

GEOLOGISKT FORUM

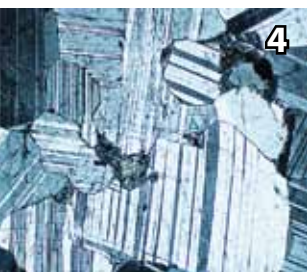
NR 65 MARS 2010
ÅRGÅNG 17



Idas pappa

Vågornas mästare

Jätteinsekternas tid



INNEHÅLL nr 65 mars 2010

NYHETER OCH REDAKTIONELLT

Välkommen på konferens! Inbjudan.	3
Att utforska mineralens hemligheter.	4-5
Därför dog dinosaurierna. <i>Vivi Vajda</i> .	6-7
IGCP är en internationell kvalitetsstämpel.	8
Energilager i Brunkebergsåsen.	13
In memoriam: Maurits Lindström. <i>Jan Bergström, Jan Lundqvist</i> .	26-27
Stödprenumeranter.	28
Kalendarium & Noterat.	29
Recension: Stenen från Larvik som blev nationalbergart.	30
Sista ordet: Skilj på klimatforskning och klimattyckande.	31
Geonytt /Annonser.	32

ARTIKLAR & REPORTAGE

Berättelsen om Idas pappa. <i>Anna Kim-Andersson</i> .	9-12
Snygga geologiska kartor snabbt. <i>Erika Ingvald</i> .	14-15
Vågornas mästare. Årets Crafoordpristagare.	16-21
Arbeten som inspirerat många forskare. <i>Anders Stigebrandt</i> .	22
Karbon – de stora insekternas tid. <i>Maria Åkesson</i> .	23-25

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
Geologiskt forum, c/o Qi-Media AB
Stjärnvägen 9, 553 12 Jönköping
tel. 036-4400120, 0708-205010; www.geologiskaforeningen.nu

Omslagsbild: Jørn Hurum. Se artikel sid 9-12.
Redigering och grafisk form: DeskToppen i Taberg
Upplaga: 1 500 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 helårsprenumera-
tion 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 juni.



Välkommen på konferens!

Geologiska Föreningen har äran att inbjuda till en halvdagskonferens om Geologi i skolan och geologi som populärvetenskap, fredagen den 23 april kl 13-17, Stockholms universitet.

PROGRAM Fredagen den 23 april kl 13-17

13.00-13.40 DET GÅR! GEOLOGI I SKOLAN NORGE

Merethe Frøyland, førsteamanuensis vid Naturfagsenteret (the Norwegian Center for Science Education), Oslo universitet. För två år sedan infördes geologi som eget ämne i norska gymnasiet. Merethe Frøyland är malmgeolog, forskare, museiedidaktiker och ansvarig för utvecklingen av geofaget i gymnasieskolan. Hon driver också ett forskningsprojekt om geologisk undervisning i fält. Under seminariet berättar hon mer om utmaningen att sprida intresset för geologi och att modernisera och utveckla geoundervisningen.

13.40-14.00 VETENSKAPLIG PUBLICERING

ElisaBeth Alexis, från förlaget Taylor & Francis, berättar om utvecklingen av Geologiska Föreningens internationella vetenskapliga tidskrift GFF.

14.00-14.30 Kaffe

14.30-15.15 FRÅN FISKÖDLOR TILL PRIMATFOSSIL

Jørn Hurum, paleontolog och førsteamanuensis vid Geologisk museum, Oslo universitet. Han berättar om hur man får media intresserade av fossil. Presskonferensen om det 47 miljoner år gamla fossila primatfyndet Ida hölls förra året, i New York. Redan efter ett dygn fanns det mer än en miljon träffar på Ida via sökmotorn Google. Jørn Hurum har mycket spännande att berätta om sina erfarenheter av att popularisera forskningen.

15.15-15.45 FORSKNING & MEDIA. KULTURKROCK ELLER... ?

Vivi Vajda, medievian paleontolog från Lunds universitet, berättar om sina erfarenheter från forskning rörande dinosauriernas utdöende i samband med asteroidnedslaget vid krita/tertiär. Finns det en kulturkrock mellan forskarvärldens och medias förväntningar? Hur behåller man sin integritet när internationella filmteam och media vill skapa dramaturgi?

15.45-16.00 Gemensam diskussion och avslutning.

16-16.30 Kaffe

16.30-17.00 Prisutdelning och föredrag av årets Hiernepristagare. Hiernepriset delas ut för betydande populärvetenskaplig insats inom geovetenskapens område.

17.00 Årsmöte och middag.

Delta också i en geologisk stadsvandring i Stockholm den 24 april. Separat anmälan till konferens, middag och stadsvandring, senast 8 april.

För anmälan och mer information

kontakta tf. ordförande Vivi Vajda, vivi.vajda@geol.lu.se eller Geologiska Föreningen på info@geologiskaforeningen.se

Vässa vetenskapen

Konsten att kommunicera är just precis vad det låter. En konst. Inom akademien har man länge talat om "den tredje uppgiften" som är uppdraget att nå ut till allmänheten, att kommunicera sina forskningsprojekt och resultat. Men exempelvis Chalmers menar att forskningskommunikation numera är en självklarhet. En grundbult som alltid ska finnas med som en komponent i allt arbete. Istället fokuserar lärosätet på begreppet innovation som sin tredje uppgift.

En person som kan konsten att nå ut är normannen Jørn Hurum. Kanske är han också en innovatör! Ni kan läsa mer om honom i detta nummer av Geologiskt forum. Ni har även möjlighet att komma och lyssna på honom på Geologiska Föreningens halvdagskonferens i april. Han är paleontolog och har en enastående förmåga att skapa berättelser utifrån det han möter i sin vardag som forskare. Hurum har verkligen lyckats med att väcka intresse, inte bara i Norge, utan över hela världen. Kontroversiell säger många. Förvisso duktig på att nå ut, men inte så seriös forskare säger andra. Hursomhelst blir de flesta frånseglade av honom när det gäller förmågan att kunna levandegöra geologin.

Jag har träffat Jørn Hurum ett par gånger vid det här laget. Hört honom berätta. Sett hans uppblåsbara jättesködla som självaste kung Harald av Norge fick äran att "inflatera" på invigningen av 33:e Internationella Geologkonferensen som gick av stapeln i Oslo år 2008. Och faktum är att jag tycker att det svänger om Hurum. Geologi blir kul, i hans tappning. Geologi blir rock'n roll. Man lyssnar med stora öron. Tittar. Tänker. Vuxna gör det. Barn likaså. Kan man begära mer av en forskare? Tredje uppgift, innovation, eller inte.

/ Anna Kim-Andersson,
populärvetenskaplig
redaktör



Att utforska miner

En vanlig sten kan vara mer än en sten. I alla fall för den som tar sig tid att utforska den. Några som verkligen studerar stenars innehåll är Anna Neubeck, doktorand på institutionen för geologi och geokemi, Stockholms universitet, och Magnus Ivarsson, forskare på avdelningen för paleozoologi, Naturhistoriska riksmuseet.

Anna Neubeck berättar:

– Jag gör experiment med ultramafiska mineral och försöker se hur bakterier och mikroorganismer påverkar. Min forskning utvärderar om organismerna överhuvudtaget kunde leva på den kemiska energi som fanns i äldre berggrund.

Magnus Ivarssons forskning är närliggande:

– Framförallt fokuserar jag på fossila mikrober i hydrotermala system (heta källor). I sådana här studier kan man lära sig mycket om det tidiga livet på jorden. De äldsta spåren av liv på jorden har återfunnits i bergarter som representerar hydrotermala miljöer, på dåvarande oceanbotten.

Anna Neubeck och Magnus Ivarsson träffades under doktorandtiden och drog igång flera forskningsprojekt tillsammans.

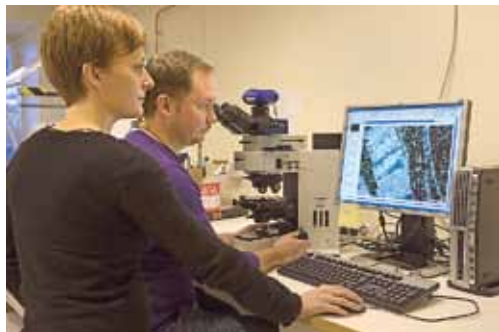
– Just nu arbetar vi i ett projekt som rör berggrunden i Lockne, där letar vi efter spår av liv och organiskt material och mineralreaktioner, exempelvis med olivin, berättar de.

Nu är de båda aktuella med en fotoutställning på Naturhistoriska riksmuseet.

– I utställning har vi inte motiv efter vad som är intressant rent forskningsmässigt. Det betyder inte att vi bara tar bilder på måfå för att de är fina – utan tanken är att väcka intresse för geologi och geovetenskap i allmänhet. En till synes grå och vanlig sten kan visa sig innehålla hänförande mönster och färger när man tittar på den i mikroskop. Detta vill vi visa fram, säger Magnus Ivarsson och fortsätter:

– Just geologi är ett ämne som hamnat i skymundan i Sverige jämfört med många andra länder. Det finns till exempel inte med som ämne i grundskolan. Detta är ganska paradoxalt eftersom Sverige en gång i tiden var en av världens största malmproducenter och mycket av Sveriges välstånd och ekonomi har byggts upp av just malminäringen. Malmproduktionen spelar än i dag en stor roll för Sveriges industri så vi tycker det är relevant att föra fram geologin och kanske visa upp en lite mer tilltalande och spektakulär sida än vad många är vana vid.

