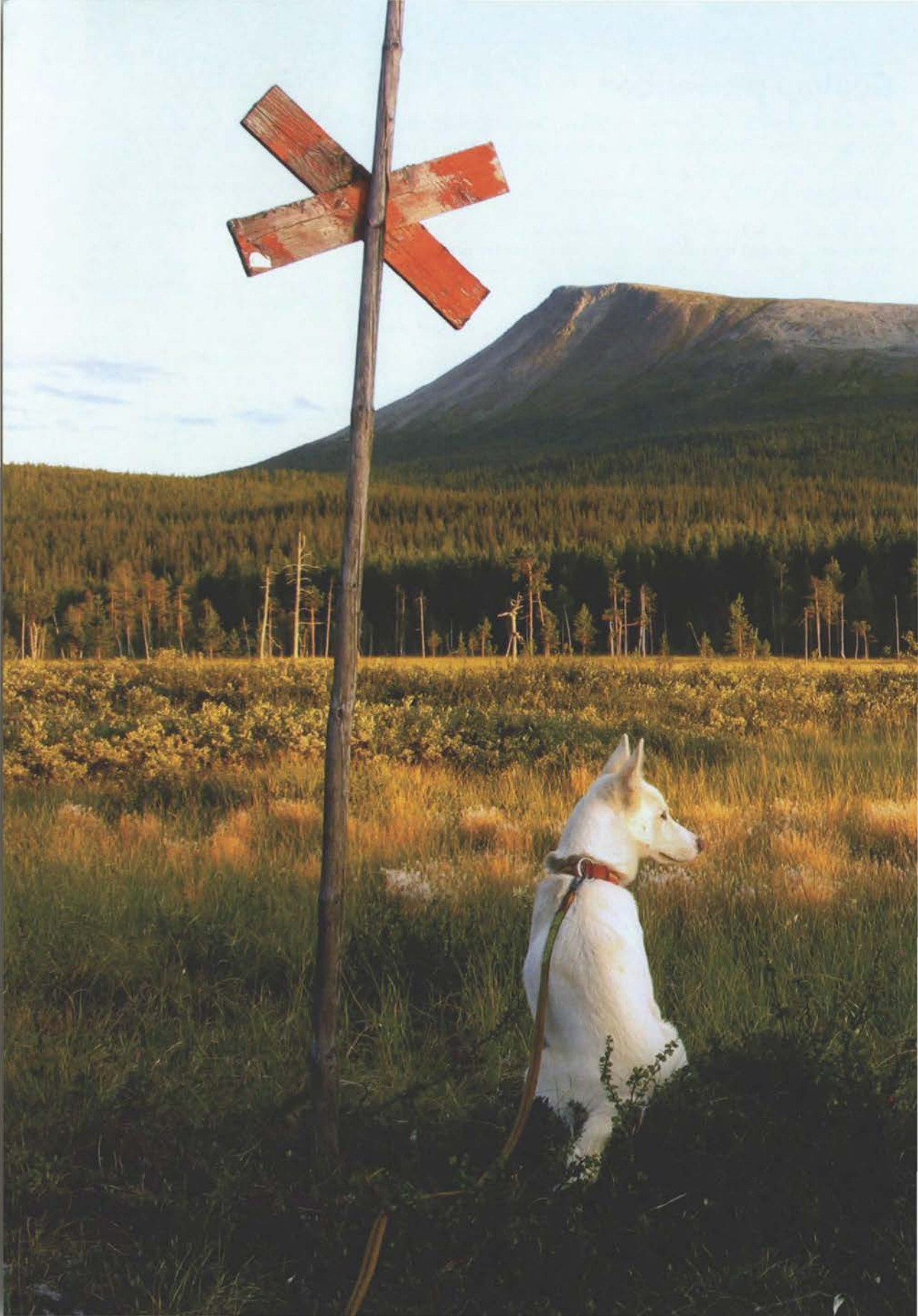
ISSN 1104-4721

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 ordi-
narie medlemskapet i Geologiska Föreningen. En helårsprenumeration
på Geologiskt forum utan medlemskap kostar 160 kronor/år.
Ange namn, adress och e-postadress, vid betalning
till vårt Plusgiro: 2108-9.

Tidningen har sedan starten 1994 publicerat populärvetenskapliga
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 mars 2010.





Sonfjället

Ett kargt fjäll. Ett närmast orört fjäll- och skogsområde skyddat som nationalpark och naturreservat. Hård och svårvittrad vemdalskvartsit dominerar berggrunden. Kungsörnen bor här, i vattendraget Rånden håller Uttern till vintertid och den stora höjdskillnaden mellan topp och dalgång (820 meter) gör att lokalklimatet kan variera kraftigt i Sonfjällsområdet.

"Den grå färgen är kanske det man fäster sig vid då man ser Sonfjället på avstånd från väster. Den har också fått ge namn åt massivets västligaste berg, Gråsidan eller Gråsida som det hette förr."

– Jan Lundqvist, avsnittet Kvartsitens rike.

Sonfjället är en bok som inspirerar till både läsning och besök. Den vetgirige hittar spännande fakta bland boksidorna och dess mosaik av bilder och texter. Och geologen hittar sitt! Med 78 markerade skvalrännor är Gråsidas skvalrännessvärmar ett av de "mest konkreta av alla de ishavssmältningsfenomen som finns i landet, kanske rentav i världen".



En vacker bok om glädjen med ett fjäll. Här varvas fakta om det unika fjället och nationalparken med intervjuer med några av de människor som bor och verkar i fjällets närhet. Bland författarskaran märks bland andra Jan Lundqvist, professor emeritus, kvartärgeologi, Stockholms universitet. Naturfotografen Claes Grundström och Leif Kullman, professor och forskare inom klimatrelaterade vegetationsförändringar i fjällen, medverkar också. I hjärtat av Härjedalen – *Sonfjället* är en bok till ära av Sonfjällets nationalpark som i år fyller 100 år. Boken är ett initiativ från Länsstyrelsen i Jämtlands län och den är utgiven på Jamtli Förlag. Boken finns även i en engelsk/tyisk utgåva.



Sonfjället med skvalrännor, sandurfält och blockrika marker är spännande för geologen men framförallt bjuder fjället en helhetsupplevelse. Bilden på sidan 4 och bilden ovan längst till höger är tagen av bokens redaktör Lisa Öberg, doktorand i biologi vid Mittuniversitetet i Sundsvall. Hon skriver en avhandling om trädgränsens förändring i Jämtland, Härjedalen och Dalarna. Hon arbetar också vid Länsstyrelsen i Jämtlands län med övervakning av fjällvegetationen och den alpina trädgränsen. Foto (längst till höger) är taget över plogande talus i Sonfjällets nordöstra sluttning. De två bilderna – handen på trädstammen där björnen klöst in sina märken respektive fotot på Anna-Karin Kristoffersson från Nyvällens fåbod – är tagna av Tina Stafren.

De som tänker annorlunda

Det är få förunnat att bli framgångsrika forskare eller uppfinnare. Men likväl är historien full av människor som har lyckats presentera uppfinningar eller tankesätt som ibland rentav skapat en helt ny förståelse av verkligheten.

Vad är det som gör att dessa människor lyckas? Vad gör de – som skiljer sig från det som andra människor gör?

- *De mest framgångsrika forskarna är de som har förmåga att "skära igenom", det vill säga som klarar av att göra de rätta valen i förhållande till den oändliga mängd information som ligger framför dem.*
- *De klarar att bortse från den mindre viktiga datan. När forskarna gör dessa val är det omdömet som sätts på prov, inte först och främst (det analytiska) intellektet eller den vetenskapliga metoden.*

Detta skriver fil.dr Per Arne Bjørkum, geolog, professor och dekanus vid universitetet i Stavanger i sin bok *Annerledestenkerne* som precis kommit i en nyutgåva (3:e upplagan).

Annerledestenkerne är fullspäckad med historier, anekdoter och beskrivningar av forskningsprocesser från naturvetenskapens fält. Bjørkum visar hur vetenskapsmän utmanat rådande sanningar under sin samtid.

Han visar också på att vägen fram till ny kunskap många gånger är krokig och ställer stora krav på forskarens eller uppfinnarens kreativa förmåga, inte minst eftersom man ofta hamnar i branta uppförbackar och därtill stöter på fiender.

– Ny kunskap leder ofta till att annan kunskap blir kastad på historiens skräphög. Motståndarna till ny kunskap är därför alltid starka, menar Bjørkum.

Fler tips till den som vill bli så framgångsrik inom sitt fält att han/hon spränger tidigare kända gränser:

- Bjørkum inleder sin bok med ett citat från den norske matema-

tikern Nils Henrik Abel som en gång fick frågan hur han hade klarat att nå toppen inom matematiken så fort. Hans svar var: Genom att studera mästarna och inte deras elever.

- Att gå på tvärs det vedertagna, är också en viktig förmåga. Många paradigmskiften kommer från personer som står utanför strukturer och gällande tankesätt.
- Tvärtemot vad man skulle kunna tro är personerna också ofta unga och/eller har liten erfarenhet inom det aktuella kunskapsområdet inom vilket de banar ny mark.

De stora vetenskapliga framstegen inom exempelvis kemin på 1700-talet, gjordes inte av de utbildade kemisterna. Priestley som upptäckte syret och kolcykeln var självlärd hobbykemist. Lavoisier, som skapade ordning i den kaotiska kemin med hjälp av en ny nomenklatur, var geolog och jurist.

Självaste Albert Einstein är också ett gott exempel på en självständig tänkare och naturvetare som kommit in "från sidan". Han var i alla fall minst av allt en välanpassad student. Han misslyckades som 16-åring med det första antagningsprovet till universitetet i Zürich. När han året därpå kom in deltog han knappast på några föreläsningar. Han lånade anteckningar, bedrev självstudier och spelade flöj.

– Det var i början inte mycket som tydde på att Einstein skulle bli något speciellt. Hans doktorsavhandling från 1901 blev först underkend..., skriver Bjørkum. Men bara ett par år senare presenterade Einstein likväl ett nytt paradigmen inom fysiken: den speciella relativitetsteorin.

Exempel från geologin

Annorlundatänkarna har förändrat vår uppfattning om världen många gånger. I början av 1900-talet fanns det exempelvis en meteorolog som lade ihop 1+1 på ett helt annat sätt än vad geologerna tidigare hade gjort. Han gav sig in i en debatt som skulle leva länge och fick ofta kritik för sin bakgrund som icke-geolog. Det tog 70 år innan paradigmet var ett faktum och det var fullt accepterat att jordskorpan är i rörelse.

Alfred Wegener fick tankefröet till det som blev teorin om Pangea från amerikanen Frank Bursley Taylor som var amatörgéolog.

Den populärvetenskaplige författaren Bill Bryson beskriver paradigmet om plattetektoniken i kapitlet *Jorden rör sig*, i boken *En kortfattad historik över nästan allting*. Han inleder med att konstatera att Albert Einsten för övrigt fanns med på ett hörn (*reds. anm.* även den bäste kan ha fel, eller hur!). Bland det sista Einstein gjorde före sin död år 1955 var nämligen att skriva ett entusiastiskt förord till en bok av geologen Charles Hapgood. Boken hette *Earth's Shifting Crust: A Key to Some Basic Problems of Earth Science*. Boken avfärdar uppfattningen om att kontinenterna rör sig. Hapgood konstaterar att några få lättrogna själar har observerat "en skenbar korrespondens mellan vissa kontinenter". En av de lättrogna själar som Hapgood syftade till var

just amatörgeologen Taylor som första gången år 1908 lade fram idén om att kontinenterna en gång i tiden flyttade runt och att "deras skavande mot varandra kunde ha tryckt upp världens bergskedjor". Taylor kom från en förmögen familj och som amatörgeolog var han akademiskt fri. Han var ingen gigant i sin gärning men han lade grunden till ett tänkande som anammades av exempelvis tyske teoretikern Alfred Wegener, meteorolog vid universitetet i Marburg. Han undersökte växt- och djurfossil och fascinerades över den avvikelser som fanns i deras förekomst – i förhållande till jordens ditills kända historia.

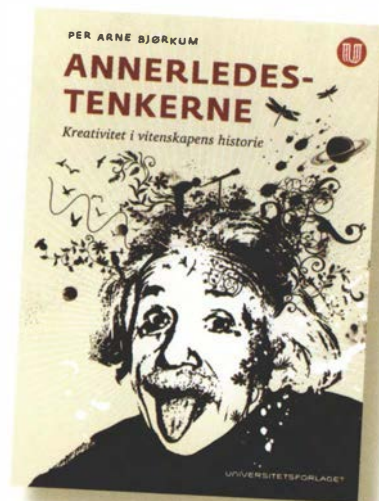
– Djurfossil dök ideligen upp på ömse sidor hav som uppenbarligen var för breda att simma över, skriver Bryson.

Wegener utarbetade en teori om att världens kontinenter en gång hade suttit ihop och den enhetliga landmassan kallade han Pangea. Teorin presenterades första gången i en bok år 1912 och den omarbetade upplagan, år 1920, väckte stor uppmärksamhet. År 1950 hölls en omröstning på årsmötet i British

Association for the Advancement of Science där ungefär hälften av deltagarna omfattade idén om kontinentdrift. Detta var efter det att Arthur Holmes, en engelsk geolog, hade skrivit *Principles of Physical Geology* som första gången gavs ut år 1944 och där Holmes lade fram teorin om kontinentdrift så som den dominerar idag. År 1968 presenterades en artikel där tre amerikanska seismologer i *Journal of Geophysical Research* beskriver hur hela skorpan är i rörelse, inte bara kontinenterna. Den nya vetenskapen döptes till plattetektonik. Likväl innehöll läroboken *The Earth* (som första gången gavs ut år 1924) på 1970-talet fortfarande påståenden om att plattetektoniken var en omöjlighet. År 1980 hävdade John Mc Phee att en av åtta amerikanska geologer fortfarande inte trodde på plattetektoniken.

– Idag vet vi att jordytan är uppbyggd av åtta till tolv stora plattor (beroende på hur man definierar stor) och ett tjugotal mindre, skriver Bill Bryson.

/ Asgeir Knudsen och Anna Kim-Andersson



Annerledestenkerne, kreativitet i vitenskapens historie, är utgiven på Universitetsforlaget i Norge. Första utgåvan kom 1998. Den tredje kom 2009. Cirka 420 sidor. Författaren Per Arne Bjørkum är dekanus vid den teknisk-naturvetenskapliga fakulteten vid universitetet i Stavanger, Norge. Han har varit professor II i reservoargeologi vid HIS/UiS från 1993 och professor II vid institutet för geovetenskap, vid universitetet i Bergen från 2001. Han har också varit chef och specialist inom företagsvärlden, senast hos Statoil.



Mats Berggren, vd för Sweden BIO, medlem i Naturvetarna sedan 1999.

Vill du utvecklas?

Sök till vår universitetsutbildning i affärsmannaskap

www.naturvetarna.se/affarsmannaskap



Hallå där!

Dan Hammarlund, professor i kvartärgeologi, Lunds universitet och ordförande i Svenska Kvartärvetenskapliga Sällskapet, SWEDQUA.

Dan Hammarlund, kvartärgeolog, paleoekolog och engagerad för kvartärvetenskapen.

Du är ordförande för nystartade SWEDQUA. Vem är du? Berätta lite om din bakgrund! – Jag har ett grundmurat naturintresse och geovetenskapen var helt enkelt mest spännande när jag äntligen kom i kontakt med alla de naturvetenskapliga ämnena på universitet. Jag är paleoekolog och arbetar med klimat- och miljörekonstruktioner under den senaste istidscykeln baserat på sjösediment, torvlagerföljder och trädårsringar. På senare tid har jag sysslat mest med holocena och historiska förändringar av nordliga ekosystem till följd av klimatvariationer, till exempel trädgränser, permafrost och sjöar. Jag försöker även sprida budskapet i grundskolan och gymnasiet.

Vad är kvartärvetenskap? – Den gemensamma nämnaren är intresset för kvartärtiden, de senaste 2,6 miljoner åren av jordens historia.