/ Anna Kim-Andersson

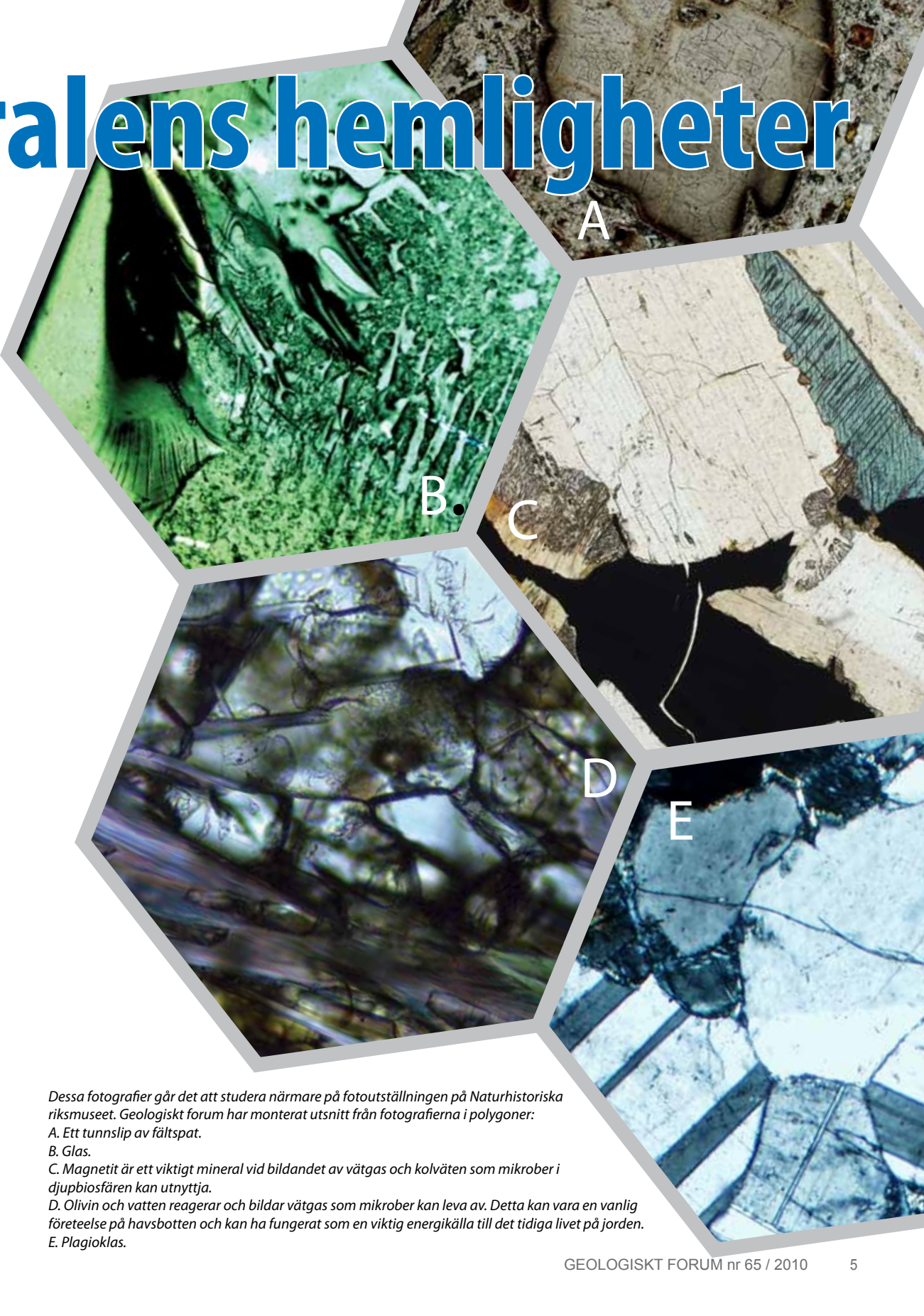


Utställningen av Anna Neubeck och Magnus Ivarsson pågår fram till den 23 maj på Naturhistoriska riksmuseet.

– När vi tagit våra bilder har vi använt oss av tunnslip av bergarter som vi studerat under mikroskop. Tunnslipen är mellan 30 och 200 µm tjocka. För att få fram önskade färg- och mönstereffekter experimenterade vi med olika tjocklek på slipen, olika typer av mineral samt belyste tunnslipen med olika typer av ljus i mikroskopet och roterade mineralen för att åstadkomma olika brytningseffekter, berättar Anna Neubeck.

FOTO: STAFFAN WAERNDT/NATURHISTORISKA MUSEET.

alens hemligheter



Dessa fotografier går det att studera närmare på fotoutställningen på Naturhistoriska riksmuseet. Geologiskt forum har monterat utsnitt från fotografierna i polygoner:

A. Ett tunnslip av fältspat.

B. Glas.

C. Magnetit är ett viktigt mineral vid bildandet av vätgas och kolväten som mikrober i djupbiosfären kan utnyttja.

D. Olivin och vatten reagerar och bildar vätgas som mikrober kan leva av. Detta kan vara en vanlig förekomst på havsbotten och kan ha fungerat som en viktig energikälla till det tidiga livet på jorden.

E. Plagioklas.

Rättelse

I samband med en förkortning av texten insmög sig ett faktafel på första sidan av **Vätternuppsatsen** i förra numret. Den extension som hör ihop med Visingsösedimentens bildning är väsentligen prekambrisk, som för övrigt framgår senare i texten. Den har inget att göra med Atlantutvidgningen (som är mycket yngre) som påstås. Denna senare kan i stället kopplas till de extensionsstrukturer som kan studeras på kontinentalsockeln oljefält i till exempel Nordsjön.

Red.

Vindlov.se

Ett litet vindkraftverk på gården eller en stor vindkraftpark till havs. I Sverige byggs det vindkraftverk som aldrig tidigare. **Vindlov.se** är en webbplats om tillståndsfrågor för vindkraftverk som tagits fram i samarbete mellan fler än 15 myndigheter och organisationer i Sverige.

På sajten tar man ett helhetsgrepp på tillståndsprocessen för vindkraftverk och de myndigheter som är involverade i tillståndsprocessen för vindkraftverk bidrar med information. Sveriges geologiska undersökning är en av dessa myndigheter. Målgruppen för **vindlov.se** är företag, myndigheter, organisationer och privatpersoner som behöver information om tillståndsprocessen för vindkraftverk. Här kan man få information – samlad på ett och samma ställe.



FOTO: ULRICA LAGERWALL

Därför dog din

Dinosauriernas utdöende har länge debatterats. Nu har ett fyrtiotal forskare från hela världen gått samman och lagt alla pusselbitarna på plats. De presenterar sin syntes i senaste numret av tidskriften Science. Bland artikelförfattarna finns Lundaforskaren Vivi Vajda.

– **Vi har lagt ihop** alla pusselbitarna till ett enda stort pussel och klistrat samman det till en komplett bild, berättar Vivi Vajda, paleontolog vid Lunds universitet.

Hon och de övriga forskarna i Scienceartikeln är eniga om att den främsta orsaken till dinosauriernas massutdöende är ett kraftigt meteoritnedslag utanför Yucatanhalvön i Mexiko för 65,5 miljoner år sedan.

I kollisionen slogs den över tio kilometer breda himlakroppen sönder och bildade en två kilometer djup och 200 kilometer vid krater. Detta ledde till att ofantliga mängder stoft virvlade upp i atmosfären. Katastrofen var ett faktum. Stoftet hindrade solljus från att nå marken, vilket resulterade i global temperatursänkning och kollapsande ekosystem. De organismer som var beroende av solljus dog, eftersom de inte längre kunde växa med hjälp av fotosyntesen. Nedslaget orsakade även enorma jordbävningar och tsunamier som genast fick förödande effekter för livet på jorden.

Vivi Vajda studerar i sin egen forskning hur växtligheten förändrades i området kring Nya Zeeland för 65,5 miljoner år sedan. Hon använ-

der växtfossil, mest pollen, för att studera den dåvarande floran. Hon har upptäckt att artrikedomen bland växterna gick ner drastiskt efter meteoritnedslaget, för att sen gå upp igen. Vivi Vajdas kollega Pi Willumsen, som forskar på plankton, har upptäckt samma fenomen i havet.

– Båda miljöerna ger resultat som visar att fotosyntesen inte kunde fungera, vilket innebär att det inte längre fanns någon mat för de djur som befann sig högre upp i näringskedjan, förklarar Vivi Vajda.

De flesta dinosaurier var stora och krävde mycket energi, därför var det de som dog först. Frön, däremot, kan klara sig länge i jorden och därför blev det inte samma massutdöende hos växtligheten. Anledningen till att artrikedomen först gick ner vid meteoritnedslaget, för att sen gå upp igen, är att när så många arter slogs ut skapades ni-



osaurierna



schers som nya arter kunde etablera sig i. Däggdjur och fåglar tog över reptilernas nischer medan många av de utdöda växterna kunde återerövra sina gamla nischer.

Iridium är en viktig pusselbit i forskarnas detektivarbete. Denna metall är sällsynt på jorden, men vanlig i meteoriter, och har påträffats i det lerlager som bildades av det stoft som spreds i atmosfären för 65,5 miljoner år sedan. Forskarna har visat att lerlagret innehållande iridium blir tjockare ju närmare Yucatanhalvön man kommer. Iridium släpps också ut i samband med kraftiga vulkanutbrott. Författarna till Scienceartikeln är dock överens om att den funna mängden iridium inte kunnat åstadkommas endast av vulkanisk aktivitet.

/Vivi Vajda, institutionen för geo- och ekosystemvetenskaper, Lunds universitet.



Stora bilden: Stoft i atmosfären förmörkade himlen under lång tid, på global nivå. Jordens medeltemperatur sänktes och ekosystem kollapsade. Inte heller svanhalsödlorna (bilden) klarade av att anpassa sig utan dog ut. Illustrerad av Niklas Möller.

Lilla bilden: Meteoriten som slog ner för 65,5 miljoner år sedan var riktigt rejäl (en mil bred) och lämnade ett riktigt avtryck. Kratern som bildades i jordskorpan vid nedslaget är två kilometer djup och 20 mil bred. På bilden illustreras en tänkt krater av motsvarande storlek – i våra trakter.

IGCP är en internationell kvalitetsstämpel

International Geoscience Program, IGCP, är ett internationellt program för geovetenskap inom ramen för FN-organet UNESCO. Organisationen leds sedan förra året från Sverige.

– **Vi stöttar internationella** geoprojekt inom fem temaområden. Nu är det dags för nya ansökningar att skickas in, berättar Vivi Vajda, paleontolog från Lunds universitet, som är ordförande för IGCP sedan förra året.

IGCP hade årsmöte i Paris den 17-19 februari och Vivi Vajda tillägger att det var ett lyckat möte med delegater från alla världsdelar närvarande.

– Resultatet av granskningsom-

gången av nya projektansökningar samt årsrapporterna av pågående projekt presenterades av den vetenskapliga styrelsen. Fem temaområden är representerade (se faktabruta) och budskapet till nästa år är att de som arbetar med vetenskap inom områdena "Vatten" och "Naturresurser" speciellt uppmannas att söka i nästa ansökningsomgång då dessa områden för tillfället är underrepresenterade.

IGCP grundades för snart 40 år sedan. Det var under UNESCO:s generalkonferens år 1972 som delegater från 51 av FN:s medlemsländer lade grunden till IGCP då med namnet Geological Correlation Program.

- IGCP är ett program för geovetenskap, inom ett av UNESCO:s (i samarbete med IUGS – International Union of Geosciences) fem vetenskapliga program.
- IGCP stödjer vetenskaplig forskning dels genom kvalitetsgranskning av forskningsansökningar via en vetenskaplig styrelse, och dels genom mindre startbidrag.
- Målet är att stödja forsknings-samarbetet mellan forskare från utvecklingsländer och västvär-

lden för att därigenom förbättra de mänskliga levnadsvillkoren och till en förståndig användning av jordens resurser, genom att till exempel utveckla mer effektiva sätt för att söka och värdera naturliga resurser för energi och mineraler i världen. Målet är även att öka kunskaperna om jordens geologiska processer, klimatförändringar med mera.

- Totalt 400 projekt har genom åren erhållit den eftertraktade UNESCO/IGCP-stämpeln. För närvarande finns cirka 40 pågående projekt varav svenska forskare är aktiva inom åtta. Projekten omfattar samarbete mellan 146 länder och i medeltal är 30 länder involverade per projekt. Projekten löper i allmänhet över fem år och ett välfungerande projekt når ofta upp till tusen publikationer under denna femårs period (Turner 2006).
- Arbetet med IGCP i Sverige sköts för närvarande av den svenska programkommittén vars ordförande är Kaj Lax, SGU, Uppsala.

Om du vill veta mer om IGCP så kan du gå in på www.unesco.org.

/ Anna Kim-Andersson

IGCP:s fem temaområden:

1. Vatten / Geoscience of the Water Cycle
2. Naturkatastrofer / Geohazards: Mitigating the Risks
3. Naturresurser / Earth Resources: Sustaining our Society
4. Klimatförändringar och Livet / Global Change and Evolution of Life: Evidence from the geological record
5. Jorden på djupet / The Deep Earth: How it controls our environment



IGCP:s årsmöte 2010 i UNESCO högkvarteret i Paris.

Fr. vänster; Margarete Patzak & Robert Missotten (UNESCO sekretariatet), Vivi Vajda (IGCP Ordförande), Walter Erdelen (General direktör för UNESCO:s naturvetenskapssektor), Natarajan Ishwaran (Direktör för UNESCOs Ekologi och Geovetenskapsprogram), Alberto Riccardi (IUGS President), Peter Bobrowsky (IUGS Generalsekreterare).

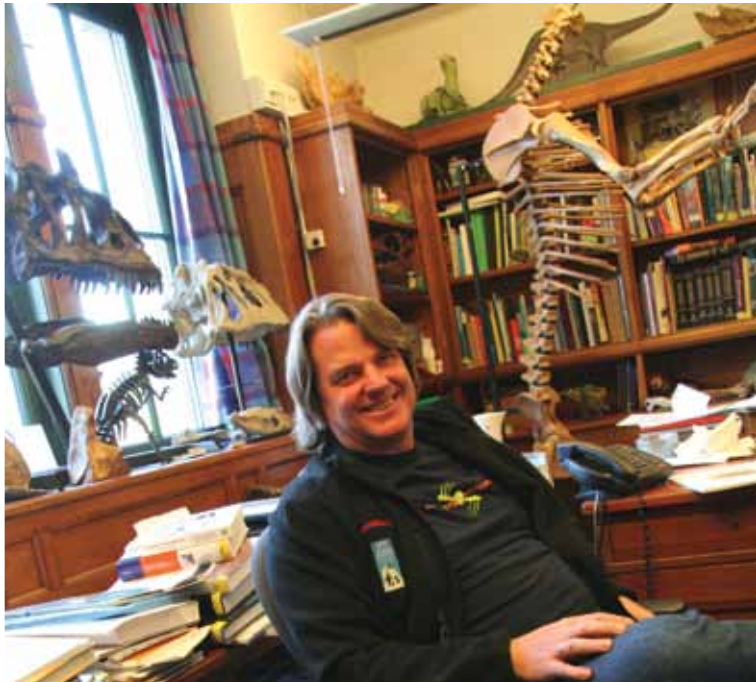


Berättelsen om Idas pappa

Han heter Jørn Hurum och är paleontolog med inriktning mot ryggradsdjur. Detta är mannen som kan konsten att åskådliggöra geologiska processer och berätta om forskning och fossila fynd. Häng med på en resa bland svanödlor från Svalbard, som Predator X, och primatfossilerna Ida från Messel-gruvan i Tyskland.

Bilden är tagen på zoologiska museet i Oslo. En modell av en livs levande Ida, för 47 miljoner år sedan.

TEXT OCH FOTO Anna Kim-Andersson



ILL.: ATLANTIC PRODUCTIONS

Geologiska museet i Oslo är en del av Naturhistoriska museet som lyder under Oslo universitet. Vid naturhistoriska museet finns också en botanisk trädgård, växthus och ett zoologiskt museum. Jørn Hurum trivs på sin arbetsplats. Här ser vi bilder från hans kontor och det paleontologiska laboratoriet i källaren i samma byggnad där fossil hemtagna från fält dokumenteras och prepareras. På nedre bilden till höger ser vi en rekonstruktion av en jagande pliosaur i jurahavet. Fossilfyndet som Hurum hittade på Svalbard år 2008 var just delarna av en 15 meter lång pliosaur.

Stenen i den norska barnboken "Ola og eventyra om dyra" säger: Kasta mig inte för jag är ett fossil! Pojken som läste boken bodde i Mjølndalen, sex mil utanför Oslo. Det var i början av 1970-talet, han var sex år och lystrade till de spännande orden. Han undrade vad ett fossil var. Han började ställa frågor. Och när han inte fick de svar som han hoppats på från de vuxna i omgivningen bestämde han sig för att istället besvara sina frågor själv. Ynglingen ville lära sig allt om fossil.

– Jag var en samlare, berättar Jørn Hurum och konstaterar med ett leende att han fyllde pojkrummet med allt fler stuffer av olika slag. Så småningom fick han ta sina samlingar och flytta ner i källaren eftersom föräldrarna var rädda att golvet skulle rasa in.

Fossil i gipspaket

På resan, som handlar om att lära sig allt om fossil, befinner sig Jørn Hurum fortfarande. Vi träffas för en intervju för Geologiskt forum under hösten 2009. Hurum som är 1:e ammanuens i vertebratpaleontologi, tar emot på sitt kontor vid Naturhistoriska museet som är en del av universitetet i Oslo. Och vad möter besökaren i dörren om inte ett huvudlöst skelett, (männe är det en björn?), ståendes på bakbenen. Den som inte avskräckes stiger in i ett rum där det finns ett skrivbord, bokhyllor, en soffgrupp och ett antal stora och små fossil. Det är stämningsfullt. Minner om urtiden, fast datorn som står och surrar återkopplar till 2000-talet. Några mineralstuffer står uppställda på ett bord. Jørn Hurum tar upp en bergskristall i handen och visar.

– Jag är på gång med att skänka bort min privata samling till museet, säger han och verkar helt bekväm med detta faktum.

Barndomens fossil i källaren må dock symboliskt finnas kvar. I alla fall här på museet. Huset vi befinner oss i är från början av 1900-talet och i dess källarvalv håller paleontologerna till när de preparerar fossil. Laboratorielokalerna är gammaldags och för att få in resterna av de fossil, som exempelvis Jørn Hurums forskarteam har forslat hem från Svalbard, krävs traktorer, rep och taljor, och att man använder trapporna. Att ta hissen är alldeles för trångt. Fossilfynden är, när de anländer, inpackade i stora gipspaket. Precis som arkeologerna bevarar paleontologerna sina fynd intakta, så som man hittade dem i den geologiska lagerföljden ute i fält. Detektivarbetet med att dokumentera fynden, preparera dem och pussla ihop eventuella delar så gott det går, det återstår ofta att göra på hemmaplan.

Predator X i mars, 2009

"Det kunngjøres fra Oslo i dag at et internasjonalt team av paleontologer har avdekket deler av hodeskallen til en 15 m lang havøgle på Svalbard. Den kalles foreløpig 'Predator X', og er en hittil ukjent art av pliosaur, et rovdyr, som patruljerte havene for 147 millioner år siden. Deler av hodeskallen – selve kronjuvelen ved paleontologiske funn – ble gravd fram fra den arktiske permafrosten under en to-ukers ekspedisjon i juni 2008, ledet av dr. Jørn Hurum fra Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo. Blant de andre 11 ekspedisjonsdeltakerne var også dr. Patrick Druckenmiller fra Alaska Universitys Museum Of The North - en av verdens fremste autoriteter på havøgler."

Med dessa rader inleds universitetets pressrelease våren 2009. Uppmärksamheten som Predator X får är rejäl. Berättelsen om det forntida rovdjuret som patrulerade världshaven fascinerar. Dokumentärfilmer, intervjuer för media, föredrag. Ändå är uppståndelsen ingenting mot det som komma skall. Under några års tid har Jørn Hurum tillsammans med ett annat forskarteam arbetat med en helt annan typ av förstenade benknotor.

Vill du köpa ett fossil?

Det handlar om ett blott 40 centimeter högt fossil, sällsynt välbevarat, ursprungligen funnet i området Messel i Tyskland. Jørn Hurum blev kontaktad av en så kallad fossilhandlare som berättade att han hade en raritet som han gärna ville visa. Fossiliet var intakt och dessutom konserverat på ett mycket professionellt vis. Under flera år hade fossiliet tillhört en privat fossilsamlare.

– Jag såg med en gång hur fint fossiliet var, jag fick gåshud av blotta tanken på chansen att få vara med och beskriva ett sådant fynd och blev så uppvarvad att jag inte sov på två nätter, berättar Hurum som insåg att detta var en fantastisk möjlighet, sådant som kanske bara händer en gång i livet. Men hur skulle han finansiera köpet? Hemma vid universitetet i Oslo insåg ledningen dock värdet av fossiliet. Efter noggranna undersökningar kunde en affär genomföras.

– Fossiliet är ett världsarv. Det var lovligt och Oslo

universitet kunde köpa det från Tyskland. För att undvika en politisk debatt har vi byggt ett internationellt team kring fossiliet bestående av tre paleontologer från Tyskland, två från USA och så jag själv.

Det 47 miljoner år gamla fossiliet, ett förstenat honddjur, har några av sina mjölkttänder kvar. Frukterna som den lilla primaten åt precis innan hon dog, lämnade också spår i den geologiska lagerföljden. Och hennes mjukdelar multnade, men bakterierna som bröt ner hårstråna på hennes kropp lämnade avtryck, nästan som på ett fotografi. Därför kan man ana pälsens struktur.

Ida hade mjölkttänder

Fossiliet fick ganska snart namnet Ida. Detta är ett namn som är en inspiration från Jørn Hurums då 6-åriga dotter, en flicka med mjölkttänder – och ett namn som fungerar att använda i internationella sammanhang. Visst var namnvalet strategiskt, men familjen höll rådslag innan det blev godkänt.

Det visade sig att intresset för fossiliet Ida var jättestort och inte minst media var nyfikna. Filmbolaget Atlantic Productions var redan involverat i produktionen av en film om Predator X då Hurum frågade dem om de ville göra en film om det vetenskapliga arbetet med att kartlägga Ida. Det ville de. Ett bokförlag hyrdes också in för att samtidigt ta fram en populärvetenskaplig bok.

Det beslutades också att offentliggörandet av Ida skulle ske unisont med hjälp av en presskonferens, en internationell pressrelease och en egen hemsida där informationen om Ida samlades. Presskonferensen hölls vid Naturhistoriska museet i New York i maj förra året. Det var samma dag som forskarteamet publicerade en vetenskaplig beskrivning av fossiliet, artikeln publicerades med så kallad "open access" (vem som helst kan gratis ladda ner artikeln via webben), vilket också var en strategi för att få ut vetenskapen till så många som möjligt.