Vad är SWEDQUA? – Sedan början på hösten 2009 finns det Svenska Kvartärvetenskapliga Sällskapet, SWEDQUA, som syftar till att främja kvartärvetenskaplig forskning, forskarutbildning och undervisning. Kort är bakgrunden följande:

- Sverige är medlem av International Union for Quaternary Research, INQUA, som bland annat arrangerar kongresser vart fjärde år och ger ut den vetenskapliga tidskriften

Quaternary International.

- Det finns sedan ett antal år tillbaka en svensk INQUA-kommitté som numera är en del av Svenska Nationalkommittén för Geologi inom Kungliga Vetenskapsakademien. INQUA-kommittén beslutade nyligen att bilda ett svenskt nätverk för kvartärvetenskap.

Vad ingår mer än kvartärgeologi?

– Kvartärgeologin är en viktig del av SWEDQUA men en rad andra discipliner är också högst relevanta i sammanhanget, exempelvis geografi, ekologi, arkeologi, klimatologi och oceanografi.

Vad ska ni göra? – I ett inledande skede vänder vi oss främst till doktorander och studenter på avancerad nivå inom ämnen med kvartärvetenskaplig anknytning genom att tillhandahålla information om kurser och exkursioner på forskarutbildningsnivå som ges vid olika lärosäten i landet.

På längre sikt vill vi utveckla SWEDQUA till att även omfatta nationella konferenser. SWEDQUA har en webbplats www.geol.lu.se/swedqua. Alla som är intresserade av någon aspekt av kvartärvetenskap är hjärtligt välkomna att engagera sig i SWEDQUA. Det viktigaste just nu är att sprida information om SWEDQUA och dess webbplats till

alla som kan ha nytta av nätverket. Hör av Er till oss och berätta om forskarutbildningskurser och andra aktiviteter inom svensk kvartärvetenskap som vi kan publicera på webben!

Vem är du privat? – Jag har fru och två tonårsdöttrar samt en häst. Familjen har ett fritidshus på Österlen. Jag gillar de flesta former av friluftsliv utom de som bullrar eller stör på annat sätt. Jag är fågel-skådare vilket innebär att jag även ser geologin tydligare än de flesta. Kikaren är ett grovt underskattat verktyg som starkt kan rekommenderas för geologer.

Har du något geologiskt favoritresemål?

Vart och varför just dit? – Det finns hur många som helst men bäst gillar jag nog fjällkedjan och olika typer av strandmiljöer där man kan se aktiva geologiska processer. Avlägsna öar är dessutom lite speciellt. Gotska sandön och Blå jungfrun hör till favoriterna, liksom Tristan da Cunha i Sydatlanten. ●

Dan Hammarlund är paleoekolog vilket innebär att han gör klimat- och miljörekonstruktioner från den senaste istidscykeln. Att analysera sedimentprover från sjöar och mossar, som för forskarna fungerar som klimatarkiv, är en viktig del i hans arbete. Foto: Natalie St. Amour.



Himalayas **mörka** historia – fallet Gupta

Vetenskapsfusk är ett ständigt återkommande problem trots att det genom historien finns ett antal fall som borde ha varit sedelärande. Fallet med den indiske paleontologen, professor *Viswa Jit Gupta*, tillhör det mest (ö)kända. Berättelsen om dennes omfattande bedrägeri och hur det uppdagades av professor *John Talent* från Australien, är en fabulös historia som innehåller allt från uppseendeväckande falsarier och akademisk smutskastning till fantasieggande detektivarbete och mordhot.

TEXT: Mats E. Eriksson

Professor John Talent, mannen som avslöjade ett av världens mest omfattande vetenskapsfusk, är här fångad på bild under en konferens i Leicester, England, 2006. Fotot finns i författarens ägo.

Bild på vetenskapsbedragaren Viswa Jit Gupta har Geologiskt forum tyvärr inte kunnat få tillgång till. Bakgrundsfotografiet över indiska Himalaya är från Stock.xchng



Jordens högsta bergskedja, Himalaya, bildar en bågformig och vildsint vacker stenbarriär mellan Indien och Kina. Många associerar säkert denna spektakulära bergskedja med bergsbestigarna som försöker klå varandra i att nå den eftertraktade toppen av Mount Everest, 8 848 meter över havet, på snabbast eller märkligast sätt.

Geologiskt sett har Himalaya en komplex historia och det var inte förrän relativt sent i jordens historia, för omkring 55 miljoner år sedan, som bergskedjan började bildas. Studerar man den vetenskapliga litteraturen så inser man snart att inte bara geologin i området är komplex, utan att även litteraturen i sig innehåller kraftigt motstridiga och märkliga uppgifter. Ett namn återkommer dessutom ofta i detta sammanhang: Viswa Jit Gupta. Detta märkte inte minst John Talent som under tidigt 1970-tal fick i uppdrag av FN-organet UNESCO att studera paleontologin i Indien och angränsande länder. Likt en vetenskapsen

Sherlock Holmes lyckades John Talent tillsammans med kolleger dechiffrera geologin i området, men dessutom avslöja ett mångårigt vetenskapsfusk av sål-lan skådat slag. Vad han då inte visste var att det skulle bli avslöjanden med fara för det egna livet.

De första varningsklockorna

Till en början hade John Talent bara betraktat Viswa Jit Guptas vetenskapliga arbeten som hafsverk. Det var inte förrän i juli 1971 som han började misstänka falskspel. Då befann han sig på en av Guptas klassiska fossillokaler. Härifrån hade nämligen beskrivits välbearade graptoliter, en utdöd grupp kolonibildande djur som är mycket användbara för att åldersbestämna bergarter. Berggrunden på lokalen visade sig emellertid ha varit utsatt för kraftig och upprepad omvandling vilket skulle göra det mycket svårt för fossil av något slag att bevaras, och allra minst de ytterst fragila graptoliterna. Mycket riktigt fann Talent och hans



Fossil av de fragila graptoliterna som inte fanns där de skulle, vilket fick John Talent att ana ugglor i mossen. Exemplaren är ett par centimeter stora i verkligheten. Foto: Jörg Maletz.

kolleger, trots idogt letande, inte ett spår av graptoliter. Dessutom visade sig berggrunden vara betydligt äldre än vad Gupta angett, troligen till och med prekambrisk, alltså från en tid långt innan graptoliter ens hade uppstått! Under påföljande år kom Talent att besöka flera av Guptas fossillokaler och 1988 publicerade han och tre kolleger ett omfattande arbete kring anomalier i vetenskapliga arbeten om lagerföljder i Indien, Nepal och Bhutan. Detta skulle bli den första i en lång rad artiklar som kritiskt granskade Guptas forskning.

Den avgörande anledningen till att den här affären fick så stort genomslag runt om i världen var att den ansedda tidskriften *Nature* mellan 1989 och 1990 utnyttjade ett tjugotal sidor samt en ledare för debatten. John Talents ursprungsartikel hade det underfundiga namnet *The case of the peripatetic fossils* [peripatetic är någon, i detta fall något (fossil), som reser från plats till plats]. Denna följdes av inte mindre än fyra, mer eller mindre hätska, debattinlägg och svar, samt ytterligare en uppsjö artiklar publicerade i andra tidskrifter.

Guptas vetenskapsröra

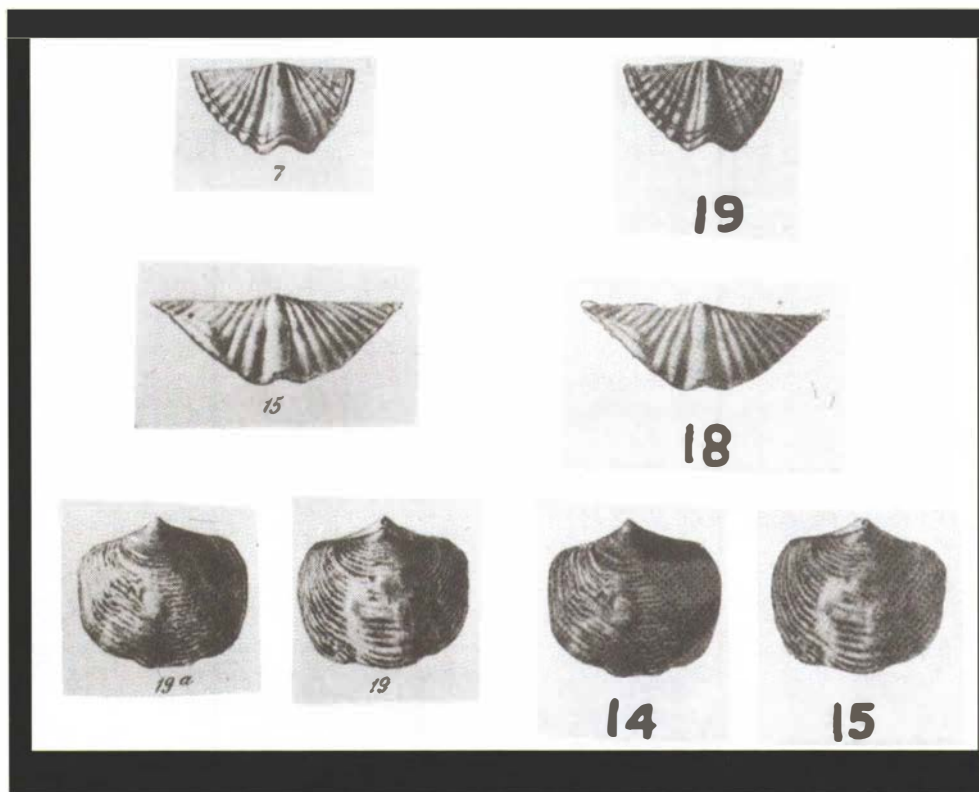
Vad hade då John Talent och hans medarbetare hittat för besynnerligheter i Viswa Jit Guptas publikationer? Faktum är att det finns ett veritabelt hav att ösa ur och när man inser vidden av det hela så undrar man snarare vad Gupta inte har fuskat med. Bara för att ta några exempel så visar det sig att Gupta regelmässigt "återvann" fossil, det vill säga att han rapporterade ett och samma fossil från mer än en fyndlokal. Säg att du hittar och beskriver ett fantastiskt fint fossil från en berghäll i Västergötland. Lite senare avbildar du exakt samma exemplar i en annan artikel men påstår nu att det kommer från Skåne. Detta strider naturligtvis mot alla vetenskapliga regler. Gupta köpte regelmässigt fossilsamlingar på fossil- och mineralmässor eller stal helt sonika kollektioner från museer och forskare, vilket det finns många publicerade vittnesmål om. Han hittade sedan på fossilens fyndort och ålder och publicerade artiklar om dem, gärna tillsammans med intet ont anande kolleger. Han använde vetenskapliga namn (ofta starkt föråldrade) på släkten och arter baserat på material som var oidentifierbart. Han gav

också extremt vag och ofta helt missvisande geografisk information om fyndplatser, något som Talent kallar "fantomlokaler". I den geologiska litteraturen är det av största vikt att kunna reproducera och verifiera resultat varför alla fyndplatser ska beskrivas ingående och så exakt som möjligt. Att till exempel bara ange södra Sverige är inte acceptabelt om en bäckravin i östra Lund vore fyndplatsen. Här faller naturligtvis delvis skuggan över de tidskrifter som accepterat så pass vaga lokalangivelser. En anledning till att Gupta till viss del kunde kringgå dessa regler, var att han ofta hänvisade till känsliga, skyddade eller militära områden nära landsgränser, vilket försvårade verifikationen.

Gupta påstod ofta att bestämningen av fossil bekräftats av ledande auktoriteter som, skulle det visa sig senare, inte ens sett materialet i fråga. Detta är naturligtvis vetenskapsetiskt fullständigt oacceptabelt och inger falskt förtroende med hjälp av en auktoritet. Han gjorde ofta andra forskare till medförfattare av ett arbete utan deras godkännande och på artiklar som behandlade förfalskat eller dubiöst material. Han publicerade också samma "upptäckter" i flera olika tidskrifter, vanligtvis utan korthänvisning mellan artiklarna, och publicerade regelmässigt delresultat (eller "minsta möjliga publicerbara enhet") för att på så sätt bygga ut sin publikationslista. Han beskrev ofta fantasifulla associationer av fossil, som inte hittats någon annanstans i världen, och vars ingående exemplar indikerade åldersskillnader på 15–30 miljoner år – en omöjlighet från en och samma fyndplats. Även om inte alla dessa anklagelsepunkter är vetenskapligt regelvidriga så ger de sammantaget en mycket obehaglig bild och inkluderar allt från små "misstag" via grava vetenskapsetiska övertramp till rent fusk.

Guptas försvar

John Talent beräknade år 1990 att Viswa Jit Guptas sammanlagda publikationsvolym uppgick till 4 147 sidor, fördelade på 405 publikationer. Det är inte helt klarlagt om alla skrifterna innehåller flagranta förvanskningar, så som beskrivits ovan, men man får en antydning om den möjliga omfattningen av fusk.



Typexempel på Guptas bedrägerier: Till vänster fossil från Burma som beskrevs 1908 av Reed. Till höger samma bilder, stulna av Gupta, och rapporterade år 1970 som funna i Kashmir. Bilden kommer från John Talents undersökningar.

I debattartiklar försvarar sig Gupta med näbbar och klor mot anklagelserna och blandar ursäkter om mindre felaktigheter, till exempel att en bild publicerats av misstag och i all hast eller att fel person tackats i frågan om identifiering av fossil, med ren pajkastning mot sina kritiker. Likt en slipad politiker undviker han, ibland mycket elegant, att bemöta anklagelser om rena faktafel och förfalskningar. Han skyller ifrån sig (bland annat på avlidna medarbetare), vänder på argument, hänvisar till resor och samtal med kollegor (som vid granskning visar sig ha skett efter en viss artikel publicerats) och på det här viset fortsätter det.

Ett av Guptas starkaste argument för att han inte fuskat är att så få nya fossila arter rapporterats i hans arbeten. Det låter kanske rimligt men, som Talent mycket riktigt påpekar, borde en rigorös studie av ett okänt område snarare ge betydligt fler nya arter (även om nu frågan om antalet nya arter inte är något problem i sig)! Det framgår emellertid tydligt i debattartiklarna att Gupta känner sig hårt ansatt. Han säger sig vara utsatt för en global konspiration. I en artikel menar han att "Talent och hans kolleger har alltid försökt koka ihop, förvränga, återanvända och förvanska fakta med den enda avsikten att förtala och skada mig, av anledningar som är bäst kända av dem själva". I ett desperat försök att finna stöd lät Gupta till och med cirkulera ett brev i indisk dagspress med anklagelser som gjorde gällande att John var en pakistansk spion(!) som aldrig någonsin hade satt sin fot i Kashmir.

Mordhot, indiska maffian och mördarsekt

När historien väl uppdagades i slutet av åttiotalet var det många som fick känna av Viswa Jit Guptas vrede och hämndlystnad. John Talent fick exempelvis flera mordhot, men anser själv att man får räkna med det som "whistleblower". Då var det betydligt värre för några andra i Guptas närmaste omgivning. Vid morgonteet någon dag i juli 1989 informerades Manki, som arbetat som assistent åt Gupta under större delen av sitt yrkesliv, personalen vid institutionen att han kände till härkomsten av nästan allt av Guptas forskningsmaterial och varifrån det mesta plagierats. Enligt de närvarande avslutade han sitt tal med orden "jag har en historia att berätta och jag kommer att berätta den". Två nätter senare avled Manki som följd av en smitningsolycka och efterlämnade änka och tre barn. Polisen kom genast till institutionen och grillade alla men kunde inte anhålla någon. Strax därefter utfäste Gupta en belöning till den som kunde åsamka grova kroppsskador på någon av Talents indiska medarbetare, Rajendra Goel och Arvind Jain, eller någon av deras familjemedlemmar. Ungefär tio dagar senare råkade Goels mor ut för ytterligare en smitningsolycka och bröt båda armarna och benen. Även om Goel var böjd att tro att detta verkligen var en olycka anser Talent detta högst osannolikt med tanke på rådande omständigheter. Utöver dessa händelser finns det ett antal personer som gick emot Gupta och som sedan helt enkelt har "försvunnit".

Gupta har beskrivits som en person med starka band till den indiska maffian och den högerextrema sekten Shiv Shena. Till råga på allt var han ytterst förmögen och omvitnat korrupt.

Hur kunde det fortgå?

Hur kunde detta egentligen fortgå under 25 år utan att det uppdagades? Hur kunde Viswa Jit Guptas alster ta sig igenom granskningar av oberoende experter och publiceras i välrenommerade tidskrifter? Det är förmodligen en kombination av en lång rad olyckliga omständigheter. Inom akademien finns det en grundläggande tillit till forskningskollegor, vänner och auktoritetsfigurer. Detta gäller kanske i synnerhet i ett strängt hierarkiskt uppbyggt akademiskt system där professorer (som Gupta) inte ifrågasätts av kolleger med "lägre" status. Tillit är förvisso inte ett försvarbart argument inom vetenskap men det är ett synnerligen mänskligt, och i grunden sympatiskt, drag. Kanske vissa av Guptas medarbetare valde att blunda för det uppenbara för att skydda sin egen rygg och sitt eget renommé? De oberoende granskarna kan inte heller haft lätt att se igenom alla felaktigheter om de inte hade egen fälterfarenhet från ett visst område. Det är naturligtvis också oerhört känsligt att påstå att någon ljugit eller förfalskat data, i synnerhet om det gäller en kollega. Om någon skulle ha känt sig manad att göra så krävs djuplodande studier och kraftfulla bevis (vilka ju Talent lyckades uppbära). Kanske står även ens egen karriär på spel, vilket försvårar processen ytterligare.

Varför fuska inom vetenskap?

Forskare inom naturvetenskap drivs av att undersöka hur jorden fungerar och att komma så nära sanningen som möjligt; att ställa upp testbara hypoteser, att utvärdera och ompröva resultat och tolkningar. Hur kommer det sig då att man som Viswa Jit Gupta väljer att lägga ner så enormt mycket möda på att fuska och var han inte rädd för att bli avslöjad? Svaren sitter han så klart bara inne med själv men man kan ju spekulera kring det. Det är förmodligen inte djärvt att tro att då fusket fungerat några gånger så rullade det liksom på lite grann av bara farten – ungefär som en student som kommer undan med att tentafuska eller en snattare som inte blir upptäckt första gången. En annan, och förmodligen mer betydelsefull, anledning måste ha varit berömmelse. Alltså, ju fler artiklar publicerade i ansedda tidskrifter och författade tillsammans med världsledande auktoriteter, desto högre personlig status (och förmodligen även lön och andra förmåner). Alla som är verksamma inom akademien vet att artiklar bedöms såväl innehållsmässigt som efter var de är publicerade. En fin meritlista kan alltså vara helt avgörande för fortsatta forskningsanslag eller en avbruten akademisk bana. Även i Natures ledare konstaterades att "det är fortfarande alltför gynnsamt med en lång publikationslista". Så visst fanns det (tyvärr) säkert både ett ekonomiskt och socialt incitament för Gupta.

Det finns historier redan från Guptas tidiga akade-

miska bana som var tydliga varningssignaler. Hans magisteruppsats i petrologi bör noteras för dess avsaknad av lokaldata för alla de olika bergartstyper han påstår sig ha funnit. Doktorsavhandlingen fortsatte i liknande stil. Nyss nämnde Rajendra Goel, som var utsedd som extern opponent, fann den så usel att han reste till Chandigarh enkom för att diskutera saken med dåvarande institutionschefen, en gentleman vid namn I.C. Pande. Goel undrade om han skulle vara ärlig eller verkligen godkänna Gupta? Pande uppges då ha replikerat "jag vill att han ska godkännas, pojken har ju gjort fantastiska upptäckter".

Gupta kom alltså undan med detta och torde därför ha känt sig lockad att fortsätta producera vag eller fabricerad "data" – vilket mycket riktigt införlivades i hans två första artiklar i Nature. Dessa sampublicerades (genom hedersförfattarskap) med hans guru, professor M.R. Sahni. Denne hade vid tillfället fossil från Burma som hade insamlats av Indiens geologiska undersökning. Det var inte förrän några år senare som Sahni upptäckte att samma fossilsamling hade "försunnit" efter ett besök av Gupta... Hur som helst blev Gupta känd på kuppen och rönt framgång i Indien för att ha fått artiklar publicerade i Nature vid så unga år och han blev den yngste professorn att bli invald i Indian Academy of Science (Allahabad).

Olyckliga konsekvenser – men inte för Gupta

Fallet Gupta och andra rapporter om vetenskapsfusk får djupt olyckliga konsekvenser för forskarsamhället i sig och dess förtroende från allmänheten. Det är otvivelaktigt så att alla som sysslar med forskning och publicerar sig vetenskapligt någon gång har gjort misstag. Det är emellertid en milsvidd skillnad mellan oavsiktliga fel och regelrätta försök att dupera sin omgivning. Det händer fortfarande att indiska paleontologer blir nekade publicering av sensationella fynd med hänvisningen att "forskare från Indien går ju inte att lita på, titta bara på fallet Gupta...". Naturligtvis är fenomenet med ohederlighet inte nationsbundet utan snarare ett av människans mindre smickrande karaktärsdrag.

Bortsett från att Gupta skaffat sig en del fiender och förlorat all respekt från vetenskapsvärlden, så förlorade han uppenbarligen inte alltför mycket personligen på sitt vetenskapsfusk. Han lyckades behålla en akademisk karriär och pensionerades, om än utan någon avskedsfest, från universitetet i Panjab av åldersskäl. Det är kanske inte den sensmoral man hade önskat, men vem har påstått att livet är rättvist?

Ett stort tack till Johan Talent för all hjälp och till Jörg Maletz för graptolitfotografier.

Mats E. Eriksson, docent i geologi vid Lunds universitet.
mats.eriksson@geol.lu.se

Mars undersöks via Svalbard



Till vänster syns bäckraviner på Mars sedda med hjälp av rymdsonden MGS. Foto NASA/JPL/MSSS. Till höger: Bäckraviner i Hanaskogdalen i Hjorthamn, Svalbard. Foto: Andreas Johnson.

Kan vi lära oss något om vår grannplanet Mars genom att studera karga miljöer, exempelvis uppe i Arktis? Den frågan ställde sig en grupp forskare som fältarbetade på Svalbard i somras. Deras uppgift var att studera bäckraviner. Läs Andreas Johnssons berättelse om vatten på Mars och Svalbardsforskningen.

TEXT Andreas Johnsson

Finns det rinnande vatten på Mars? Länges har forskarna trott att planeten Mars varit en torr planet, men denna åsikt börjar ifrågasättas. Allting startade när rymdsonden Mars Global Surveyor, MGS, sände hem bilder i slutet på 1990-talet som visade att det finns raviner i Marslandskapet.

Liknande landformer här på jorden benämns bäckraviner och här har vatten en betydande roll i utvecklingen av dem. På jorden bildas bäckraviner i sluttningar på grund erosion av nederbörd, smältande snö och permafrost, eller då det finns vattenkällor som tillåter

att vatten sipprar ut längs med en sluttning. Vattnet eroderar sig med tiden allt djupare ner i sluttningen och bildar en ravin. Bäckravinen får en distinkt form med en amfiteaterformad övre del som kallas alkov och från alkoven finns en eller flera kanaler. Av det eroderade materialet bildas vid sluttningens fot avsättningar som är konformade.

Just ett sådant utseende har de raviner som sonden MGS observerade på Mars. Ravinerna, som är belägna på insidan av kraterkanter och längs dalsidor, ser ut att vara geologiskt unga då de i flera fall överlagras sanddyner som måste ha

bildats ganska nyligen. Upptäckten om ravinerna slog således ner som en bomb bland forskarna. Med de nya observationerna antog man att vatten ganska nyligen kan ha runnit på ytan.

Vi vet att vatten tidigt figurerat i Mars geologiska historia och i det marsianska landskapet kan vi se flera bevis på detta. Där finns kratrar som haft öppna sjöytor där tillrinnande floder bildat deltan, vilket vi kan se genom de bevarade sediment som avsatts på sjöarnas botten. Vi ser även trädliknande nätverk av

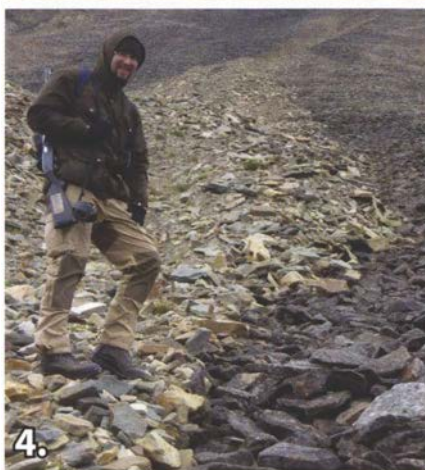
flodsystem som eroderats fram av vatten, samt enorma kanaler som tyder på att plötsliga, katastrofala utflöden av stora mängder vatten frigjorts från källor under marken. Dessa spår av vatten är emellertid mycket gamla och uttorkade sedan hundratals miljoner eller miljarder år tillbaka.

Temperaturen på Mars är nämligen idag alldeles för låg och atmosfären för tunn för att flytande vatten ska vara stabilt på ytan. Flytande vattnet skulle omedelbart frysa till is och sublimeras, det vill säga övergå från is till vattenånga utan att vara i flytande fas, för att sedan föras med atmosfären och vindarna till polarkalotterna. Bäckkravinerna på Mars berättar emellertid en historia där vatten ändå kan förekomma på ytan under kortare episoder och under speciella förhållanden.

Flera hypoteser har lagts fram för att försöka förklara deras ursprung. Bland dessa hypoteser kan nämnas ett par som inte involverar flytande vatten utan talar för att det är erosion genom torra skred eller frusen koldioxid i marken som ligger bakom. Koldioxid kan bli flytande under speciella förhållanden. Dessa hypoteser har dock mött hårt motstånd från de forskare som förespråkar processer av snösmältning, avsmältning av permafrost, samt grunda och djupa vattenkällor.

Hypotesen om vattenkällor under marken är från ett astrobiologiskt perspektiv mycket intressanta då vi vet att livet, som vi känner det, inte klarar sig utan vatten i flytande form. Vad som talar för att vatten format dessa strukturer är att de visar på en rad typiska former som är unika för vattenerosion, som exempelvis meanderande fåror. Några år senare gjordes nästa stora upptäckt när en sekvens av bilder tagna över ett och samma område under flera år visade på förändringar i några av bäckkravinerna. Nya avsättningar kunde nämligen observeras i några av bäckkravinerna.

Vad är det då som bildat dessa avsättningar? Frågan är öppen, och vi åkte till Svalbard för att studera bäckkraviner närmare där.

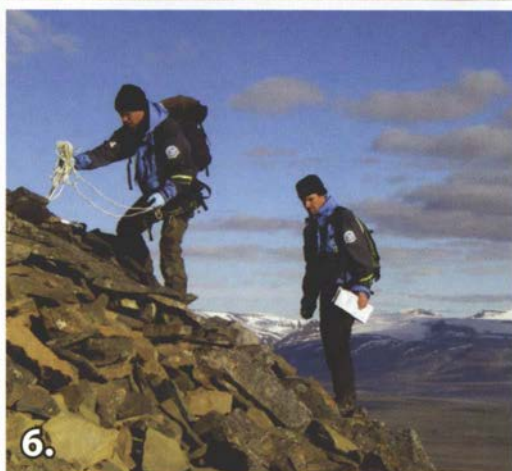
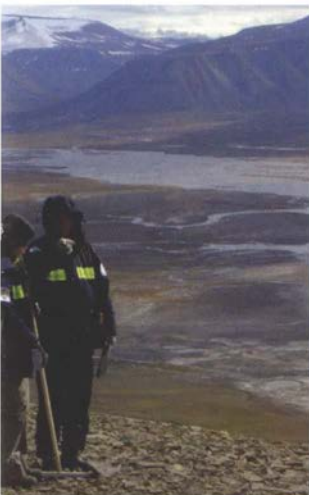


1. Tältläger i Hjorthamn under fältresan 2008. Foto Andreas Johnsson. 2. Vy över Adventdalen från Hjorthamn under första resan i juli 2007. Foto Andreas Johnsson. 3. Inhämtning av väderloggar på 700 meters höjd på Adventstoppen. Foto: Michael Zanetti.

Då människan ännu inte har skickat bemannade farkoster till Mars så är forskarna bundna till att undersöka planeten med hjälp av sonder och landare. Landare kan vara mobila såsom Spirit och Opportunity, eller stationära som Phoenix Mars Lander. Detta är ett bra sätt, ekonomiskt fördelaktigt och mindre riskfyllt i jämförelse med bemannade rymdfärder, men nackdelen är att varje sond och landare är mycket begränsad i vad den kan uträtta. De olika sonder/landarna är specialiserade och försedda med en rad sofistikerade instrument som är designade för att undersöka specifika detaljer av Mars. Därmed missas

helt bilden. En marsonaut skulle kunna uträtta mycket mer, i sin förmåga att tolka geologi och hitta de mest intressanta platserna att studera. Dessutom skulle han eller hon ha möjlighet att insamla ett rikt urval av prover att analysera på plats och vid hemkomsten till Jorden.

Under tiden vi väntar på den första bemannade resan så har vi ett alternativ till sonder och landare, och det är att undersöka marslika, så kallade analoga, miljöer på Jorden. Beroende på vilken miljö man vill undersöka och förstå av vår grannplanet – så är olika områden på Jorden mer eller mindre lämpliga. Är intresset att studera



4. Artikelförfattaren på ett skred vid Adventtoppen. Foto: Ella Carlsson 5. Hela forskarteamet 2009. Foto: Harald Hiesinger. 6. Henrik Johansson och Mats Olvmo högt på Adventtoppens sluttning 2008. Foto: Andreas Johnsson.

dyner på Mars så är Jordens öknar en analog miljö. Vill man däremot studera de processer som dominerar i Mars kallare områden och där fruset vatten i marken är utbredd – så är Arktis eller Antarktis goda analoga miljöer.

Öarna som utgör Svalbard är en del av Arktis och området präglas av ett kallt och torrt klimat. Geologin består i huvudsak av sedimentära bergarter eftersom Svalbard under sin geologiska utveckling varit både havsbottnen och varm fuktig träskmark. Där finns rikt med fossil och tillgång till stenkolk som också är den största industrin i området. Landskapet

har sparsamt med vegetation, där finns inga buskar och träd, och på ca en meters djup är marken frusen året om, så kallad permafrost, något som är vanligt förekommande även på Mars. Svalbard har också en rad landformer som visar stora likheter med vad vi kan observera på Mars och dessa är tundrapolygoner som bildas då permafrosten spricker, samt stora kullar med kärnor av is, så kallade pingos. Utöver detta så finns bäckraviner i överflöd.

Nästan varje sluttning i Svalbards landskap har eroderats och bildat bäckraviner med allover, kanaler och koner. Med andra ord så är det en utmärkt miljö att undersöka i jakten på förståelse av hur bäckra-

viner bildats på vår grannplanet.

Teamet som reste till Svalbard i somras utgörs av forskare från Sverige, Tyskland och USA med expertis inom geomorfologi, geologi och biologi. Områdena vi valde att fokusera på heter Hjorthamn som ligger på andra sidan Adventfjorden mitt emot Svalbards huvudstad Longyearbyen (1 200 invånare), samt Adventdalen i sig.

I Hjorthamn satte vi upp ett tältläger där vi bodde i nästan tre veckor. Att fältarbete på Svalbard medför vissa speciella risker. Isbjörnar är vanligt förekommande på Svalbard och sommartid strövar de strandsatta björnarna omkring för att söka föda längs med stränderna. Därför fick vi alla genomgå en vapenhanteringskurs, samt lära oss om isbjörnars beteende. Provianten fick vi lägga på betryggande avstånd från tältlägret för att inte locka till oss hungriga isbjörnar. I fält hade vi med oss gevär, signalpistol, satellittelefon och den viktiga larmtråden som skulle varna oss när vi sov. Larmtråden satte vi upp runt hela tältlägret. Larmet utlöstes två nätter och smått skräddade tittade vi ut från tälten med dragna gevär, bara för att se att några av Svalbards inhemskare renar gått in i träden. En lätnad så klart, men vi insåg också att renarna inte reagerade på knallskottet och ljusblitzen. Hur avskräckande är det då för en isbjörn, frågade vi oss? Belöningen, trots riskerna, var dock att få arbeta i ett oerhört vackert och nästan "utomjordiskt" landskap.