– Vi fick en enorm genomslagskraft, minns Jørn Hurum. Google uppmärksammade Ida och skapade tillfälligt rentav en "Google-Ida-banner". Inom ett dygn fanns det över en miljon träffar på Google för den som sökte på Ida.

I orkanens öga

Nog anade Jørn Hurum i förväg att det skulle bli uppmärksamhet kring Ida, men inte att det skulle bli så rejält som det blev. Nyheten om Ida för som en löpeld över jorden. I vetenskapsvärlden blev det rentav ramaskri. Rubriken "Revealing the Link" provocerade. Detta är inte någon saknad länk, det är bara en lemur, menar många forskare.

Men Jørn Hurum ger intryck av lugn och stillhet, han står leende i orkanens öga. Han har fått hundratals erbjudanden om att medverka i olika evenemang. Han ställer upp ibland, men väljer med omsorg. Familjen kräver sitt. Forskningen också. Han är något luttrad. Det har verkligen varit en karusell utan dess like sedan den där dagen i New York i maj förra året, då Ida offentliggjordes.



Fossiliet Ida finns utställt på zoologiska museet i Oslo. Museet använder henne också numera flitigt i sin marknadsföring. Ida har också blivit ett mjukisdjur, hon finns tryckt på t-shirts och andra souvernirer.

– Folk tror att jag tjänar pengar på Ida. Men det är inte sant. Flera företag gör "business" av Ida, men inte jag personligen. Det har inte heller varit min drivkraft. Jag har haft glädjen av att få jobba med ett fantastiskt fossil. Och jag har min anställning vid museet och det är tryggt. Det skulle ha varit akademiskt självmord att göra den resa som jag har gjort med Ida, utan en fast anställning i botten.

På frågan vad som är själva drivkraften svarar han att det handlar om att berätta en historia. Och han älskar berättelser och hans stora passion är geologin och vetenskapen.

– När vi talar om människans utveckling pratar vi oftast vad som hänt de senaste tre till fyra miljonerna åren. Men människan är en del av evolutionen. Vi har avlägsna släktingar från väldigt långt tillbaka i tiden. Kanske har vi som jobbat med Ida lämnat ett bidrag som skapar en bättre förståelse för den mänskliga evolutionen och dess tidsperspektiv. Om vi har lyckats med det, då är jag nöjd.

Svallvägarna efter offentliggörandet av Ida slår fortfarande mot stranden, om än inte lika häftigt. Jørn Hurum var i somras åter på Svalbard för att fortsätta sitt arbete i de geologiska lagerföljderna där. Han undervisar också vid universitetet i Longyearbyen. I april kommer han till Stockholm för att berätta mer om sitt arbete med vetenskap och att popularisera den. Dottern Ida, som tappat några mjölkttänder ytterligare, går numera i skolan. Hennes pappa kan massor om fossil.

– Men fullärd, det blir man aldrig, konstaterar han.

Anna Kim-Andersson, redaktör

IDA BESKRIVS

Den vetenskapliga artikeln där Ida beskrivs heter Complete primate skeleton from the middle Eocene of Messel in Germany: morphology and paleobiology. Publiceringen skedde den 19 maj 2009 i den interaktiva "open-access"-tidskriften. Artikeln kan laddas ner gratis via: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0005723>

TEAMET KRING IDA

- Dr Jens Lorenz Franzen vid Senckenberg Research Institute, Frankfurt och vid the Natural History Museum, Basel, Switzerland.
- Professor Philip Gingerich vid the Museum of Paleontology and Department of Geological Sciences, University of Michigan, USA.
- Dr Jörg Habersetzer, the Senckenberg Research Institute;
- Dr Jørn Hurum of the Natural History Museum, University of Oslo, Norway.
- Professor Wighart von Koenigswald, the Steinmann Institute for Geology, Mineralogy and Paleontology, University, Bonn in Germany.
- Dr Holly Smith vid the Museum of Anthropology, University of Michigan.

MER OM IDA

www.revealingthelink.com är sajten där informationen från offentliggörandet av Ida finns samlad. Både boken The Link och filmen om Ida producerades av parallella medieteam under tiden som det vetenskapliga arbetet med att beskriva Ida pågick. Ida fick namnet, efter det att boken The Link gick i tryck, Darwinius Macilla.

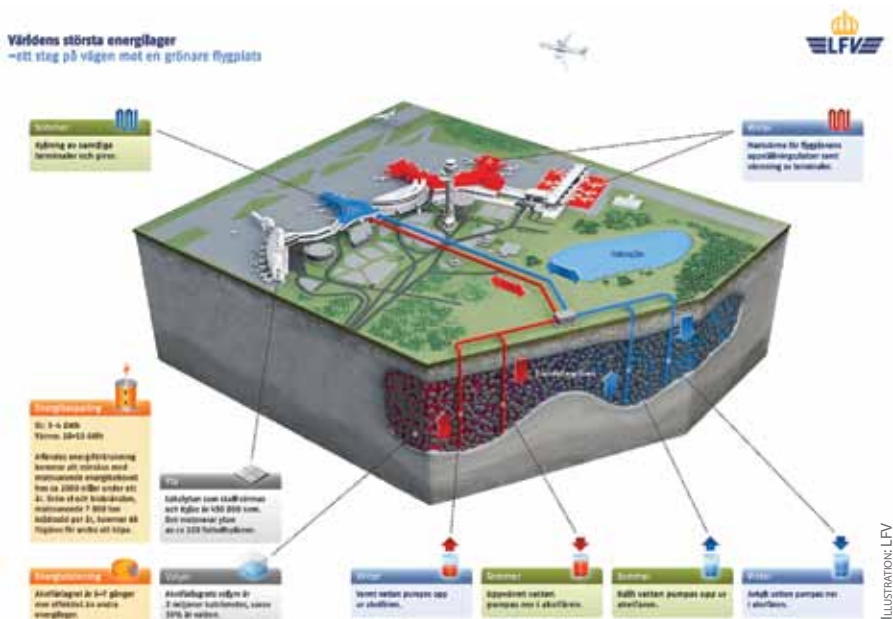
MER OM PREDATOR X

Mer om svanödlan Predator X och livet i jurahavet på <http://www.nhm.uio.no/pliosaurus/>

ENERGILAGER

i Brunkebergsåsen

Brunkebergs-
åsen har för-
vandlats till
världens största
energilagrar.
Åsen används
som akvifer för
kyla och värme
till Arlanda
flygplats.



Efter flera års förberedelser har Arlanda Energi nu kört igång driften av sin nya anläggning vid Arlanda flygplats. All flygplatsens kyla, till bland annat terminalerna, kommer från akvifären Brunkebergsåsen. Fram till midsommar förra året genomfördes provdrift av anläggningen och i höstas började anläggningen köras kommersiellt.

Billigare och mer miljöanpassad energiproduktion

– Arlanda använder energi som en stad med 25 000 invånare, går det att läsa på www.arlanda.se.

Ja, det är ytor stora som hundra fotbollsplaner som behöver kylas på sommaren och värmas på vintern. Akvifären, som ligger i den närliggande rullstensåsen Brunkebergsåsen, ska bidra till att göra energiproduktionen på Arlanda både billigare och mer miljöanpassad.

Akvifären stor som fyra Globen

Akvifären i Brunkebergsåsen är 1,8 kilometer lång från norr till söder, med en volym som fyra Globen. Den begränsas på ena sidan av en bergkam och omges av morän. Vattnet som pumpas ur akvifären kommer att leverera kyla till flygplatsen på sommaren och värme på vintern. Kallvatten pumpas upp ur akvifären på

sommaren för att användas i flygplatsens fjärrkylnät. Det uppvärmda returvattnet pumpas sedan tillbaka under jorden och lagras till vintern då det används för att smälta snö på flygplanens uppställningsplatser och förvärma ventilationsluft.

– Vi kalkylerar med att investeringen räknas hem inom fem år, sade Peter Bäckström, projektledare från huvudleverantören Malmberget till Fjärrvärmetidningen i oktober förra året.

19 Gwh mindre energi

Med akvifären minskas flygplatsens årliga elförbrukning med 4 GWh och fjärrvärmeförbrukningen med omkring 15 GWh, alltså totalt 19 GWh, vilket motsvarar årsanvändningen av energi för 2 000 villor eller årsanvändningen på Malmö Airport.

– Sedan 2005 använder LFV på Arlanda enbart grön el och sedan 2006 enbart fjärrvärme från biobränsle. Akvifären gör att dessa volymer av grön el och fjärrvärme av biobränsle nu frigörs för andra att köpa.

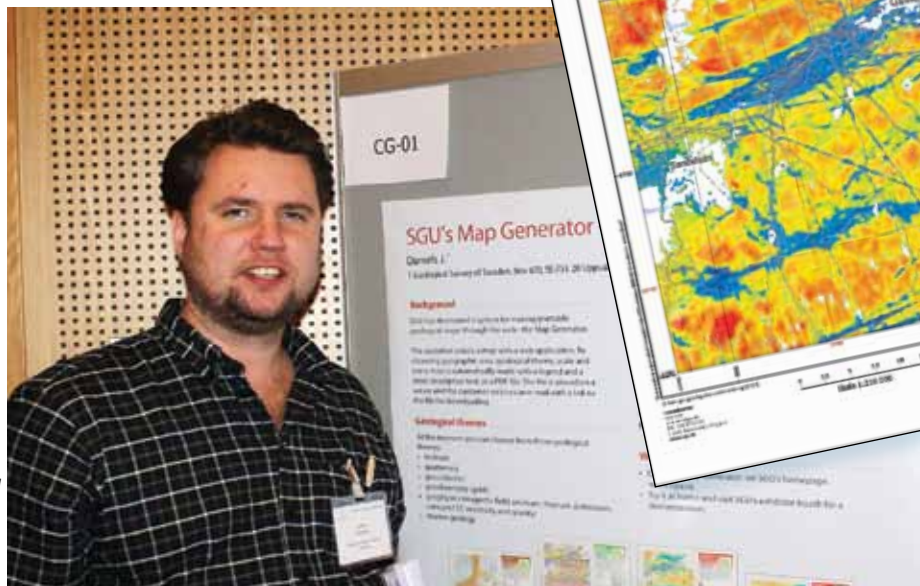
/ Anna Kim-Andersson. Faktan kommer från www.arlanda.se och Fjärrvärmetidningen.

Snygga geologiska kartor snabbt

Gör din egen geokarta! Sveriges geologiska undersökning lanserade en kartgenerator förra året. Den blev snabbt populär och användes flitigt av allmänheten. Nu har version 2.0 lanserats, med maringeologiska kartor som nytt tema.