Fältarbetet gick bland annat ut på att göra noggranna mätningar av bäckravinernas form. Detta innebar en hel del mödosam klättring upp- och nedför branta sluttningar av stora lösa block och stenar. Med tiden blev vi alla lite av balanskonstnärer i den steniga miljön. En detaljerad bild av bäckravinens form är viktig i kommande beräkningar av hur mycket material som eroderats. Formen, eller morfologin som vi kallar det, är också en viktig detalj vid en jämförelse av landformerna mellan

planeterna eftersom alla bäckraviner på Mars inte är lika varandra. Så nyckeln till hur de bildats på vår grannplanet har med säkerhet inte bara en förklaring, utan det kan vara en rad olika mekanismer involverade som kan vara unika för olika områden. Vatten verkar ha spelat en roll i flera fall, men om det är på grund av snösmältning eller en underjordisk källa vet vi inte idag. De två mekanismerna för med sig olika konsekvenser för hur vi kan förstå Mars klimatutveckling och förhållanden under marken.

Snösmältning skulle innebära att vi har perioder på Mars då snö kan ackumuleras i områden som idag är snöfria, vilket också har visats med klimatmodeller. I några av bäckravinerna har forskare även identifierat vad de tolkar som bevarade lämningar av dessa snötäcken, snö som idag är överlagrade av isolerande sediment. Underjordiska källor av vatten skulle däremot tala om för oss att det kan finnas fickor av flytande vatten inte så långt under ytan, och det är ett mycket intressant ställe att leta efter liv på.

Utöver mätningen av bäckravinernas dimensioner har vi även placerat ut instrument i fårorna. Instrumenten har hittills lagrat mätdata över nästan ett helt år och det vi är intresserade av är hur temperaturen och fukten i bäckraviner varierar över året och i olika väderstreck. I det här fallet kan vi se när snösmältningen börjar, samt hur uppvärmning genom solinstrålningen påverkar marken.

Som ett komplement till vårt fältarbete hade vi förmånen att bli delaktiga i en *flygfoto-kampanj* som arrangerats av det tyska rymdinstitutet Deutsche Luft und Raumfahrt, DLR. Flygfotograferingen utfördes med en systerkamera till High Resolution Stereo Camera, HRSC, som finns ombord på den europeiska sonden Mars Express. HRSC är en kamera som har egenskapen att kunna rendera flygbilderna till tredimensionella bilder. Det är ett mycket kraftfullt verktyg i studier av landskap där höjder och dalar blir svåra att hantera i en vanlig tvådimensionell bild.

Flygkampanjen under 2008 fick dock en nervös start då Svalbards väder visade sin sämsta sida. Tre inledande dagar med låga moln och regn gjorde att flygplanet stod på marken, men sedan sprack molnen upp och vi fick flera dagar med klarblå himmel. Då lyfte planet genast och började fotografera. Vi blev mycket lättade i det ögonblick vi såg det flyga över våra huvuden! Bilderna blev så bra att vi kunde identifiera oss själva på vår vandring genom Adventdalen.

Flygbilder är ett viktigt verktyg när vi ska analysera bäckraviner och tillsammans med våra fältmätningar får vi en komplett bild av hur landformer i en flygbild ser ut vid marknivå. Detta har tidigare varit ett problem i utforskandet av Mars där vi i huvudsak är utlämnade att studera satellitbilder, utan att veta hur det ser ut på nära håll. Ett exempel är de första satellitbilderna från Mariner-sonderna där områden som såg släta ut, i själva verket var ojämn terräng och vice versa. Detta var en effekt av bildernas låga rumsliga upplösning.

En följd av detta blev att vid tidpunkten när de två Vikinglandarna skulle ta mark på Mars i slutet av 1970-talet var det nära att en av dem landande på ett två meter stort block som kunnat tippa landaren och havererat hela den delen av projektet. Idag har vi emellertid en ganska god bild av topografin på Mars och 2006 lade sig den amerikanska sonden Mars Reconnaissance Orbiter i bana runt Mars. Sonden är utrustad med en kamera, HiRISE, som har mycket hög rumslig upplösning. Med HiRISE kan vi in princip urskilja ett objekt med en badbolls storlek på Mars yta.

Vid sidan av de geomorfologiska och geologiska undersökningarna utförde vi även en *biologisk studie* vid en relativt ung bäckravin. Syftet med studien är att få en uppfattning om fördelningen av mikroorganismer i bäckravinen samt vilka typer av organismer som frodas där. Det kan ge oss en insikt om hur snabbt olika kolonier

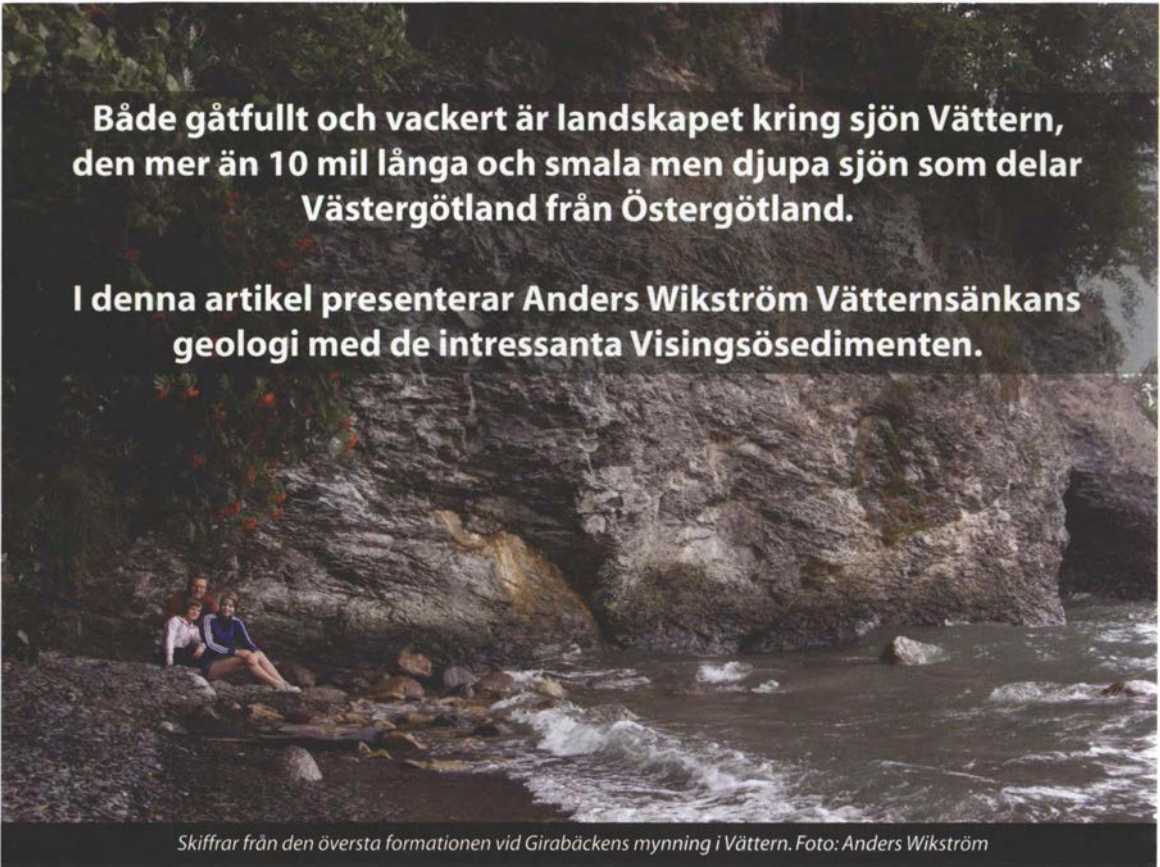
av mikroorganismer etablerar sig i en föränderlig miljö vilket en bäckravin är. Vi samlade in runt 300 prover och en del av undersökningen är att extrahera pigment från organismerna. Pigmentet ger en speciell signatur när man tittar på ljuset som reflekteras och detta kan vägleda oss i att välja rätt väglängdsområde i en framtida kamera som kan detektera organismer från omloppsbana runt en planet. Proverna analyseras för närvarande i laboratorier i USA.

Projektet har i sin helhet inneburit fyra resor till Svalbard och det är ett område jag gärna återvänder till och varmt rekommenderar andra att besöka. Svalbard har spektakulära vyer där land möter hav och det karga landskapet förvränger perspektiven.

Då det inte finns några träd eller andra välbekanta referenspunkter är det svårt att bedöma avstånd, och promenader till olika områden tar ofta längre tid än vad man först antagit. Under vandringar stöter man på många spännande fossiler som representerar olika geologiska perioder i jordens utveckling. Ena stunden går man över berglager som bildats under Jura för att sedan upptäcka att man hamnat på lager från Krita. Att utforska Svalbard är lite som att vandra i vår egen planets dagbok, där varje sedimentärt berglager representerar en ny sida.

Under sommaren gjorde jag tillsammans med övriga i gruppen en sista projektresa till Svalbard där jag samlade in instrumenten igen. Vi utförde även nya mätningar och studerade bland annat pingos och tundrapolygoner. Nu återstår en rad analyser av vårt insamlade material. Svaret på gåtan om de marsianska bäckravinererna kanske inte helt kommer att lösas förrän vi skickat människor dit, men vi hoppas att vår forskning kan lägga till nya viktiga pusselbitar i frågan om hur de har bildats.

Andreas Johnsson, doktorand,
Institutionen för geovetenskaper,
Göteborgs universitet.
e-post: andreas.johnsson@gvc.gu.se



Både gåtfullt och vackert är landskapet kring sjön Vättern, den mer än 10 mil långa och smala men djupa sjön som delar Västergötland från Östergötland.

I denna artikel presenterar Anders Wikström Vätternsänkans geologi med de intressanta Visingsösedimenten.

Skiffrar från den översta formationen vid Girabäckens mynning i Vättern. Foto: Anders Wikström

Vätterns geologi

TEXT Anders Wikström ILLUSTRATIONER Anders Magnusson

Många vintrar snö – fallit uppå Visingsö. Så stod det en gång i Glimmerbladet, geologi-studenternas nidskrift som ibland utkom i Uppsala i luciaticid. Strofen syftade på ett doktorsarbete om Visingsögruppens sedimentbergarter i Vättern som aldrig blev av. Att det inte blev slutfört är dock inte unikt. Genom åren har flera arbeten som behandlat Vättern och/eller dess äldre sedimentavlagringar, antingen inte fullbordats eller också publicerats i form av svårtillgängliga avhandlingar i få exemplar. Det är alltså svårt att få en sammanfattande bild av vad som gjorts.

Under de senaste 30 till 40 åren har vi, bland annat genom oljeutvinningen i Nordsjön, fått omfattande kunskap om vad som händer under så kallad extension (sträckning) i berggrunden. I Vätternområdet har kontinentalsockeln dragits isär i samband med Atlantens utvidgning. En typisk struktur som utvecklats är så kallade "half-grabens" (asymmetriska tråg) med i

allmänhet lätt böjda förkastningar.

Bengt Collini gjorde år 1951 en indelning av Visingsösedimenten i beskrivningen till det geologiska kartbladet Gränna och den indelningen gäller fortfarande i sina huvuddrag. Den utveckling av lagerföljden som han där beskrev, överensstämmer i stora drag med den sedimentutveckling som man mer eller mindre standardiserat kan se i utvecklingen av "half-grabens" (t ex Lister & Gawthorpe 1996) och denna text om Vättern i Geologiskt forum följer detta spår.

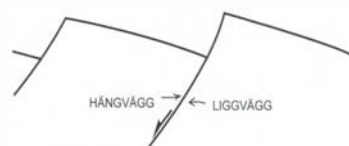
Det understa ledet i lagerföljden består till största delen av gula, extremt kvartsrika sandstenar. I motsats till överliggande lager är denna enhet inte bunden till den nuvarande Vätternsänkans. Förutom sporadiska förekomster på höjderna runt Vätterns södra del (exempelvis vid Solberga/Skärstad – cirka 200 meter över nuvarande Vätterns yta, Lekeryd, Tenhult, Håbo och Bankeryd – hittar man denna enhet på så skilda platser som vid sjön Möckeln utanför Karlskoga och



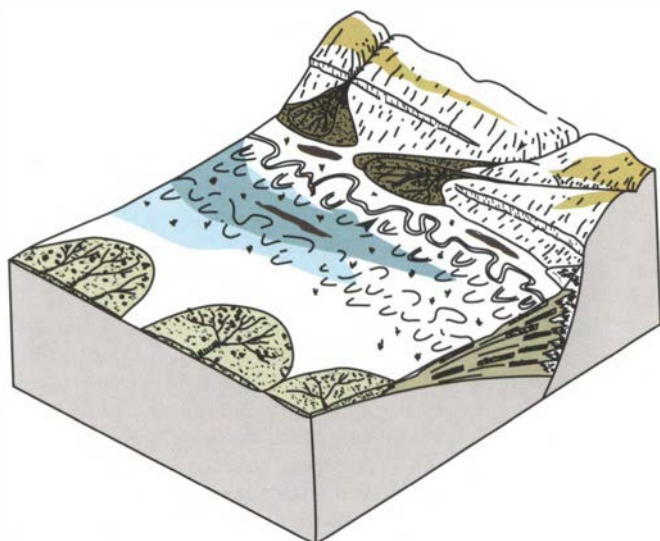
Strömskiktad kvartssandsten från den understa formationen i Lemunda. Foto från Niels Nörsgaard-Pedersen och Michael Larsen.



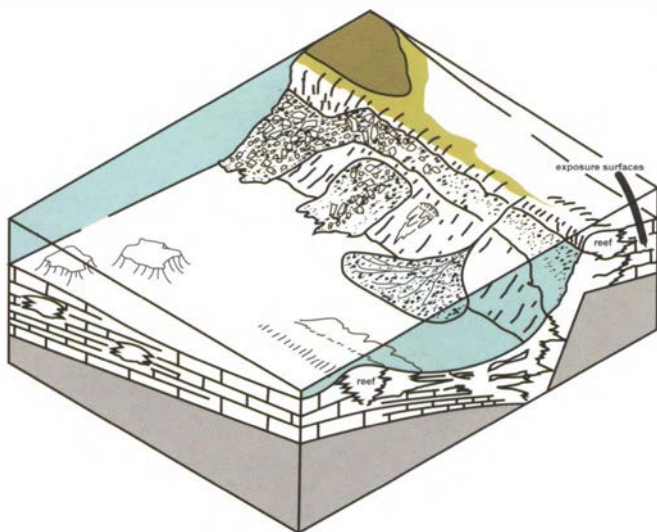
Grusiga lager i strömskiktad kvartssandsten från Lemunda. Foto: Anders Wikström.



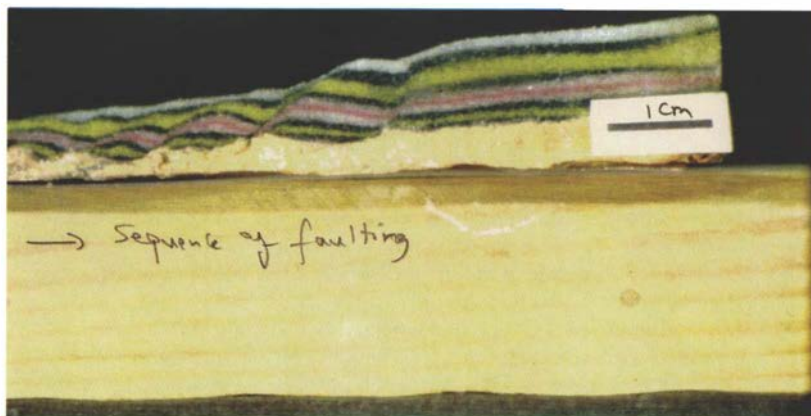
Begreppen hängvägg och liggvägg på förkastningsytorna i en "half-graben"-struktur.



När en "half-graben" utvecklas kan flera olika sedimentationsmiljöer samtidigt förekomma. En flodfåra kan utvecklas i dalens längsriktning. Vartefter hängväggsblocket tippar mer och mer, förflyttas flodfåran närmare liggväggsbranten och lämnar efter sig övergivna flodbäddar. Längs liggväggsbranten kan svämkoner och massflöden bildas och i hängväggsblocket kan det ske en sedimentavsättning vinkelrätt mot dalens längsriktning. (Efter Leeder & Gawthorpe 1986.)



En vanlig avslutning i utvecklingen av en "half-graben", tycks vara en övergång till ett marint skede med lokalt djupare vatten. Så även när det gäller Visingsösedimenten. Överst i lagerföljden hittar man där marina lerskiffrar med talrika inslag av dolomitisk kalksten. Torsprickor är vanligt förekommande vilket visar att lagren ställvis varit över vattenytan. Figuren visar en möjlig sedimentationsmiljö för denna enhet. (Efter Leeder & Gawthorpe 1986.) Omfattningen av kalksedimentationen i den övre formationen är dock betydligt mindre än vad denna bild antyder.



Man kan studera extension experimentellt. Figuren visar en modell med en skiktad, relativt spröd lagerföljd som ligger på ett mer plastiskt underlag. Genom att köra modellen i en centrifug, har de isärdragande krafterna resulterat i en plastisk flytning i underlaget medan den relativt sprödare lagerföljden har förkastats ett antal gånger. Förkastningarna blir yngre och yngre till höger i modellen. Experimentet har gjorts av Guenene Mulugeta vid Geologiska institutionen, Uppsala universitet.

vid sjön Skagern norr om Töreboda. Ledet har alltså en gång haft en betydande utbredning. Karaktären på sedimenten visar att de avsatts i en flod- och deltamiljö. Strömriktningen har varit mot nuvarande nordnordväst (Larsen & Nörsgaard/Pedersen 1988).

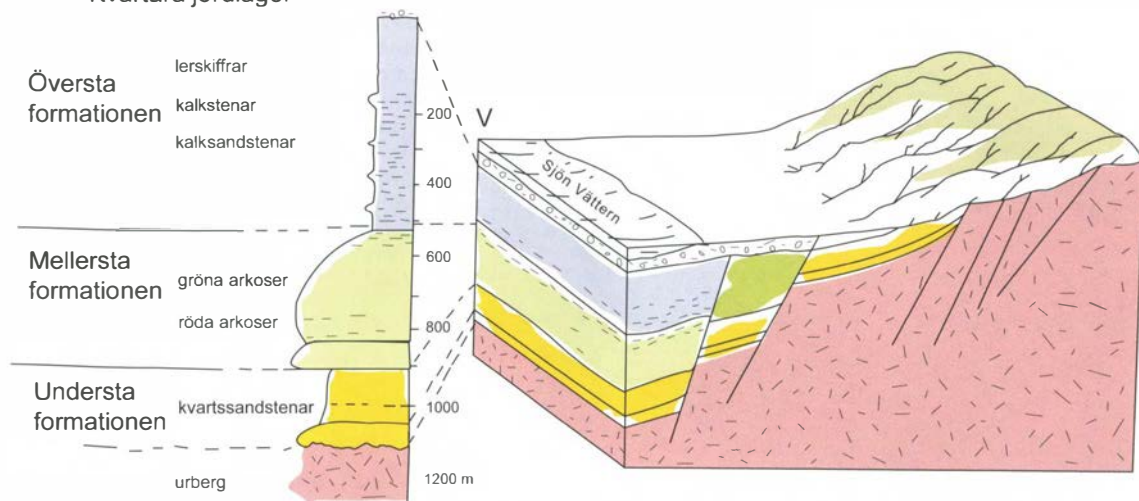
Kring Jönköping och Huskvarna utfördes omkring år 1940 ett antal borrhningar i dessa sedimentbergarter för att förbättra vattentillgången i de bågiga städerna. En av borrhningarna i Jönköping utgjordes av en kärnborrning och kärnan finns bevarad i SGU:s arkiv. Under ett jorddjup på 194 meter (!) vidtog gula och röda sandstenar ner till ett djup på drygt 300 meter men kontakten mot det kristallina urberget nåddes aldrig. Måktigheten av den undre enheten är alltså mer än hundra meter, men att döma av de mer svårbestämda borrhkaxproverna från området, är den betydligt större. Borrhningar i Habodalen visar dock avsevärt mindre måktigheter, 20–30 meter.

Högst upp i Girabäckens (äldre stavning: Gera-

bäcken) ravin ligger en röd arkos på det förskiffrade underlaget innan den gula sandstenen tar vid. På andra ställen har den gula sandstenen hittats direkt på urberget. Av och till förekommer en sekundär rödfärgning i den understa enheten utan att någon egentlig förändring i stratigrafiskt läge eller sammansättning konstaterats. I Bankerydstrakten har en kontakt beskrivits där urberget är leromvandlat under sandstenen.

Ett stort, numera nedlagt och vattenfyllt stenbrott i den understa enheten finns vid Lemunda norr om Motala och ett mindre finns i Girabäckens ravin norr om Gränna. Sandstenen har i äldre tid använts till framställning av både slipstenar och blocksten till byggnader och skulpturer. Den stora användningen på senare år har varit som råvara till glasindustrin och i viss mån som formsand till gjutier. Nedläggningen i Lemunda berodde framförallt på att en besvärande järnförorening försämrade kvaliteten.

Kvartära jordlager



En generaliserad bild av lagerföljden i Grännatrakten. Denna studeras bäst i Girabäckens ravin. Den homogena gula och röda, väsentligen flodavsatta kvartssandstenen i den understa formationen, avlöses uppåt av heterogena, snabbt ihopsvämmande arkosdominerade sediment i den mellersta formationen. Överst följer lerskiffrar och kalkstenar i den översta formationen. Det spektakulära med profilen i Girabacken är att de understa lagren ligger högst upp i ravinen medan de översta lagren ligger längst ner vid Vättern. Detta är betingat av att extensionsbetingade förkastningar även förekommit efter sedimentavsättningarna. (Efter Morad & Collini 1991.)

De sedimentbergarter som överlagrar de understa lagren visar att något dramatiskt inträffat i utvecklingen. De är mycket mer osorterade än underliggande lager och har delvis en karaktär av massflöden. Denna nya sedimentologiska miljö antyder att en "half-graben" börjar utvecklas. Från branten vid liggväggen utbildas korttransporterade svämknor och även rasmassor kan bildas. Den förkastning som bildar denna liggvägg är alltså senast utbildad i övergången mellan den understa och mellersta formationen i lagerföljden och den sedimentologiska miljön kan vara mycket varierande här. Både flodavsättningar i dalens längsriktning och avsättningar längs hängväggsblockets sluttning, kan interferera med vad som sker vid liggväggsbranten. Spektakulära bildningar av rasmassor finns på öarna Jungfrun och Fjuk i norra Vättern.

Till den mellersta formationen brukar man också räkna de grågröna sand- och slamstenarna på södra Visingsö. Deras avsättningsmiljö tyder närmast på ett grundvattendelta med starkt växlande, för det mesta dock långsam vattenföring. Böljeslagsmärken och torksprickor har iakttagits. En helt annorlunda miljö således än de häftiga processer som ägt rum i liggväggsbranten. Strömriktningen vid avsättningen av dessa sediment har varit mot nordost enligt Larsen & Nörsgaard/Pedersen (1988). I enheten finns en mindre kopparmineralisering på Visingsö väster om Tunnerstad. Här kan man lokalt hitta grönfärgade, kopparhaltiga block i strandkanten.

Överst i lagerföljden finns lerskiffrar med inlagrade kalkstenshorisonter. I kalkstenarna kan man hitta stromatoliter, blomkålsliknande

fossil av alg(bakterie)kolonier. Dessa har beskrivits från norra Visingsö och Omberg. Utvecklingen har nu framskridit till en marin miljö. Det har dock inte varit särskilt djupt vatten. På flera ställen i lagerföljden kan man hitta torksprickor som alltså visar att lagren ibland varit över vattenytan.

Övergången mellan de mellersta och översta enheterna är i allmänhet gradvis som på Visingsö och i Grännatrakten. I profilen i Girabacken norr om Gränna, är den dock förkastningsbetingad.

Den starka extensionen har fortsatt även efter det att sedimenten hårdnat till bergarter. Detta är uppenbart i Girabäckens ravin där de äldsta leden ligger högst upp i ravinen och de yngsta längst ner vid Vättern. Om man kunde komma åt att mäta förkastningarnas lutning här, skulle man teoretiskt sett kunna få ett mått på denna extension (enligt principen ju flackare förkastningar, desto kraftigare extension).

Visingsösedimentens ålder är omdiskuterad. Vad som gjorts är äldre radiometrisk dateringar med metoder som i dag inte anses helt tillförlitliga. Dateringar av äldre mikrofossil, acritarker (tolkade som växtplankton), har givit det mer generella resultatet att utvecklingen skett i åldersintervallet för mellan 800 och 570 miljoner år sedan (Vidal 1976).

Förkastningar och rörelsezonerna i Vätternområdet har dock både en äldre och yngre historia än vad som beskrivits härövan (Månsson 1996). Vättern är geografiskt belägen i den stora förskiffringszon (Protoginizonen) som skiljer Sydvästsveriges gnejser från mer granitdominerade områden i öster. Zonen är

cirka 900 miljoner till en miljard år gammal och har samband med en höjning av Sydvästsverige i storleksordningen 20 till 30 kilometer i vertikal led – beloppet härlett med utgångspunkt från bildningsbetingelser av metamorfa mineral i gnejserna. I varje enskild förskiffringsyta med denna ålder finns också en allmän "västra-sidan-upp" relativ rörelse som bekräftar den generella bilden. Dessa rörelsezoner är i allmänhet utbildade under plastiska betingelser, dvs. de har bildats under förhöjd temperatur nere i jordskorpan.

De understa, väsentligen ometamorfa, Visingsösedimenten ligger diskordant uppe på denna förskiffring. Detta har observerats både på Stora Röknen i norra Vättern och högst upp i Girabäcksprofilen norr om Gränna. Det föreligger alltså ett ordentligt brott i utvecklingen här. Vad detta innebär tidsmässigt har diskuterats och även ifall de starka extensionskrafter som man utläsa från Vätternområdets utveckling, skall ses som en del av, och slutfasen i, höjningen av Sydvästsverige.

Att nuvarande Vättern också har en komplicerad yngre berggrundsgeologisk historia är uppenbart, bland annat norr om Omberg där Östgötaslättnens yngre berggrund av kalkstenar, skiffrar och sandstenar klipps av en vätternförkastning. (Samma yngre berggrund finns också på Vätterns botten i ett område utanför Motala.) Eftersom det yngsta ledet i denna berggrund har en silurisk ålder (444–416 miljoner år tillbaks i tiden), måste denna förkastning alltså vara yngre än silur. Genom en analys av ytformerna i södra Sverige verkar det sannolikt att de yngre förkastningarna i området har en tertiär (2–65 miljoner år) ålder (Lidmar-Bergström 1991). I många fall verkar de yngre förkastningarna ha följt de äldre rörelseplanen och den ursprungliga, asymmetriska strukturen kan fortfarande skönjas. De gamla liggvägsbranterna borde funnits i öster även om de nu inte längre finns bevarade.

Vättern har även en intressant kvartär historia som dock inte ska närmare beröras här. Det kan dock nämnas att den kvardröjande, ojämna landhöjningen medför att Jönköpingsområdet långsamt dränks. Stenåldersboplatser har hittats under vatten utanför Jönköping. Fenomenet kallas sjöstjälpling och förekommer i långsmala sjöar med utsträckning i nord-syd och hänger samman med att landhöjningens storlek minskar mot söder i detta område. (När man har en balja med vatten och lyfter den på ena sidan, stiger vattnet i den andra änden.)

Fotnot. Bengt Collinis dagböcker och kartor från hans fältarbeten framförallt på 1940-talet, finns tillgängliga i SGU:s arkiv.

Anders Wikström, pensionerad statsgeolog, Sveriges geologiska undersökning, e-post: canwiks@yahoo.se

LITTERATUR

- Collini, B., 1951: Visingsöformationen. I P.Geijer, B. Collini, H. Munthe & R. Sandegren: *Beskrivning till kartbladet Gränna. Sveriges Geologiska Undersökning Aa 193*, 27–37.
- Larsen, M. & Nørgaard-Pedersen, N., 1988: *A sedimentological analysis of deltaic complexes and alluvial fan deposits in the Visingsö group (Upper Proterozoic), southern Sweden*. Cand. Scient. thesis. Inst. for Almen Geologi, Köpenhamns univ.
- Leeder, M.R. & Gawthorpe, R.L., 1987: Sedimentary models for extensional tilt-block/half-graben basins. I Coward, M.P., Dewey, J.F. & Hancock, P.L., (red.): *Continental Extensional Tectonics*, Geological Society Special Publication 28, 139–152.
- Lidmar-Bergström, K., 1991: *Phanerozoic tectonics in southern Sweden*. Z. Geomorph. N.F., 82, 1–16.
- Morad, S. & Collini, B., 1991: *Petrology and geochemistry of Upper Proterozoic shales of the Visingsö Group, southern Sweden*. Bulletin of the Geological Institutions of the University of Uppsala. 16, 61–68.
- Månsson, A.G.M., 1996: *Brittle reactivation of ductile basement structures; a tectonic model for the lake Vättern basin, southern Sweden*. GFF 118, A19.
- Vidal, G., 1976: *Late Precambrian microfossils from the Visingsö beds in southern Sweden*. Fossils & Strata 9, 1–57, Oslo.

Varför leta efter vulkanaska i sjöar och torvmossar?

Vulkanutbrott kan ha sina fördelar. Det sprids aska, ibland långväga. Tefrokronologi är en dateringsmetod där man använder sådan vulkanaska – för att datera omkringliggande sediment.

TEXT Stefan Wastegård

Min bana som geovetare började med studier vid Stockholms universitet i början av 1980-talet. Efter filosofie kandidatexamen år 1989 började jag som doktorand vid den dåvarande kvartärgeologiska institutionen. Mitt doktorandprojekt behandlade klimat- och miljöförändringar i den senglaciala marina miljön i västra Värmland och Dalsland – områden som vid istidens slutfas låg långt under havsytan, men som idag efter 10 000 år av landhöjning ligger på torra land.

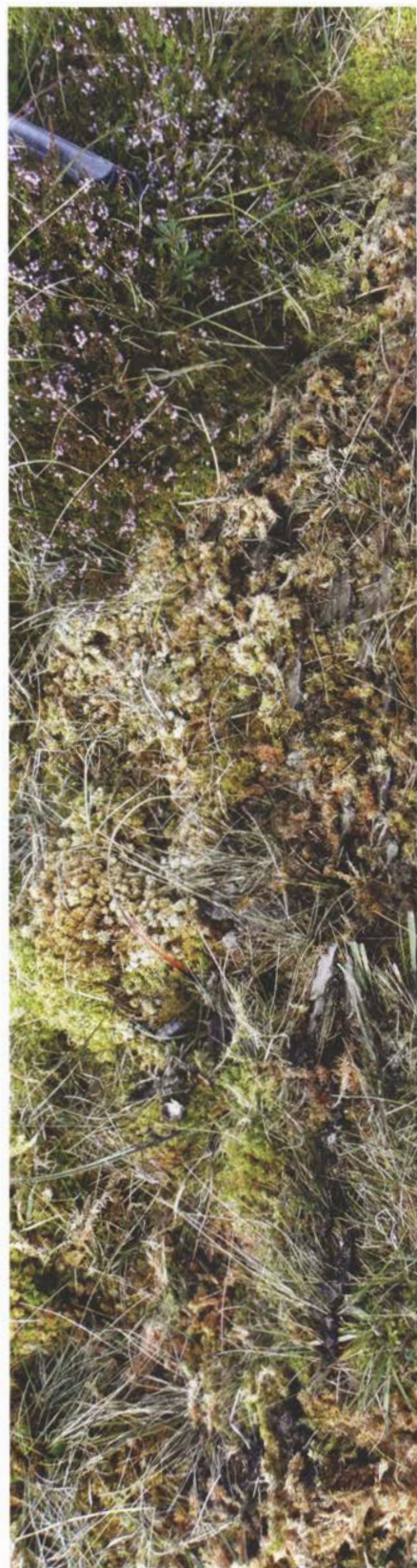
Ett av problemen med mina undersökningar var att exakt datera förändringarna i den marina miljön. Jag ägnade mycket tid med att plöcka ut foraminiferer- och musselskal för att med kol 14-metoden datera tydliga förändringar i den marina miljön, till exempel en tydlig övergång till ett varmare klimat för ungefär 11 500 år sedan, men när jag fick mina dateringar från Uppsala sträckte de sig över en tidsrymd på flera hundra år.