TEXT: Erika Ingvald

I kartgenerators 2.0 har SGU infört det nya koordinatsystemet SWEREF99 och förbättrat funktionaliteten. Samtidigt lanserar SGU en engelsk version, the Map Generator, med samma innehåll och funktionalitet som den nya svenska versionen. Johan Daniels är ansvarig för tjänsten på SGU.
FOTO: Kaj Lax, SGU



Med Kartgenerators laddar du själv enkelt hem pdf-kartor över Sveriges berggrund, jordarter, grundvatten, maringeologi, geokemi och geofysik. Kartområde väljer du i täckningskartor som visar tillgången till yttäckande geologisk information. Användaren kan också beställa kartorna som pappersutskrifter.

– Så vitt vi vet har ingen annan lanserat någon liknande tjänst. Användarna är väldigt positiva, inte minst till att kunna ladda ner kartorna som pdf-filer som de kan spara eller skriva ut, berättar Johan Daniels som ansvarar för Kartgenerators på SGU.

Idén till Kartgenerators är något som vuxit fram i takt med att det blivit möjligt att skapa digitala kartor. Unikt är att SGU kopplat ihop webben med det interna produktionssystemet som från början skapades för att leverera geofysikkartor via "plot-on-demand". Från det kunde SGU använda rutinerna till andra teman, och genom att koppla det till en extern webbplatsform med beställningsfunktioner kunde systemet göras tillgängligt för alla.

På kort tid har Kartgenerators blivit en av de tjänster som hjälper SGU att nå ett av sina viktigaste mål – att

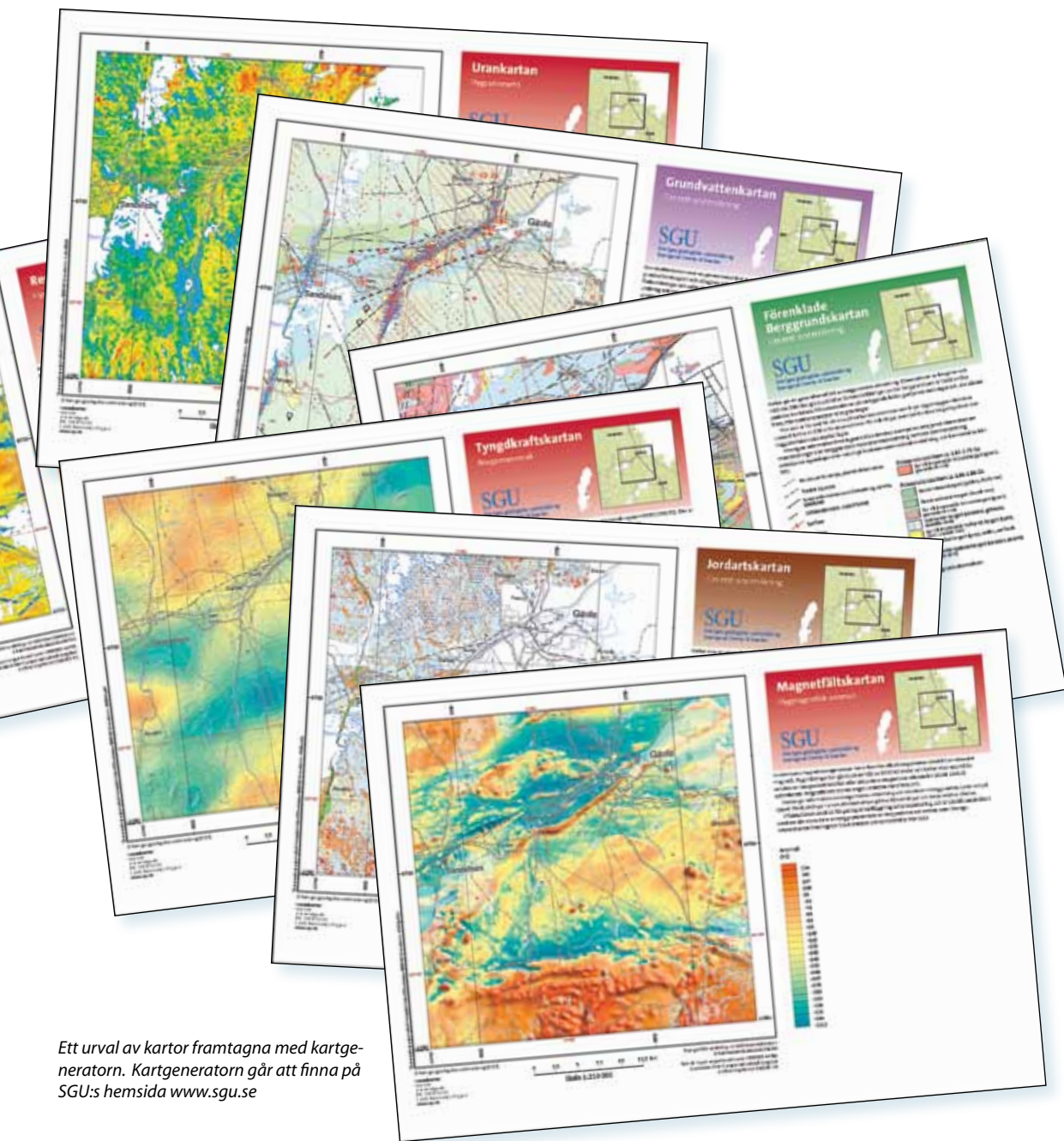
öka och bredda användningen av geologisk information. **Snabbt, lättillgängligt och begripligt** är ledord i arbetet för att göra alltmer information tillgänglig via webben.

– Det går snabbt att ta ut kartor för alla teman som finns tillgängliga i Kartgenerators för ett visst geografiskt område. Den ger snabbt en överblick över vilken information SGU har i det område man är intresserad av, ett effektivt sätt att få ut en stor mängd data. Därför är det en bra första ingång, sedan kan man alltid kontakta oss för att få mer information, säger Johan Daniels.

I Kartgenerators finns ett urval av innehållet i SGU:s databaser och kartorna skapas automatiskt, med teckenförklaringar och korta beskrivande texter. Vissa av Kartgenerators kartor är förenklade jämfört med SGU:s tryckta kartor.

Något som är unikt för Kartgenerators jämfört med traditionella karttjänster är just kartografin.

– Den liknar en tryckt karta, med ramar, texter och symboler. Här fungerar det också med dynamiska legender, Kartgenerators visar upp de delar av legen-



Ett urval av kartor framtagna med kartgeneratören. Kartgeneratören går att finna på SGU:s hemsida www.sgu.se

den som är aktuell för en viss vy. Det är praktiskt för de kartor som använder väldigt många symboler totalt sett. Dit har vi inte nått med de traditionella karttjänsterna ännu, fortsätter Johan Daniels.

SGU arbetar kontinuerligt med att förbättra tekniken och de underliggande databaserna för att kunna presentera alltmer sömlösa kartor. På sikt kommer fler av SGU:s geologiska teman att finnas tillgängliga i Kartgeneratören.

Johan Daniels är glad över att kunna presentera fler nyheter med hjälp av Kartgeneratören version 2.0:

– Under hösten fyllde vi också på med fler geofysik-

kartor; kalium, torium, cesium-137 och tyngdkrafts- samt resistivitetskartor. Och under året kommer vi också att börja fylla på geokemitemat och lägga ut mineralfyndighetskartan.

Om Kartgeneratören bidragit till att öka tillgängligheten? Sedan den lanserades i våras har bara Kartgeneratören levererat mer än fyra gånger så många kartor som SGU tidigare levererat på ett helt år. Den är väl värd att prova.

/Erika Ingvald, informatör, SGU.

Vågornas mä

Det stora äventyret att utforska världshavet har till stora delar skett under 1900-talets andra hälft där ny teknik och nya fjärranalysmetoder blivit ovärderliga redskap för oceanograferna. **Årets Crafoordpristagare i geovetenskaper, Walter Munk**, är en person som under hela denna period rört sig i vetenskapens absoluta frontlinje, i arbetet med att förklara oceanernas cirkulation, tidvatten och vågor och deras roll i jordens dynamik.

TEXT Anna Kim-Andersson © Kungl. Vetenskapsakademien

Med ständig nyfikenhet och osedvanligt observant sinne har Walter Munk gjort innovativa synteser, använt nya tekniker och utvecklat nya analys- och observationsmetoder, som på ett banbrytande sätt bidragit till och inspirerat utvecklingen av den fysiska oceanografin, liksom geovetenskapen som helhet. Inte minst insikten om tidvattnets betydelse, på olika skalor, är central i Munks vetenskapliga gärning.

Ytvågor, tidvatten och strömmar

Redan som ung oceanograf visade Walter Munk prov på innovationskraft. Under andra världskriget utvecklade han tillsammans med Harald Sverdrup en ny metod för att prognostisera vågförhållanden vid en given strand, vid en given tidpunkt. Metoden tog hänsyn till *havsvågor*, *dyning* samt *vågbrytning* och den kom genast till användning. Den utgjorde underlag exempelvis vid valet av tidpunkt för de allierades landstigningar i Nordafrika och i samband med landstigningen i Normandie.

Två decennier senare utvecklade Munk en nydanande prognosmetod tillsammans med David Cartwright, den så kallade responsmetoden för att bestämma *tidvatten*. Metoden baserades på beräkning av responsfunktionen mellan observerat och teoretiskt potentiellt tidvatten på en ort. Responsmetoden kräver endast korta mätserier och metoden tar indirekt hänsyn till



Foto: MICHELLE DENNIS

Surfing i världsklass. Utmed exempelvis Kaliforniens kust och på Hawaii är det vanligt att höga vågor uppstår när långa dyningar, som färdats tusentals kilometer från de stormområden där de bildades, når stranden.

stare

Crafoordpriset 2010

PRISTAGARE: **WALTER MUNK**

Scripps Institution of Oceanography
University of California, San Diego
9500 Gilman Drive
La Jolla CA, 92093, USA

Scripps: <http://sio.ucsd.edu/Profile/wmunk>

IGPP: www.igpp.ucsd.edu/people/detail.php?name=Munk_Walter

Amerikansk medborgare. Född 1917 i Wien, Österrike. F.D. i oceanografi 1947 och professor i geofysik 1954, båda vid Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, La Jolla, CA, USA. Grundare (1959) och föreståndare (1959–1982) av Cecil H. and Ida M. Green Institute of Geophysics and Planetary Physics (IGPP).

FOTO: LEENA AGGESTIG

både lokala och regionala djupförhållanden samt jordskorpans lokala nedtryckning och hävning på grund av tidvattenbelastningen.

Walter Munk har också lämnat värdefulla bidrag till kunskapen om *dynning*. Genom tryckmätningar på havets botten upptäckte forskarna på 1940- och 1950-talen dispersiva vågor som måste härröra från avlägsna källor. Men varifrån kom de och hur kunde de röra sig så långt? Munk arbetade med denna fråga på 1950-talet tillsammans med Frank Snodgrass och kunde med hjälp av fältobservationer och beräkningar beskriva dynningens egenskaper och visa hur exempelvis stormar

väster om Nya Zeeland faktiskt påverkar surfförhållanden i södra Kalifornien.