För skal som dateras med kol 14-metoden tillkommer dessutom ett antal andra komplikationer, som exempelvis reservoireffekter beroende

på att en del av det marina kolet är äldre än atmosfärens innehåll av kol, vilket för våra havsområden innebär att den mussla, säl eller sill som dateras förefaller att ha levt 400 år tidigare än vad den i själva verket gjorde.

Från andra undersökningar av bland annat borrhärlor från den grönländska inlandsisen vet vi nu att den mycket markanta klimatförändringen vid slutfasen av den senaste istiden inföll för ganska exakt 11 700 år sedan, vid övergången från pleistocen till holocen, eller om man så vill, från kallperioden yngre dryas till preboreal. Jag vet fortfarande inte om den förändring som jag såg i den marina miljön i Värmland och Dalsland är exakt densamma förändring som registrerats på Grönland, men det förefaller rimligt.

Under de senaste årtionderna har det skett en snabb utveckling av absoluta dateringsmetoder inom geovetenskapen. En stor del av dessa är radiometrisk metod där sönderfallet av isotoper används för att datera när exempelvis en magma stelnade eller när ismannen





En borrhärna från Färöarna med i botten (nedåt i bilden) ljus, gyttjig silt med ett svart band – Saksunarvatntefran – cirka tio centimeter från toppen av kärnan. Den undre delen av kärnan (uppåt i bilden) består av gråbrun lergyttja avsatt i en grund sjö i början av holocen.

Foto: Ewa Lind-Mettävainio.

Ötzi dog. Man får dock aldrig en helt exakt datering. Vi vet nu efter ett stort antal kol 14-dateringar att Ötzi dog under en vinterstorm för $4\,550 \pm 20$ år sedan, men exakt vilken vinter kommer vi förstås aldrig att få veta.

Under tiden som postdoc vid University of London i slutet av 1990-talet kom jag i kontakt med en dateringsmetod som jag tidigare hade hört talats om, men inte visste särskilt mycket om. Det var *tefrokronologi*.

Tefra kommer för det grekiska ordet för aska och termen myntades av den isländske vulkanologen och geografen Sigurdur Thórarinnsson i samband med dennes undersökningar på Island. Thórarinnsson som för övrigt disputerade vid Stockholms högskola 1944 brukar räknas som den moderna tefrokronologins fader.

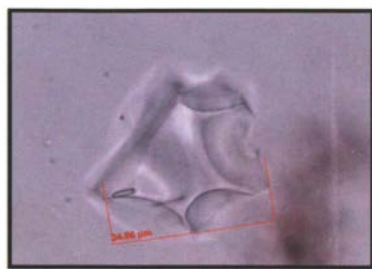
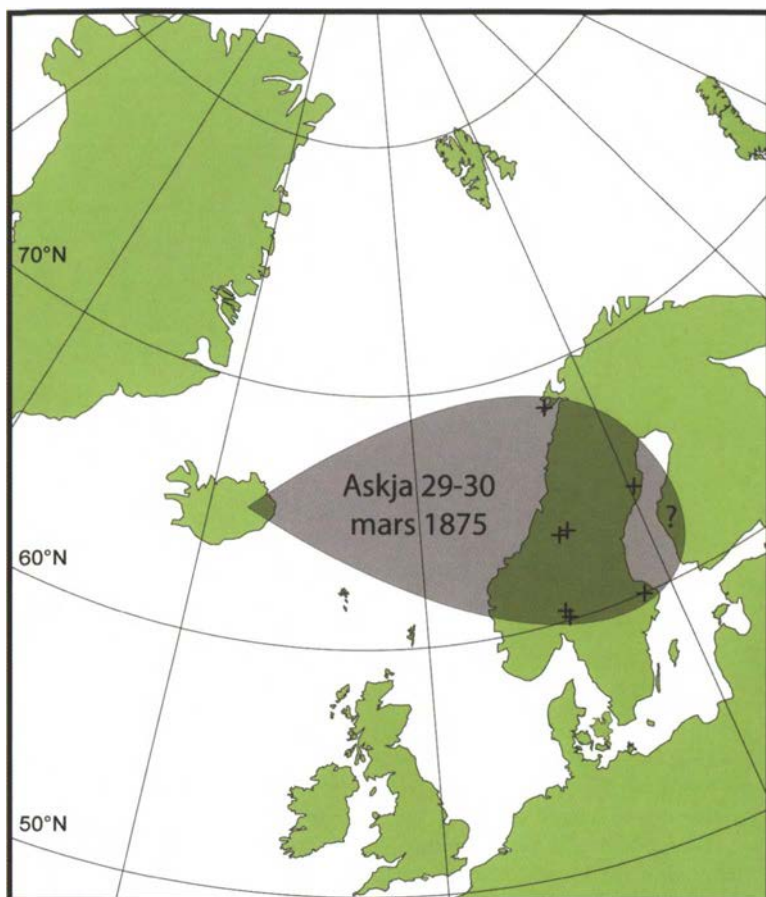
Tefrokronologi är en dateringsmetod där man använder lager med vulkanaska för att datera det omkringliggande sedimentet. Allra bäst är det om man vet åldern på utbrottet genom historiska källor (det äldsta exakt daterade tefrala-

gret är från Vesuvius utbrott år 79 e.Kr.), annars kan man använda en ålder som fastställts på någon annan plats med någon annan metod, såsom genom räkning av årsvarv i is eller sediment, eller genom kol 14-metoden.

När jag harvade runt bland lerorna i Värmland på 1990-talet hade jag inte en tanke på att man kunde hitta vulkanaska som skulle kunna användas för att datera mina sediment och deras innehåll av olika mikrofossil, även om jag stötte på en artikel av bland andra Jan Mangerud som i 1984 beskrev den så kallade Veddeaskan från sediment i sjöar utanför Ålesund i västra Norge.

Veddeaskan kommer från ett utbrott på Island för 12 100 år sedan mitt under kallperioden yngre dryas och har de senaste decennierna hittats på en mängd olika platser runt Nordatlanten, i den grönländska inlandsisen och senast i sjöar i Sydtyskland och i Schweiz, nästan 2 500 kilometer från vulkanen som troligen är Katla på sydvästra Island.

Under min postdoc utanför



Till vänster: Spridningen av aska från Askjas utbrott i mars 1875 rekonstruerade från samtida källor (Mohn, 1878) och förekomster i torv och sjösediment. Utbredningen mot söder och öster är ofullständigt känd. + tecken visar platser i Norge och Sverige där askans geokemiska signatur har bestämts. Illustration: Stefan Wastegård.

En mikrotefrapeartikel från Håsseldalentebran från sjön Mulakulle i sydvästra Småland. Håsseldalentebran är daterad till ca 11 400 BP (Wohlfarth m.fl. 2006). Skallstrecket visar storleken på partikeln. Foto: Björn Morén.

London träffade jag på Chris Turney som utvecklat en metod för att hitta vulkanska i sediment, och särskilt så kallad mikrotefra eller kryptotefra, det vill säga lager med tefra som inte syns för blotta ögat.

Metoden bygger på separering med tunga vätskor och fungerar utmärkt på tefrapartiklar med ryolitisk sammansättning, såsom den ena av två komponenter i Veddeaskan. Chris Turney hade hittat Veddeaskan i tre sjöar i Skottland och med samma metodik hittade jag densamma i sjösediment i flera sjöar i södra Sverige, bland annat i en sjö i Dalsland med marina leror från den senaste deglaciationen. Veddeaskan är dessutom påträffad i borrhärlor från den grönländska inlandsisen och har där daterats genom att årsvarv i isen räknats. Därmed var min bana utstakad. Med hjälp av geokemisk analys kan man för det mesta avgöra från vilken vulkan askpartikeln kommer ifrån och i många fall även från vilket utbrott. Jag har sedan dess arbetat med tefrokronologi i sjöar och torvmossar i Skandinavien och i Patagonien, iskärlor från Grönland och Svalbard samt marina borrhärlor från Nordatlanten. Särskilt spännande har det varit att hitta nya tefror i Nordatlanten och på Grönland som kan användas för att jämföra hur de snabba klimatförändringarna som skedde under den senaste istiden, så

kallade Dansgaard-Oeschger-cykler avspeglas i den marina miljön och i inlandsisen på Grönland.

Det är förstås inte alltid jag hittar det jag söker efter. Det kan vara så att nålen i höstacken inte ens funnits där från början eller kanske omvandlats till oigenkännlighet under de årtusenden den väntat på att bli upptäckt. I andra fall har jag inte hittat den tefra jag sökt efter utan istället en annan tidigare okänd tefra, vilket är minst lika spännande! Det är vad britterna skulle kalla en serendipity, *a fortunate discovery of something you were not looking for*, ett viktigt inslag i all forskningsverksamhet!

Ett bra exempel på det är Håsseldalentebran som jag hittade i samarbete med Siwan Davies och Barbara Wohlfarth i två sjöar i Blekinge på jakt efter Veddeaskan och den tyska Laacher See-tefran (Davies m.fl. 2003).

Håsseldalentebran har nu hittats i två andra sjöar i Småland och Halland och kommer från ett okänt utbrott av en isländsk vulkan (ännu oklart vilken) precis vid övergången från yngre dryas till holocen, alltså en perfekt markör för den enorma uppvärmning som skedde under några tiotal år i slutfasen av den senaste istiden. Kan man bara hitta den på några andra

platser runt Nordatlanten skulle lyckan vara gjord, då kan vi ta reda på om just den uppvärmningen skedde samtidigt i hela Nordvästeuropa – för det kan väl inte vara så att all aska hamnade i ett stråk mellan Halland och Blekinge och ingen annanstans?

Vi känner ganska väl till spridningen av aska från ett par tämligen stora utbrott under de senaste 150 åren.

Askja på centrala Island hade ett stort utbrott i mars 1875 och nedfall av aska observerades på ett stort antal platser i Norge och Sverige med början ett till två dygn senare – Stockholm nåddes den 30 mars runt kl. 9 på morgonen. Den mesta askan blåste rakt österut vilket även verkar ha varit fallet vid en del tidigare stora utbrott på Island. Askja-1875 är en utmärkt tidsmarkör i Mellansverige och kan användas för att datera unga torv- eller gytteavsättningar, men även för att validera andra dateringsmetoder för unga avlagringar, exempelvis bly 210-metoden.

Hekla, som är kanske den mest kända vulkanen på Island, ligger bakom några av de största utbrotten och mest spridda tefralagren under holocen. Under den första fasen av det stora utbrottet 1947-1948 skickade Hekla upp tefra i stratosfären som sedan först blåste söderut mot Irland, sedan vände österut över södra

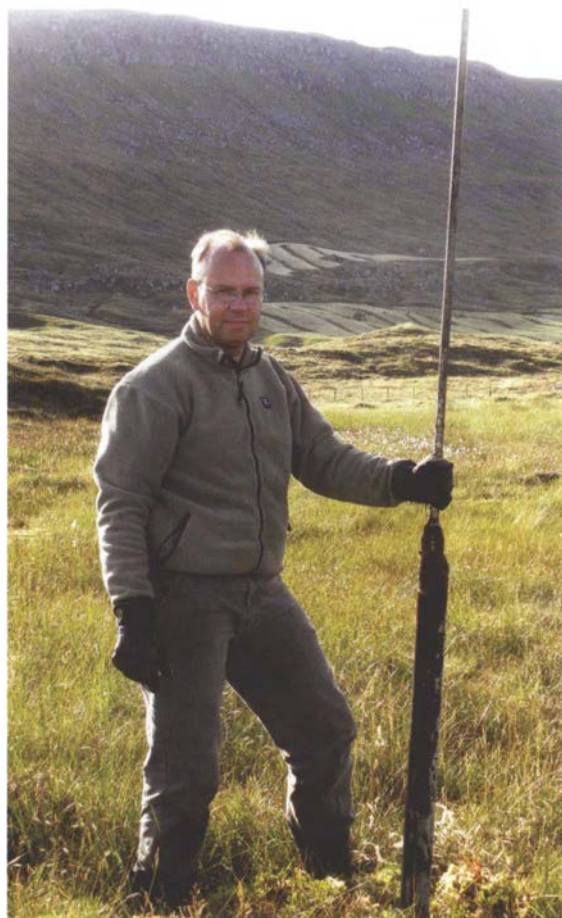
England och hamnade slutligen i södra Finland två dygn senare. Den mesta askan verkar ha hållit sig kvar i luften vid passagen över Sverige men mötte ett nederbördsområde över södra Finland och föll till marken tillsammans med regn och snö.

Dessa två utbrott känner vi ganska väl till, exempelvis vet vi hur och i vilka riktningar som askan spreds, men om andra utbrott vet vi nästan ingenting alls. Till saken hör även att förekomsten kan variera i en och samma lokal (sjö eller torvmosse). Och varför skulle askan egentligen hamna som ett jämntjockt lager över hela torvmossen eller sjöbotten? Mycket kan hända på vägen innan den slutligen bäddas in i sedimenten. Det finns skrämmande exempel från litteraturen där ett centimeter-tjockt tefralager hittas i en borrhäla i en sjö, men inte ett spår av samma tefra finns i kärnor tagna bara några meter därifrån.

Under mina första trevande försök som tefrokronolog hamnade jag på Färöarna mitt i Nordatlanten, ungefär halvvägs mellan Island och Norge. Det var inga problem att hitta tefra på Färöarna, problemet var snarare det motsatta – det fanns en mängd tefralager, många nya, ej tidigare beskrivna i litteraturen. I september i år vände jag åter till de vindpinade men vackra öarna i Nordatlanten i sällskap med en doktorand och en masterstudent, Ewa Lind-Mettävainio och Liselott Wilin för att försöka bringa ordning i tefrokronologin från den tidigaste delen av holocen, mellan cirka 11 000 och 8 000 år sedan.

På Färöarna finns typlokalen för Saksunarvatntefran från ett gigantiskt utbrott för cirka 10 300 år sedan. Detta är kanske det största utbrottet på Island efter den senaste istiden. Nästan överallt där man borrar på Färöarna hittar man ett centimetertjockt svart lager – Saksunarvatn – nära botten av sedimenten. Då vet man redan i fält var man befinner sig i tiden, något av en önskedröm för kvartärgeologen! Den basaltiska Saksunarvatntefran hittar man även som ett svart lager i kärnor från inlandsisen på Grönland, i sjöar i Norge, Skottland och Tyskland, men ännu så länge har den undgått upptäckt i Sverige. Kanske var väderleksförhållandena sådana att den föredrog att dra söderut mot Tyskland?

Stefan Wastegård är professor i kvartärgeologi vid Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet.



*Artikelförfattaren på Färöarna med en sedimentborrkärna.
Foto: Ewa Lind-Mettävainio.*

Kungl. Vetenskapsakademien har gjort ett uttalande om det vetenskapliga kunskapsläget gällande klimatförändringar. Geologiskt forum publicerar här en förkortad version (förkortningarna är i del A). Läs uttalandet i sin helhet på <http://kva.se> under fliken Nyheter.

DEN VETENSKAPLIGA GRUNDEN FÖR KLIMATFÖRÄNDRINGAR.