Stegat från vågor till globala strömningssystem tog Munk tidigt. Genom att bygga på tidigare forskning om vinddriven oceancirkulation och utveckla densamma kunde han år 1950 presentera en modell över oceanernas vinddrivna cirkulation där friktionen betraktades som orsakad av horisontella virvlar. Modellen tog därför hänsyn till lateral friktion (friktion mot havsbassängernas gränssidor och inom vattenmassorna själva på grund av att vatten med olika hastigheter möts) snarare än friktion mot botten.

Världshavens fem vinddrivna strömningssystem uppträder på liknande sätt: i norra och södra Atlanten, norra och södra Stilla havet samt södra Indiska oceanen. På norra halvklotet sker cirkulationen medurs och på södra moturs. Virvlarna har på västsidan snabba och smala strömmar mot polerna och på östsidan breda och långsamma strömmar mot ekvatorn. Runt antarktiska kontinenten går den så kallade antarktiska cirkumpolära strömmen.



Illustration: ©Airi Ilisto/Kungl. Vetenskapsakademien

En annan gåta som Munk tog sig an var den antarktiska cirkumpolära strömmen. Denna ström går som ett brett band runt den antarktiska kontinenten och drivs av västliga vindar. Forskarna gäckades länge av att strömmen var långsammare än vad den teoretiskt sett borde vara. Man tog hänsyn till bottenfriktionen, men denna friktion ansågs inte vara tillräcklig. Tillsammans med Erik Palmén föreslog Munk år 1951 en lösning: Ryggar på havsbotten kan utöva så kallat formlöststånd, vilket kan balansera vindkraften på ytan.

ALLMÄNT OM VÅGRÖRELSE

En lokal störning i ett medium utbreder sig som en vågrörelse. Exempel på vågrörelser är ljudvågor, vågor i en vätska eller elektromagnetiska vågor.

Havsvågor är vågrörelser i havsytan som alstras av vinden. Havsvågorna uppstår på grund av instabila återkopplingar mellan havsytans form och luftens rörelser. Kortfattat kan sägas att våghöjden beror på vindstyrkan, vindens varaktighet och vindens sträcklängd, det vill säga sträckan som vinden får verka över.

Dyning är havsvågor, ofta med lång våglängd, som uppträder utanför det område där vinden alstrat dem. De rör sig med relativt hög hastighet och kan förflytta sig tusentals kilometer från de stormområden där de bildades.

De längsta havsvågorna är **tidvattenvågorna** som genereras av månens och solens gravitation på jorden. Tidvattnets styrka beror på den relativa positionen mellan jorden, månen och solen.

► Räkneexempel 1.

Tidvattenvågornas hastighet, v , bestäms enkom av vattendjupet, d , med hjälp av ekvationen

$$v = \sqrt{g \cdot d}$$

där g = gravitationskonstanten = 9,81 m/s²

Medeldjupet i världshaven är cirka 4 000 meter. En tidvattenvåg i öppet hav rör sig då med en hastighet av cirka 200 meter per sekund, eller 720 kilometer i timmen.

► Räkneexempel 2.

Hastigheten för kortare vågor,

$$v = g \cdot T / (2\pi)$$

där T = perioden (tiden för en våglängd att passera en viss punkt)

En lång dyning i öppet hav kan ha perioden 10 sekunder, vilket ger en våghastighet på 16 meter per sekund eller 58 kilometer i timmen.

Vågorna under ytan

Stora delar av det som händer i världshavet sker dolt för det mänskliga ögat. Men även om de inte alltid syns på ytan bildas även vågor i gränssytor mellan vattenmassor med olika densitet. Vågorna kallas då för interna vågor.

Tillsammans med Chris Garrett utforskade Walter Munk på 1970-talet hur interna vågor uppträder. De tog fram en empirisk modell för hur energin fördelas i

INTERNA VÅGOR

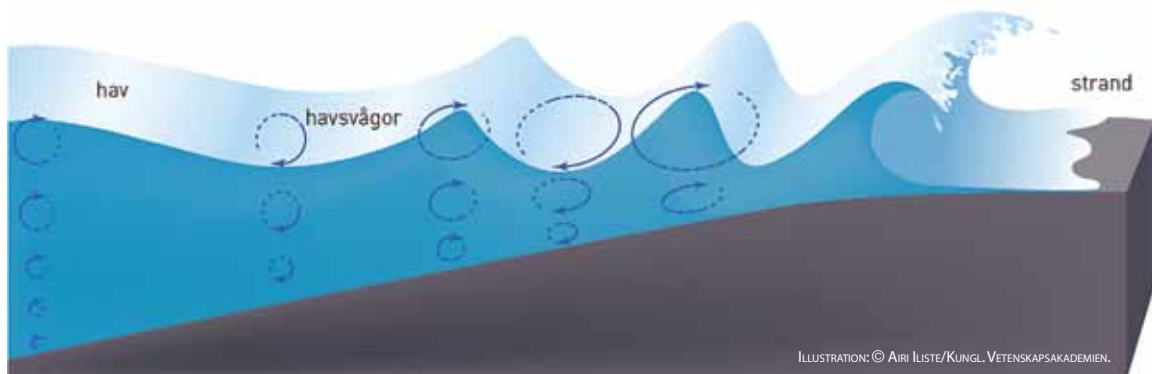
Under havsytan bildas så kallade interna vågor på gränssytor mellan vattenmassor med olika densitet. En intern våg uppkommer när en densitetsskiktning rubbas ur sitt jämviktsläge. Interna vågor, som vanligtvis inte syns för människans öga eftersom de uppträder i skikten under havsytan, har stor betydelse för havens dynamik, främst genom att bidra med energi till turbulens och därmed till blandning.

Garrett och Munks interna vågspektrum beskriver empiriskt hur energin i interna vågor i havet fördelas som funktion av frekvensen. Den lägsta frekvens som interna vågor kan ha är den så kallade tröghetsfrekvensen, f , vilken är en konsekvens av jordens rotation. Vid denna frekvens har den interna vågens rörelse degenererat till en rent horisontell cirkulation, en tröghetscirkulation.

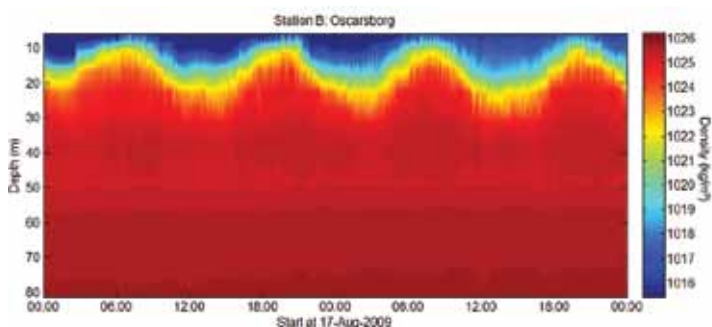
Den högsta frekvens som interna vågor kan ha ges av den så kallade *Brunt-Väisälä frekvensen*, N , vilken är helt bestämd av den vertikala skiktningens styrka. Vid denna frekvens sker all rörelse i ett vertikalt plan. För frekvenser mellan f och N rör sig partiklar på grund av interna vågor både horisontellt och vertikalt.

Interna vågor kan genereras av tidsberoende strömmar, till exempel tidvattenströmmar, utmed en sluttande botten, över en tröskel i ett trångt sund eller över en undervattensrygg i öppna havet. Interna vågor rör sig mycket långsamt jämfört med vågorna på havets yta, däremot kan amplituden vara stor. Innanför Gibraltar sund förekommer interna vågor med upp till 100 meters våghöjd. De strömmar som är förknippade med interna vågor kan ge upphov till storskaliga mönster som vid gynnsam väderlek kan observeras på havsytan.

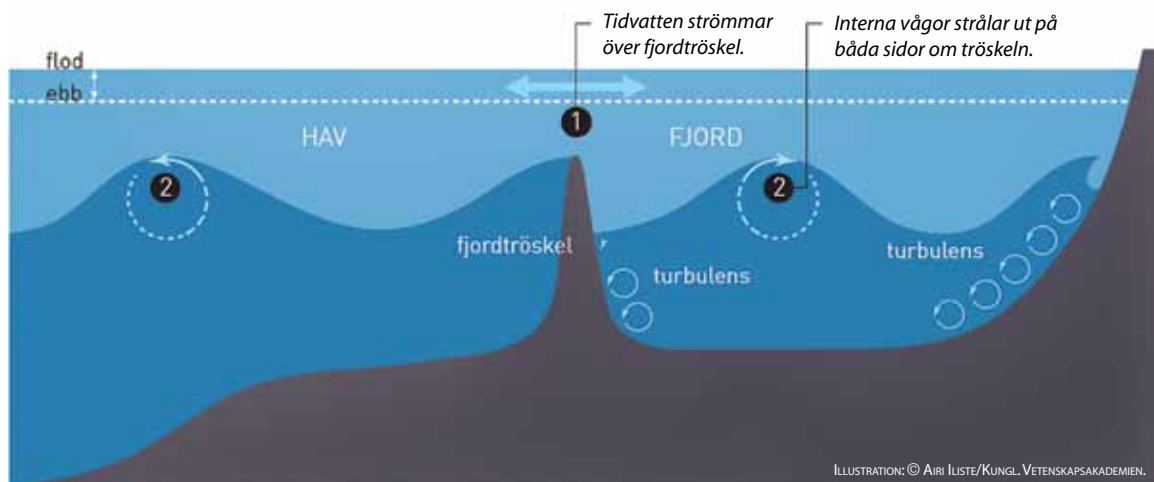
Brytande interna vågor bidrar till den vertikala omblandningen i havets inre, vilket har stor betydelse för den vertikala transporten av vattenmassor upp från djupet. Ju mer energi som överförs från tidvattnet och andra rörelser till interna vågor desto större blir omblandningen. Detta har man kunnat demonstrera i fjordar där det är relativt lätt att uppskatta hur stor energiöverföringen är från tidvattnet till internt tidvatten.



På bilden ser vi havsvågor som går mot stranden. På djupt vatten känner havsvågorna, som alstrats av vinden, inte av botten. Partiklar i vattnet följer cirkulära banor där vattnet i vågbergen rör sig med vågens utbredningsriktning och i vågdalarna mot densamma. Våglängden är avståndet mellan två successiva punkter i samma rörelsetillstånd. På grundare vatten hämmar närheten till botten vertikala rörelser vilket gör att partiklar i vattnet rör sig i elliptiska banor stället för cirkulära. När havsvågor närmar sig stranden, där djupet är mindre, minskar vågornas utbredningshastighet. Detta leder till att våglängden minskar, våghöjden blir istället större och vågorna bryter.



Bilden visar densiteten i en vertikal profil i Oslofjorden där de interna vågor som bildats vid tröskeln vid Drøbak, alstrade av halvdagligt tidvatten (två perioder per dag), utbreder sig inåt i fjorden. Mätning av salthalt och temperatur, som tillsammans bestämmer densiteten, har skett var femte minut, via instrument som förankrats på en vertikal lina mellan yta och botten. Våghöjden är uppemot tio meter vilket är 30 gånger högre än vattenståndsskillnaden mellan flod och ebb. Källa: Anders Stigebrandt, Institutionen för geovetenskaper, Göteborgs universitet.



1. När tidvatten strömmar in och ut över en fjordtröskel genereras interna vågor (internt tidvatten) i densitetsskiktningarna i angränsande bassänger.
2. De interna vågorna strålar ut från tröskeln. När de interna vågorna bryter överförs deras energi till turbulens som blandar om vattnet.

Tidvattnets energiförlust vid tröskeln leder till att tidvattnet (ytvågen) får reducerad amplitud och färförskjutning inne i fjorden, vilket dock inte är utritat i bilden. Detta fjordexempel kan också ses som en modell för hur interna vågor genereras över ryggar på djuphavets botten.

ett internt vågspektrum i havet och deras beskrivning av det interna vågspektrat utgör fortfarande standard och refereras till som *Garrett och Munks interna vågspektrum*. Grunden för förståelsen av det interna vågspektrat hade Munk lagt genom flera decenniers forskning. Interna vågor är viktiga för förståelsen av havets dynamik därför att energin i interna vågor genom olika instabiliteter överförs till turbulens, vilken i sin tur är avgörande för blandningen mellan olika vattenmassor i havet.

Tillsammans med Ernest Anderson beskrev Munk till exempel redan år 1948 hur vertikal skiktning påverkar det turbulenta utbytet – och en av de formler som presenterades återkommer i många oceancirkulationsmodeller allt sedan dess. Munk beskrev också på ett övergripande sätt hur djupvattnet omsätts genom nedblandning av lättare ytvatten. Detta var i en artikel från 1966 med namnet *Djuphavets recept (Abyssal recipes)*. Munk uppskattade att den vertikala turbulenta blandningskoefficienten typiskt är $1 \text{ cm}^2/\text{s}$, ett värde som sedan blivit standardvärde.

Vidare diskuterade Munk varifrån turbulensen kunde få sin energi och kom fram till att tidvattnet kunde vara en möjlig kandidat utan att han på den tiden kunde visa vilka mekanismer som kunde vara aktuella. Det är först under senare år som mekanismer för överföring av energi i vågor (så kallat internt tidvatten) har beskrivits och verifierats, inte minst genom studier av tröskelfjordar med tidvatten. Det är helt klart att tidvatten driver blandningen i många fjordar och förmodligen också i djuphaven.

Trots att oceanograferna steg för steg under årens lopp avslöjat flera av havets fördolda egenskaper, är fortfarande mycket ogjort i utforskandet av havet. Dagens globala modeller för oceancirkulation är till exempel ännu alltför översiktliga för att kunna inkludera interna vågor. Men i takt med att upplösningen blir högre kommer modellerna för oceanernas dynamik att förbättras genom att de i ökad grad tar hänsyn till blandningen som orsakas av interna vågor.

Den känsliga jorden

Inte bara till oceanografin, utan även till förståelsen av jordens hela dynamik, har Walter Munk lämnat oerhört

värdefulla bidrag. Under 1950-talet studerade Munk oregelbundenheter i jordens rotation. Han utvärderade bland annat polrörelsen som har en 14-månaders period och som orsakar ett litet så kallat poltidvatten, det enda tidvatten som inte har med månens och solens gravitationskrafter att göra.

I boken *The Rotation of the Earth: A Geophysical Discussion* från år 1960 kopplade sedan Munk och Gordon MacDonald ett helhetsgrepp genom att behandla polrörelse och variationerna i jordens rotationshastighet utifrån ett geofysiskt perspektiv.

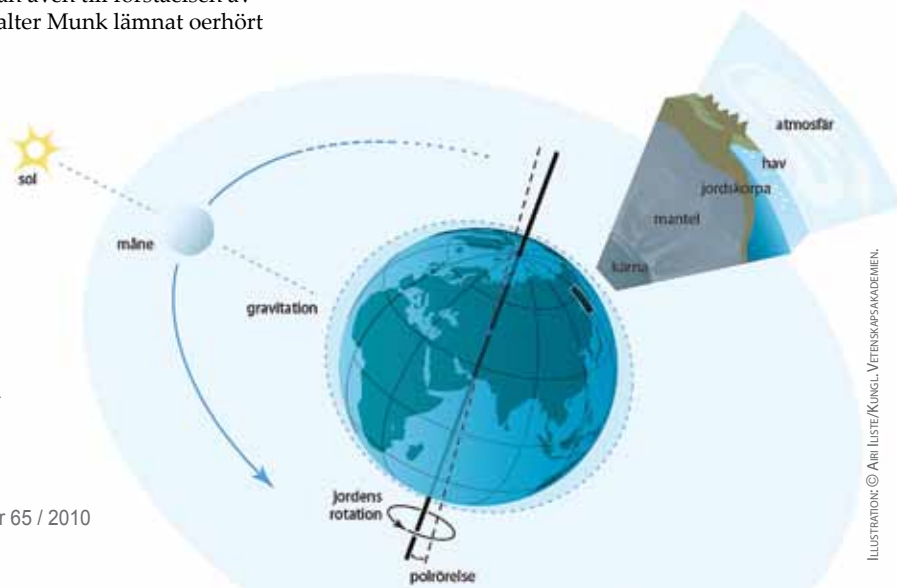
Det geofysiska angreppssättet blev en nyckel. Forskarvärlden hade länge genom både beräkningar och mätningar (genom noggranna latitudbestämningar respektive tidsbestämningar) kunnat påvisa att oregelbundenheter existerade, men inte helt tillfredsställande kunnat förklara varför.

Munk och MacDonald resonerar i boken kring hur oregelbundenheter på kortare tidsskalor beror på vindar, luftmassor, havsnivåer, underjordiskt vatten och rörelser i jordens inre, samt tidvatten i havet och dess motsvarighet i den fasta jorden (så kallad tidjord) och i atmosfären. De diskuterar även jordens rotation i ett historiskt och geologiskt perspektiv.

Författarna konstaterar att sett över ett sekel eller mer är det tidvattnets friktion som är den kraft som påverkar jordens rotation mest. Det sker nämligen en gradvis inbromsning av jordens rotationshastighet som resultat av friktionen. Den därmed gradvisa förlängningen av dygnet tas numera hänsyn till vid beräkningen av koordinerad universaltid genom att vissa år lägga till en extra sekund, en så kallad skottsekund. Om vi blickar bakåt på den geologiska tidsskalan var dygnets längd vid tiden för livets uppkomst på jorden, i början av paleozoikum för drygt 500 miljoner år sedan, uppskattningsvis 21 timmar.

Som en följd av att jordens rotationshastighet minskar, avlägsnar sig också solen och månen från jorden. Solens avståndsökning är så gott som försumbar i jämförelse med månens. Månens avståndsökning från jorden uppgår till cirka fyra centimeter per år.

Munk och MacDonald resonerade kring oregelbundenheterna i jordens rotation. De studerade hur polrörelser och förändringar i jordens rotationshastighet beror på vindar, luftmassor, havsnivåer, underjordiskt vatten och rörelser i jordens inre, samt tidvatten i havet och dess motsvarighet i den fasta jorden (tidjord) och i atmosfären.



Nya sätt att mäta

Walter Munk började på 1970-talet att studera havets akustiska egenskaper. Han utvecklade *akustisk tomografi*, en fjärranalysmetod som baseras på hur lågfrekvent ljud fortplantas i havet med hänsyn till temperatur och strömmar. Genom att mäta tiden som det tar för ljudet att färdas mellan akustiska sändare och mottagare, kan exempelvis genomsnittstemperaturen inom mätintervallerna bestämmas med god precision. Även strömhastigheter kan mätas med denna metod. Med hjälp av akustisk tomografi har Stilla havet och norra Atlanten utforskats. I början av 1990-talet genomfördes ett globalt experiment under ledning av Munk och Andrew Forbes med en akustisk sändare placerad i södra Indiska oceanen och mottagare ombord på tolv båtar utplacerade i de fem världshaven. Mätningen skulle kunna fungera som referenspunkt för havets globala uppvärmning men försöket har hittills inte blivit upprepat.

Ett annat område där Munk varit en föregångare handlar om hur man genom mätningen av solens reflektion i havsytan kan få information om vågor- nas egenskaper. Munk skrev artiklar i detta ämne första gången år 1954 tillsammans med Charles Cox. Artiklarna handlade om hur man kan använda fotografier av solreflektionen från havets yta för att beräkna sannolikhetsfördelningen för havsytans lutning. Om havsytan var helt horisontell skulle bara en bild av solen förekomma. Även med en lätt vind fördelas solljuset i ett mönster med tusentals glitterpunkter. Varje glitterpunkt representerar en facett som har rätt vinkel för att återspegla solen in i kamerallinsen. Ytterkanterna på varje glittermönster innehåller de största lutningarna och lutningarna ökar med ökad vindhastighet.

Ett halvt sekel senare återkommer Munk till solreflektionen från havets yta. År 2008 undersökte han statistik från åtta miljoner glitterbilder, tagna från satellit, och fördelade globalt, vilket resulterade i artikeln *An Inconvenient Sea-Truth: Spread, Steepness and Skewness of Surface Slopes*. Forskningsområdet bedöms ha stor framtida potential för att utvärdera vågors strukturer, något som oceanograferna inte haft mätparametrar för tidigare.

Även plankton

Walter Munk har förmåga att se jordens dynamik i ett helhetsperspektiv. Han ser också sammanhang och nyanser som få andra upptäcker och arbetar gärna tvärvetenskapligt för att angripa problem ur nya vinklar. Ett exempel är när Munk tillsammans med biologen Gordon Arthur Riley diskuterade fysikens betydelse för växtplanktons näringstillförsel i en publikation år 1952. De beräknade planktons näringsupptag som funktion av planktons form, storlek och sjunkhastighet men även av näringskoncentrationen i vattnet och andra faktorer. (Näringsupptaget sker via en fysikalisk så kallad diffusiv process. Om vattnet är stillastående runt plankton tömmer planktonet vattnet på näring. För att upprätthålla en hög koncentration av näring

kring sig kan ett växtplankton sjunka eller stiga). Detta arbete i biologisk oceanografi kom "före sin tid", men har citerats ganska ofta under senare år i ekologisk modellering och visar hur Munks stora vetenskapliga bredd har haft betydelse även bortom fysisk oceanografi och geofysisk hydromekanik.

Anna Kim-Andersson © Kungl. Vetenskapsakademien.

LÄNKAR OCH LÄSTIPS

Mer information om årets pris finns på Kungl. Vetenskapsakademiens webbplats, <http://kva.se>, och på www.crafoordprize.se.

POPULÄRVETENSKAPLIG ARTIKEL

Fjæstad, B. (2001): Tidvatten driver strömmar. *Forskning & Framsteg*, 2/2001, sid. 51.