Uttalande av Kungl. Vetenskapsakademien:



Jordens klimat har förändrats vid upprepade tillfällen under historiens gång. Perioder varmare än idag har växlat med kallare istider. En snabbt växande folkmängd, med ökande anspråk på naturresurser och energi, gör att samhället blir allt mer sårbart för miljöförändringar, både naturliga och sådana orsakade av människan. Mänsklig aktivitet påverkar utan tvivel jordens strålningsbalans. FN:s klimatpanel (The Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) arbetsgrupp 1 (The Physical Science Basis) har gjort en bred och systematisk sammanfattning av den vetenskapliga litteratur som behandlar klimatförändringen. Gruppen har dragit slutsatsen att antropogena utsläpp av växthusgaser har lett till en ökning av temperaturen vid jordens yta. Som klimatpanelen påpekar är det svårt att kvantifiera påverkan på det globala klimatet, och osäkerheterna kring många regionala effekter kvarstår.

Det här utlåtandet rör den vetenskapliga grunden för klimatförändringar. Syftet har inte varit att behandla andra områden utanför de naturvetenskapliga. Men det är tydligt att förändringar i klimatet kräver åtgärder från samhället som innefattar många andra discipliner, bland annat för utveckling och tillämpning av nya teknologier.

A. Vi noterar följande:

1. Temperaturen vid jordytan har aldrig varit konstant utan har genomgått förändringar.
2. Det finns stora variationer i temperaturtrenden mellan olika delar av världen.
3. Rekonstruktioner av klimatets utveckling under den nuvarande interglacialtiden (ungefär de senaste 12000 åren) visar på ett antal klimatvariationer om några grader som sträcker sig över tusentals eller hundratals år (både uppvärmning och nedkylning).
4. Tack vare förekomsten av så kallade växthusgaser i atmosfären vidmakthålls jordens temperatur på en nivå som tillåter liv i sin nuvarande form. Växthusgaserna domineras av vattenånga och koldioxid (CO_2), men omfattar även flera andra bidragande gaser. Halterna av flera växthusgaser påverkas signifikant av mänskliga verksamheter. Förutom CO_2 handlar det om metan (CH_4), dikväveoxid (N_2O) och klorfluorkarboner (CFC:er). Effekten på klimatet av dessa är både direkt och indirekt genom ökningen av atmosfärisk vattenånga, som är kopplad till temperaturen. Atmosfärens koncentration av CO_2 har under de senaste 2000 åren varit runt 280 ppm. Under de senaste 150 åren har CO_2 och CH_4 ökat och det finns starka tecken på att de nu har nått de högsta nivåerna på åtminstone 800 000 år. Den totala ökningen av CO_2 var 23 procent mellan 1958 (då noggranna mätningar började genomföras) och 2009. Halterna gick upp från 315 till 386 ppm. Isotopmätningar visar att, till skillnad från tidigare perioder under jordens historia, CO_2 -ökningen främst har ett samband med antropogena utsläpp. Den största delen av ökningen beror på förbränning av fossila bränslen, men ungefär 20 procent beror på en förändrad användning av landområden, inkluderat avskogning och förbränning av biomassa.
5. Förbränning av fossila bränslen och biomassa har också under det gångna århundradet lett till en ökad koncentration av aerosoler, luftburna partiklar. En del av dessa partiklar (sot), bidrar till uppvärmningen. Andra, till exempel sulfater och organiska partiklar, reflekterar solljus tillbaka till rymden och tenderar att kyla planeten. Den nuvarande uppfattningen är att nettoeffekten av alla partiklar är en nedkylning som uppskattas ha dolt en betydande del av det senaste århundradets förväntade uppvärmning.
6. Smältningen och tillbakagången av glaciärer, minskningen av den arktiska havsisen under sommarperioden, höjningen av havsnivån (2-3 millimeter per år de senaste 20 åren) och uppvärmningen av oceanerna stämmer överens med en global temperaturökning. Men otillräckliga observationer av havsnivån (mätproblem) och Arktis havsis (tillförlitliga data täcker endast de senaste 30 åren) gör det svårt att otvetydigt skilja den antropogena trenden från naturliga variationer.
7. Andra möjliga förändringar relaterade till ett allt varmare klimat, till exempel mer intensiva och frekventa tropiska och extra-tropiska cykloner och en intensivare nederbörd, kan inte urskiljas idag. Den stora ökningen av skador orsakade av kraftiga oväder i olika delar av världen, beror huvudsakligen på att mänskligheten idag utnyttjar mer utsatta platser och inte på ett mer extremt väder.
8. Klimatet genomgår betydande naturliga växlingar under perioder som kan sträcka sig över flera årtionden.
9. Vi har inga tillförlitliga indikationer från satellitmätningar av några långsiktiga variationer i solstrålningen, undantaget solfläckarnas välkända 11-årscykel. Rymdobservationer, tillgängliga för de senaste 30 åren, har pågått för kort tid för att bekräfta tidigare använda indirekta uppskattningar av solstrålningen, baserade på antalet solfläckor och isotopstudier.
10. Frågan om hur klimatsystemet svarar på en yttre påverkan är komplex och kan på ett tillförlitligt sätt bara bestämmas för perioder som är flera decennier långa och för jorden eller halvkloten som helhet. Detta förhållande stöds både av empiriska studier och modellsimuleringar. Trender för kortare perioder är opålitliga och döljs av klimatsystemets kaotiska beteende.
11. Medan effekten av växthusgaser är väletablerad, är förståelsen för effekten av aerosoler (vilka huvudsakligen orsakar en kompenserande nedkylning) mycket mindre. Detta är en av förklaringarna till varför olika modeller ger ett brett spektrum av utfall. Andra orsaker till skillnaderna i modellernas utfall är interna processer i klimatsystemet (molnens roll inkluderad), vilka i princip är oförutsägbara efter en period kortare än ett år. Förhållandet mellan förändringar i växthusgaser och aerosoler och klimatförändringar är

komplex, och det finns ingen enkel direkt (rumslig eller tidsmässig) koppling.

12. Vi vill också uppmärksamma att en ökad halt av koldioxid i atmosfären kan göra att vegetationen växer snabbare. Men den effekten är svår att förutsäga eftersom den kan begränsas av andra miljöfaktorer som tillgången på näring och vatten, och suboptimala temperaturförhållanden. En ökning av koldioxidhalten i atmosfären orsakar också en försurning av haven, vilket kan få mycket allvarliga effekter på marina ekosystem.

B. Vad kan hända i framtiden?

1. Den nuvarande långsamma omställningen till alternativ till förbränningen av fossila bränslen och biomassa sammantaget med det ökande energibehovet i världen gör att halten av CO_2 förväntas fortsätta öka kraftigt under det närmsta århundradet (ökningen har de senaste fem åren varit cirka 10 ppm). Vid mitten av detta århundrade kan en koncentration mellan 450 och 500 ppm förmodligen inte undvikas. På längre sikt kommer fossila bränslen att bli mer svårtillgängliga och som en följd kommer sannolikt framtida ökningen av antropogena utsläpp att minska. Inte desto mindre är effekten av CO_2 -ackumuleringen i atmosfären, kopplad till den långa uppehållstiden i atmosfären ett allvarligt problem. Utan aktiva motåtgärder kan en hög koncentration av CO_2 finnas kvar i tusentals år. Koncentrationsökningen av andra växthusgaser, som CH_4 och N_2O är mer oklar, och inte direkt kopplad till användningen av fossila bränslen.
2. Utsläppen av aerosoler förväntas sakta minska eftersom det problemet är lättare att komma åt rent tekniskt och förmodligen kommer att åtgärdas för att eliminera allvarliga lokala och regionala hälsoproblem, speciellt i Indien och Kina. Eftersom uppehållstiden för aerosoler i atmosfären är kort, kommer deras koncentration och effekt på klimatet att också avta.
3. Baserat på olika utsläppsscenarier har IPCC genomfört modellsimuleringar för att uppskatta effekten av antropogena växthusgaser och aerosoler på klimatet under de kommande 100 åren. Dessa studier tyder på en global uppvärmning under slutet av 2000-talet om 1,5–3,5 °C. En stor del av den här uppvärmningen är knuten till den positiva återkopplingen från vattenånga, som snabbt ökar i takt med en högre temperatur. Även andra förändringar kan följa på den uppvärmning som IPCC förutsäger, till exempel i det hydrologiska kretsloppet, vilka kan förorsaka större problem än själva temperaturförändringarna. Samtidigt som en mindre uppvärmning kan vara acceptabel, åtminstone i vissa regioner, kommer en högre grad av uppvärmning sannolikt orsaka mycket allvarliga problem världen över.
4. En väntad konsekvens av temperaturökningen under 2000-talet är en höjning av havsnivån, orsakad av en värmeexpansion av havsvattnet och den förväntade fortsatta smältningen av landisar. Hastigheten för höjningen av havsnivån kommer troligtvis öka till följd av värmeackumulering i världshaven och den långsamma värmeexpansionen av havsvatten. Det finns också en möjlighet, även om den troligen är liten, att stabiliteten hos vissa landisar kommer att minska vilket kan leda till en snabbare höjning av havsnivåerna.
5. Tyvärr har vi ännu inte tillräcklig kunskap för att med någon större tillförlitlighet bestämma vad som kommer att hända. För tillfället kan vi inte utesluta att det finns andra hittills förbisedda antropogena effekter på klimatsystemet, som antingen ökar eller minskar inflyndet av de stigande koncentrationerna av växthusgaser. En faktor är hur moln formas och skingras. Ökad molnighet på lägre nivåer sänker ytttemperaturen och en minskad molnighet förstärker uppvärmningen. Nuvarande indikationer tyder på att dessa molneffekter sammantaget inte nämnvärt påverkar klimatets utveckling. Andra viktiga aspekter är återkopplande processer som påverkar kolets kretslopp i klimatsystemet och utsläppen av CH_4 till exempel från tundraområden.

C. Allmänna råd

Trots den hittills långsamma och till synes oregelbundna uppvärmningen av klimatet framträder två centrala problem som kan få allvarliga konsekvenser för samhället på en global nivå. För det första förväntas den långa uppehållstiden av CO_2 i atmosfären påverka atmosfärens sammansättning under flera hundra år, förmodligen med oåterkalleliga konsekvenser för jorden under för människan överskådliga tidsrymder. För det andra finns det en möjlighet, om än liten, för extrema och snabba svängningar i klimatsystemet, vilket kan resultera i en snabb höjning av havsnivån eller långvariga perioder av torka i utbredda områden som är viktiga för matproduktion. Omfattande åtgärder mot klimatförändringarna måste därför innehålla både ett vetenskapligt förhållningssätt, med huvudmålet att åstadkomma en bättre kvantifiering av allvarliga och oacceptabla risker, och ett samhälleligt förhållningssätt med målet att, baserat på det rådande kunskapsläget, begränsa riskerna. De rådgivande punkterna nedan avser framförallt den första av dessa aspekter.

1. Stöd förbättringar och långsiktiga åtaganden i det globala observationssystemet (inräknat satelliter), för att öka tillförlitligheten i klimatövervakningen, och i väder- och klimatprognoser. Stöd också förbättringar av modeller och databehandlingssystem.
2. Stöd grundforskning som syftar till att öka förståelsen för klimatsystemet och dess förutsägbarhet på olika tidsskalor. Gynna tvärvetenskaplig forskning för att öka den allmänna förståelsen för jorden som ett integrerat system. Detta inbegriper studier av ett brett spektrum av mekanismer som påverkar klimatet, både interna (till exempel aerosoler) och externa (till exempel solpåverkan och kosmisk strålning) och återkopplingsprocesser som är förknippade med dessa.
3. Analysera i detalj klimatets tidigare utveckling (historiskt, arkeologiskt och geologiskt) för att mer precist definiera karaktären, rumsligt och tidsmässigt, av tidigare klimatförändringar och deras miljökonsekvenser. Det kommer att förbättra klimatmodeller och tillhandahålla en stabilare grund för att pröva den möjliga effekten av klimatförändringar under det kommande århundradet.
4. Bidra till energihushållning och till utveckling av effektiva energisystem som inte leder till utsläpp av växthusgaser.
5. För att motverka de negativa effekter som ökande atmosfäriska halter av CO_2 och andra växthusgaser långsiktigt kan få på klimatet och på havskemin (till exempel försurning) bör utveckling av ny teknik prioriteras. Den ska innefatta metoder som minskar utsläppen av CO_2 och andra klimatpåverkande komponenter (inklusive CH_4 , N_2O , troposfärisk ozon och luftburna sotpartiklar) och även fokusera på lagring av CO_2 i såväl biosfären som geosfären.

Geologiskt forums stödprenumeranter 2009



MMT AB
Marin Mätteknik AB

Marin Mätteknik AB utför kartläggning med hög detaljrikedom i hav och sjömiljö. Vi erbjuder ett brett utbud av geologiska, geofysiska och batymetriska tjänster. Mer att läsa på: www.mmtab.se

GEOSIGMA

MARK BERG VATTEN

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



Föreningen för Geologins Dag.
www.geologinsdag.nu

URS

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



GeoPro

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

NEW BOLIDEN

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



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.
Webbplats: www.skb.se

KALENDARIUM

NOTERAT

7 februari 2010 Stockholms Amatörgeologiska Sällskap SAGS anordnar årligen en mineral- och smyckestensmessa första söndagen i februari. Fritt inträde.

Nästa mässa blir den 7 februari på Geovetenskapens hus i Frescati, Stockholm. Övrig info finns på vår hemsida www.sags.nu

23 april Välkommen till Geologiska Föreningens halvdagskonferens om populärvetenskap. Läs mer på baksidan av denna tidning (medlemmar och prenumeranter finner också en bilaga i decembernumret av Geologiskt forum).

24 april Sten i stan. Geologisk stadsvandring i Stockholms stad i samband med Geologiska Föreningens årsmöte och konferens, se ovan – 23 april.

Geologi på facebook

Har du sagt hej till Facebook ännu? Mer än 359 miljoner andra människor runt jorden har i alla fall gjort det! Förutom privata engagemang finns möjlighet för användaren att vara med i ett stort antal offentliga grupper. Här tipsar Geologiskt forum om tre grupper med geologianknytning, men det finns massor med flera grupper där ute... det är bara att sätta igång och söka och "adda" dem... :-)

• Geology heter en grupp med mer än 14 000 medlemmar för alla engelskspråkiga geologivänner,

jorden runt.

• Geodata.se är gruppen för alla svenskar som vill följa med vad som händer inom Geodataområdet. Sverige bygger en infrastruktur för geodata, vilket innebär samverkande system, regelverk och tjänster för att söka, hitta och använda geodata från olika källor.

• Norges geologiske undersökning, NGU, har en aktiv grupp med hundratalet medlemmar. Här publiceras regelbundet nyheter från myndigheten och den geologiintresserade hittar läsning om norsk och skandinavisk geologi.

Skred, ras och erosion

Sveriges geotekniska institut, SGI, har fått ett utökat uppdrag. Från och med 2010 ska SGI ge myndighetsstöd till länsstyrelser och kommuner gällande geotekniska säkerhetsfrågor. Stödet omfattar geotekniska riskfaktorer och säkerhetsfrågor i översikts- och detaljplaner. Skred, ras, slamströmmar och erosion samt översvämningar (men inte markmiljötekniska frågor) ingår. Bakgrunden till uppdraget är att regeringen

vill begränsa skadeverkningar och möta de nya hot som ett förändrat klimat innebär för samhället. Syftet är att arbeta förebyggande med att identifiera risker, skydda utsatta områden samt höja kvaliteten i planeringen med hänsyn till den nya situationen.

Mer information hos SGI,
carina.hulten@swedgeo.se
tel 031-778 65 76

Förorenad mark hos SGI

Ansvar för forskning, teknikutveckling och kunskapsutveckling för sanering och återställning av förorenade områden. Med anledning av att SGI får ett utpekad ansvar inom förorenad mark från och med år 2010, kommer myndigheten att upprätta en strategisk plan för sin

forskning inom efterbehandlingsområdet. Ett nytt forskningsfält kommer också att inrättas på SGI gällande förorenade områden.

Mer information hos SGI,
mikael.stark@swedgeo.se
tel 013-20 18 09

 *Homo neanderthalensis*, neandertalaren, var en art som inte klarade av att anpassa sig till de snabba klimatändringarna i Europa för mellan 25 000 och 30 000 år sedan och därför dog arten ut. Detta skriver forskare i augustinumret av Scientific American. Till skillnad från *Homo sapiens sapiens*, människan, finns det till exempel inget som tyder på att neandertalarna använde nål och tråd. Detta gjorde människan, hon sydde tält och kläder.

 Lästips 1 (för den vetenskapligt intresserade) med perioden jura i centrum: Från Tunisien och Nya Zeeland till Bornholm och Skåne. GFF:s sommarnummer var ett temaNnummer som belyste klimat och biodiversitet. Dessutom var detta den första utgåvan av GFF – Geologiska Föreningens vetenskapliga magasin – i det vetenskapliga förlaget Taylor & Francis regi.

 Lästips 2: Larvikitt är bergarten som norrmännen redan på 1700-talet lade märke till genom att den tydligt skiljer sig från vanlig "gråsten". Sedan förra året är larvikitt utnämnd till Norges nationalsten och självklart spelar bergarten huvudrollen i boken *Larvikitt – unik, vakker och exklusiv* som kom ut på norska i somras. Larvikitten bildades för cirka 300 miljoner år sedan.

 I Danmark har folket röstat fram vilka områden som de anser böra vara med i en dansk "naturkanon". Nu är 24 platser utvalda som representativa platser för olika typiska danska naturmiljöer. Geologin har en framträdande roll i platsvalen. Mer än 1 400 olika platser deltog i urvalet. Läs mer på www.naturkanon.dk

Mineralog, pedagog, chef

Bengt Lindqvist (1927–2009) kom

från Jönköping och tog studentexamen i Uppsala år 1946. Han studerade vidare vid Geologiska institutionen, Uppsala universitet, där han så småningom blev lärare, handledare och forskare. På 1950-talet var han sommartid även karterande geolog för SGU. Han fick år 1978 tjänsten som förste intendent vid Sektionen för mineralogi på Naturhistoriska riksmuseet, där han också fungerade som prefekt för den geologiska ämnesgruppen under flera år.

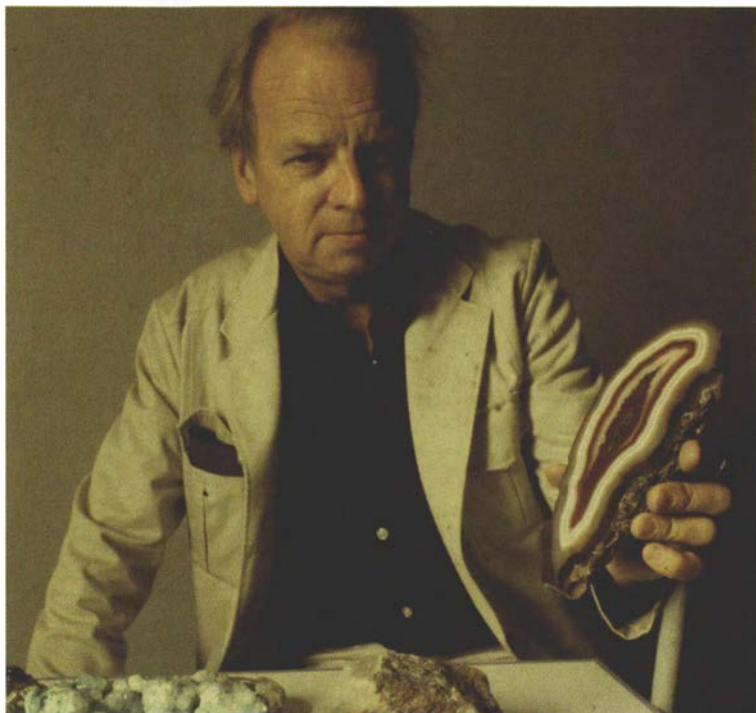
Tidigt i karriären, under professor Erik Norins ledning, blev Bengt Lindqvist involverad i sedimentologiska undersökningar av prover från Sven Hedins svensk-kinesiska expedition till Centralasien. Här fick han sina särskilda insikter i metoderna för bestämning av lermineral. Hans vetenskapliga huvudintresse kom med tiden att omfatta silikatmineralens kristallkemi i allmänhet.

Doktorsavhandlingen från 1966

om fyllosilikatminerals stabilitet med varierande inblandning av övergångsmetaller, framför allt järn och mangan, var av hög vetenskaplig kvalitet (han erhöll docentbetyg), men den blev tyvärr inte internationellt så väl spridd. Ett erkännande fick dock Lindqvist då två ledande amerikanska forskare, David Wones och Robert Hazen, tillkännagav att en del av deras egna försök i början 1970-talet enbart bekräftat hans resultat.

Bengt Lindqvist ledde uppbyggnaden av Geologiska institutionens nya laboratorier på Norbyvägen och organiserade de geologiska samlingarna. Parallellt med detta undervisade han. Lindqvist var en erkant god pedagog och uppskattad föreläsare, och blev även anlitad för kurser på andra lärosäten.

Vid Naturhistoriska riksmuseet fram till pensionen 1993 inriktade Bengt Lindqvist sin forskning främst på Långban i Värmland och dess



Som funktionär i Geologiska Föreningen var Bengt Lindqvist redaktör för GFF (1982). Han var expert och skribent i Nationalencyklopedin. Han hade också tunga internationella uppdrag, bland annat i International Mineralogical Associations (IMA) kommitté för nya mineral och mineralnamn och som medarbetare i Mineralogical Abstracts.

mindre satellitfyndigheter. Som generationer av svenska mineraloger dessförinnan fascinerades även Lindqvist av gruvornas överflödande och unika mineralogi, väl representerad i museets samlingar, men förutom det rent deskriptiva arbetet ville han driva verksamheten ett steg vidare. Han ansåg nämligen att värdefull petrologisk och malmgenetisk information även kan inhämtas från "exotiska" mineralkombinationer, som de flesta geologer inte visar något intresse för. I detta syfte utvecklade Lindqvist, med förhållandevis små ekonomiska resurser till förfogande, en modern mineralogisk syntes- och analyslaboratoriemiljö.

För dem som arbetat nära Bengt Lindqvist under längre tid är minnena av långa samtal kring

hans normalt röriga skrivbord, insvept i röken från en pipa eller mentolcigaretter av märket Salem (det var ju före förbudstiden...), omöjliga att glömma och undantagslöst positiva. Lindqvist hade ett prestigelöst förhållningssätt och hetsade inte upp sig i onödan. Han hade en ovanligt god språkkänsla och delade, om man bad honom om hjälp, osjälviskt med sig av, förutom synpunkter på det rent vetenskapliga, alltid konstruktiva förslag på hur en text kunde förbättras. Bengt Lindqvist var mycket uppskattad som chef under de perioder han hade en personalvårdande funktion, och var en verklig glädjespridare i sociala och mer uppsluppna sammanhang.

/ Dan Holtstam, före detta kollega till Bengt Lindqvist.

Låt klimatet ta "time-out"

FN:s klimatpanel (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) uttalade 2007 att det är upp till 90 procent säkert att den CO₂ som uppstår när man använder fossila bränslen ligger bakom uppvärmningen av planeten under de senaste 30 åren. Detta uttalande av IPCC var och är politiskt; det hade inget med vetenskap att göra. Följer man IPCC:s utveckling ända från dess början under 1980-talet framstår det klart att organisationen, under FN:s huvudmannaskap, har bestått av en allians mellan vetenskap och politik, där politiken dominerat.

Mätningar av temperaturen vid jordytan och av CO₂ i atmosfären, från mitten av 1970-talet till cirka år 2000, visar att båda har ökat. Vad som är orsak och vad som är verkan är en öppen fråga. Under alla förhållanden kan de temperaturändringar som pågår idag ändå förstås i ett längre historiskt perspektiv. Att fokusera enbart på de senaste trettio åren säger oss ingenting, det ger oss en hypotes, men inget annat.

Figuren nedan visar den generellt accepterade temperaturen på jordytan sedan den så kallade Lilla istiden. Under denna period, det vill säga de senaste 160 åren, har temperaturen stigit med 0,6-0,8 grader. Det mesta av stigningen skedde under två perioder med snabb uppvärmningen, den första mellan 1910-1940 och den andra mellan 1970-2000, däremellan var det 30 år med svag nedkylning. Om vi ritar in CO₂-kurvan tillsammans med temperaturkurvan, ser man genast att det inte finns något enkelt samband mellan kurvorna. Från 1850 och hundra år framåt gick CO₂-halten upp med ungefär 20 ppm* (från 290 till

310 ppm) och från 1950 till år 2000 ungefär 75 ppm. Under de första hundra åren ökade CO₂-halten med ungefär 0,2 ppm/år och under de följande 50 åren steg halten till 2 ppm/år.

Efter den senaste istidens maximum, för ungefär 22 000 år sedan, ökade temperaturen snabbt med cirka tio grader och övergången till vår nuvarande mellanglaciära epok holocen var snabb. Temperaturen nådde sin höjdpunkt under den holocena värmeperioden, för cirka 6 000-8 000 år sedan, då det var ungefär två grader varmare än det är idag. (Värmen under holocena värmeperioden gjorde att isen i Arktis smälte och främjade utvecklingen av tidigare civilisationer samt ledde till att Sahara grönskade.) Därefter sjönk temperaturen fram till den Lilla istiden för att sedan öka något igen – tur för oss! Fallet i temperaturen mellan holocena värmeperioden och Lilla istiden var två till tre grader. Denna nedgående trend var inte konstant, utan karaktäriserades av varmare perioder (till exempel under romarriket och medeltiden) som skiljdes åt av kallare perioder. Enligt IPCC var halten CO₂ i atmosfären mer eller mindre konstant (ca 280 ppm) under hela denna period trots relativt stora temperaturväxlingar.

Om vi går ännu längre tillbaka, före den senaste istiden, under kvar-tärtidens 2,5 miljoner år av istider och mellanistider, har CO₂-halten^b varierat ganska lite. CO₂-kurvan följer temperaturen upp och ner med en fördröjning på några hundra år. Sett ur ett ännu längre perspektiv av jordens historia, har kvartärperioden

varit en av de kallaste under de senaste 500 miljoner åren och med tio till 20 gånger lägre CO₂-halt än tidigare. Ur detta geologiska perspektiv blir därför IPCC:s tilltro till den mänskliga uppvärmningseffekten, och dennes negativa inflytande på världssamfundet, politik snarare än vetenskap.

Under de senaste tio åren har temperaturökningen på jorden, trots ökande CO₂-halter, planat ut och under senare år börjat gå ner, på samma sätt som under 1940-talet. De är möjligt att temperaturen kommer att fortsätta att sjunka under de kommande 20 till 30 åren, som den gjorde åren 1945-1975. Kanske är det så att CO₂-inflytande över temperaturen har överskattats och att påverkan på temperaturen av variationer i solens aktiviteter, molnbildningar, albedo, med mera underskattats. Det tycks vara så att CO₂-baserade klimat modeller har svårt att simulera den pågående klimatändringen.

Dokumentationen rörande klimatändringar från både före och efter 1970 ger ingen orsak att känna oro eller att ta till drastiska, politiska åtgärder. Vi behöver använda våra fossila bränslen mer effektivt, men vi behöver inte frukta dem, demonisera dem eller överge dem. Naturligtvis behöver vi utveckla metoder för att kunna minska CO₂-halten i atmosfären om så skulle visa sig vara nödvändigt i framtiden. Låt klimatdiskussionen därför återgå till den vetenskapliga sfären och låt domedagsprofeterna ta "time-out"!

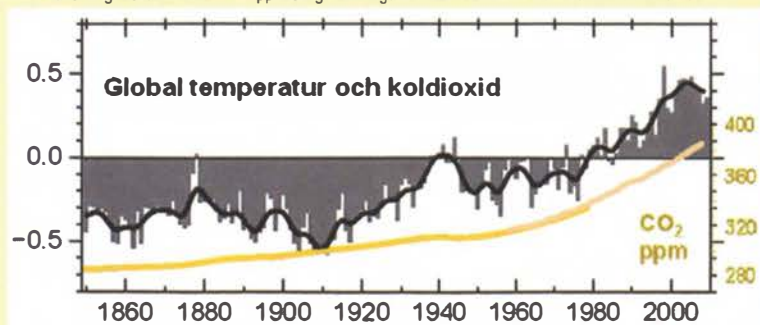


/ David G. Gee, professor emeritus, geologi, Uppsala universitet
david.gee@geo.uu.se

P.S. För mer information, se Kungl. Vetenskapsakademiens uttalande apropå klimatförändringar, på sidan 26 och 27 i denna tidning, samt i sin helhet på <http://kva.se> D.S.

*ppm= parts per million

^bHalten låg mellan 180 och 400 ppm enligt mätningar från borrhälor från Grönlands och Antarktis



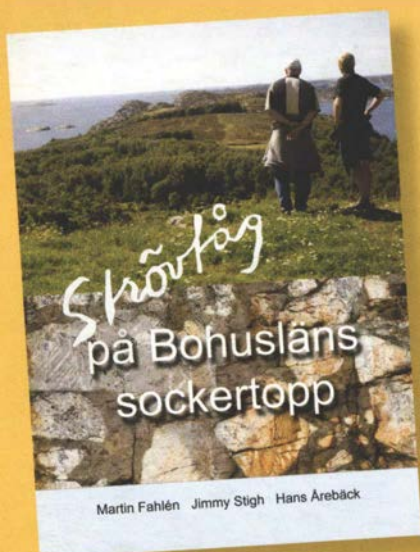
Temperaturanomalier (°C) vid jordytan (HadCRUT3) och koldioxidvariationer (Mauna Loa lab. och iskärnor).

POSTTIDNING

Geologiska Föreningen c/o
Institutionen för geologi och geokemi
Stockholms universitet
106 91 Stockholm

GEONYTT

På denna sida upplåter Geologiskt forum kostnadsfritt plats för information som är relevant för föreningens medlemmar eller en geointresserad allmänhet. Har du något du vill tipsa om – hör av dig till redaktionen senast 20 februari. Nästa nummer av tidningen kommer ut i mars 2010. Kontakta redaktör Anna Kim-Andersson, tel 036-440 01 20, anna@qi-media.se



STRÖVTÅG PÅ BOHUSLÄNS SOCKERTOPP FINNS ÅTER TILL FÖRSÄLJNING

Detta är en bok om naturreservatet Älgön-Brattön i Bohuslän och samtidigt en berättelse om vår jord (boken har precis tryckts i en andra upplaga). Öarna uppstod genom en magmatisk intrusion precis som sockertoppen i Rio de Janeiro. Boken handlar om sambandet mellan berg, växtlighet och människans villkor. Här blandas vetenskap och konst. Se även recensionen av Olle Selinus i Geologiskt forum nr 57, mars 2008.

Läs mer på www.projantest.se/martin

Boken finns att köpa till exempel via internetbokhandeln Adlibris.

BLI STÖDPRENUMERANT

Geologiska Föreningen erbjuder företag och organisationer en möjlighet att vara med och stötta utgivningen av Geologiskt forum. Stödprenumeranter får exponering i tidskriften samt syns på föreningens hemsida. I prenumerationen ingår tre exemplar av tidningen varje nummer. Priset är 3 500 kronor per år. Är ditt företag intresserat?

Kontakta: Anna Kim-Andersson, tel 0708-205010, e-post anna@qi-media.se eller info@geologiskaforeningen.nu

En vårkonferens med populärvetenskapen i fokus

Hur kan geologisk kunskap spridas och hur kan vi se till att ämnet geovetenskap lärs ut till fler?

Detta blir temat för Geologiska Föreningens halvdagskonferens våren 2010.

Kom och lyssna på spännande populärvetenskapliga föredrag!

Fredagen den 23 april, kl 13.00–17.00

Plats: de Geersalen, Hus V, Geovetenskapens hus, Stockholms universitet

I anslutning till konferensen håller Geologiska Föreningen sitt årsmöte.

Lördagen den 24 april anordnas en geologisk stadsvandring i Stockholms stad. Avslutning med lunch på Djurgården.

Separat anmälan till konferens, middag och stadsvandring senast 8 april till gff@geo.su.se eller Joakim Mansfeld, tel 08-674 7727