BÖCKER (engelska)

Munk, W. och MacDonald, G.J.F. (1960): *The Rotation of the Earth: A Geophysical Discussion*. Cambridge University Press, 323 sid.

Munk, W., Worchester, P. och Wunsch, C. (1995): *Ocean Acoustic Tomography*. Cambridge University Press, 450 sid.

von Storch, H. och Hasselmann, K. (2010): *Seventy years of exploration in Oceanography. A prolonged weekend discussion with Walter Munk*. Springer Verlag, 250 sid.

VETENSKAPLIGA ARTIKLAR

Munk, W. (1950): On the wind-driven ocean circulation. *Journal of Meteorology* 7(2): 72–93.

Munk, W. och Palmén, E. (1951): Notes on the dynamics of the Antarctic Circumpolar Current. *Tellus* 3(1): 53–55.

Cox, C. och Munk, W. (1954): Measurement of the Roughness of the Sea Surface from Photographs. *Journal of the Optical Society of America* 44(11): 838–850.

Munk, W. (1966): Abyssal recipes. *Deep-Sea Research* 13: 707–730.

Munk, W. och Cartwright, D.E. (1966): Tidal Spectroscopy and Prediction. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Ser. A*, No. 1105, 259: 533–581.



Arbeten som inspirerat många forskare

Anders Stigebrandt är professor i oceanografi vid Göteborgs universitet. Här lyfter han fram några av Walter Munks arbeten om havet som haft stor betydelse i allmänhet – och även för Stigebrandts egen forskning.

TEXT Anders Stigebrandt FOTO Maria Elliot

Min första riktiga kontakt med Walter Munks arbeten inträffade under senare delen av 1960-talet då jag läste 3-betygskursen i oceanografi vilken behandlade teorier för vinddriven oceancirkulation. Inom detta område har flera framstående fysiska oceanografer varit verk-samma och inte minst Walter Munk.

Henry Stommel, som för övrigt tilldelades det första Crafoordpriset i geovetenskap år 1983, publicerade en teori år 1948 som förklarar att Golfströmmen är smal och snabb därför att den lokala horisontella Corioliskraften varierar med latituden. I Stommels modell balanseras vindstressen av bottenfriktion.

Walter Munk publicerade år 1950 en annan modell, där friktionen väsentligen är lateral, det vill säga sidlänges. Munk har visat stort intresse för friktionsprocesser i havet – han publicerade faktiskt redan innan nyss nämnda artikeln, år 1948 en parametrisering av vertikal turbulent friktion i ett skiktat hav som fortfarande används i oceancirkulationsmodeller.

År 1951 publicerade Munk och Erik Palmén en artikel där de föreslår att vindstressen balanseras av storskaligt topografiskt motstånd (eng. form drag) i den cirkumpolära antarktiska strömmen. Än idag är detta ett levande forskningsfält – och det är fortfarande inte klarlagt vilken roll topografiskt motstånd spelar för cirkulationen i havet.

Några år senare kom jag i kontakt med uppsatsen Abyssal Recipes från år 1966 där Munk beskriver den vertikala cirkulationen i djuphavet som en balans mellan advektion (genom påfylling av djupvatten på grund av djupvattenbildning) och vertikal diffusion. Genom att uppskatta storleken av djupvattenbildningen kom Munk fram till att medelvärde av den vertikala diffusiviteten är $1 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$, ett värde som snabbt blev ett standardvärde för olika kalkyler inklusive matematiska oceancirkulationsmodeller.

Detta arbete utgjorde en stimulans för min egen forskning under 1970-talet vilken ledde till upptäckten att fjordars djupvatten blandas av tidvattnet via interna vågor med tidvattenperiod som bildas vid fjordtrösk-



Anders Stigebrandt leder bland annat ett stort pilotexperiment (BOX – finansierat av Formas/Naturvårdsverket) för att ta reda på om det går att minska Östersjöns övergödning genom att syresätta djupvattnet med hjälp av vinddrivna pumpar.

lar. Dessa vågor faller lätt sönder till turbulens (bryter). Senare års forskning pekar starkt mot att samma tidvattenmekanism driver blandningen i djuphavet (reds. anm. se även sidan 19).

Under 1970-talet utvecklade Munk tillsammans med Chris Garrett ett empiriskt spektrum för det interna vågfältet i havet (Garrett-Munks interna vågspektrum). Detta har sedan dess inspirerat många forskare att försöka utveckla mekanistisk teori som förklarar GM-spektrat.

Idag får vi gratulera Walter Munk till Crafoordpriset 2010 för många innovativa och banbrytande arbeten i vetenskapens och i synnerhet den fysiska oceanografins tjänst.

/ Anders Stigebrandt, professor i oceanografi, Göteborgs universitet.

I nästa nummer av Geologiskt forum kommer en artikel om Walter Munk – personen. En levnadsberättelse.

Karbon – de stora insekternas tid

Det är svårt att föreställa sig men en gång i tiden flög trollsländor stora som hökar runt på vår jord. Under dem, i en värld av oändliga sumpskogar, krälade meterlånga mångfotingar fram bland armslånga skorpioner och groddjur, stora som människor. Det var de gigantiska leddjurens tid och de flygande insekterna utmärkte sig speciellt. Men hur kunde de växa sig så stora? Och varför är insekterna inte så stora än idag?

TEXT Maria Åkesson



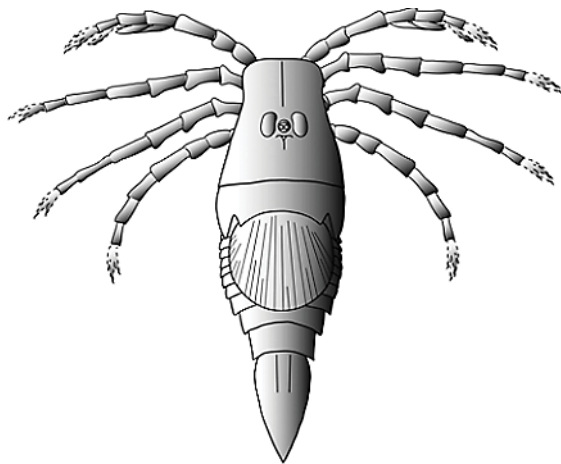
Insekter. Bara ordet får förmodligen en majoritet av världens befolkning att rysa till. Trots att de på många vis är centrala för såväl människans som vår planets överlevnad och välbefinnande, ses de av de flesta som oönskade skadedjur – parasiterande, sjukdomsspridande, fula och otäcka varelser. Faktum kvarstår att de är några av jordens äldsta, viktigaste och mest framgångsrika djur. Frånsett bakterierna finns det faktiskt ingen annan djurgrupp som lyckats anpassa sig till och dra nytta av vår planets olika miljöer så bra som dem. Av de omkring 1,5 miljoner djurarter vi känner till idag hör cirka två tredjedelar till insekterna. Då hör det till saken att uppskattningar har gjort gällande att insekternas verkliga artantal i själva verket kan vara så högt som 25 miljoner. De finns i princip över hela vår jord, i större antal och med större total massa än alla andra djur sammantaget. I över 400 miljoner år har de utvecklats och undan för undan koloniserat vår planet, nisch efter nisch. Det är imponerande!

En stor del av framgången kan utan tvivel tillskrivas insekternas korta generationstid som underlättar snabb anpassning och artbildning. Lika viktig anses dock ofta deras storlek vara. Om de inte varit så små hade de förmodligen aldrig kommit att kunna utnyttja så många och så vitt skilda biotoper som de faktiskt gjort, och därmed aldrig heller kommit att överleva under flera hundratals miljoner år. Intressant då att de en gång i tiden, på den tiden då de på allvar började sprida sig över planeten, var oändligt mycket större än vad de är idag.

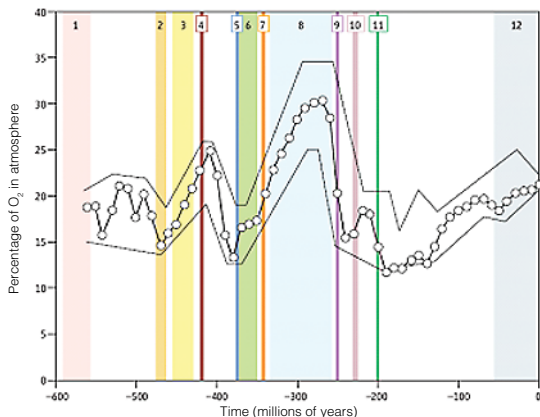
Jätteinsekternas tid

Det var under tiden karbon (för cirka 360–300 miljoner år sedan) som insekterna lade grunden till vad som skulle komma att bli en hundramiljontals år lång storhetstid. Som några av pionjärerna bland de djur som erövrade land kunde de röra sig tämligen fritt i de enorma men glesa sumpskogar som dominerade landskapet vid denna tid. I den relativt sett begränsade konkurrensen var förutsättningarna så gott som perfekta för tillväxt och expansion. Insekterna diversifierades snabbt och intensivt och de kom att växa ansevärt i såväl antal som storlek. Från att ha varit tämligen lika de millimeter- till centimeter-små kryp vi känner dem som idag, växte sig många insektsarter till stora, meter-långa varelser som för de flesta av oss idag nog skulle framstå som mycket skrämmande – mångfotingar på ett par upp till tre meter, halvmeterstora spindeldjur och tidiga släktingar till nutida trolsländor med vingspann på upp till 80 centimeter!

Om insekterna och deras närmsta släktingar förblivit jättelika under de miljontals år som förflutit, kanske vi idag aldrig ställt oss frågan varför och framförallt hur de kunde bli så stora. Storleksökningen skulle förmodligen setts som ett naturligt led i deras utveckling, och ännu ett bevis för deras massiva evolutionära framgång. Men, nu är ju insekter små och har så varit under i princip hela sin utveckling – förutom



Rekonstruktion av havsscorpionen *Megarachne*. Djuret levde under karbon och kunde bli strax över en halvmeter lång. Selden, P. A., J. A. Corronca, et al. (2005). "The true identity of the supposed giant fossil spider *Megarachne*." *Biology Letters* 1(1): 44-48.



Uppskattning av andelen syre i vår atmosfär över 600 miljoner år. Lägg märke till den tydliga toppen just kring karbon och 300-miljonerårsstrecket. Berner, R. A., J. M. VandenBrooks, et al. (2007). "Oxygen and Evolution." *Science* 316(5824): 557-558.

just under karbon. Betänker man vidare att det var vid just samma tidsperiod som de första bevingade och flygande insekterna utvecklades, börjar man misstänka att något, i alla fall från insekternas synvinkel, inte riktigt var "som vanligt" under dessa miljontals år. Något gynnade just dem alldeles speciellt – men vad?

En värld full av syre

I takt med att kunskapen om dels insekternas speciella fysiologi, dels vår planets fysiska och biologiska



En halvmeterstor spindel ... Detta är ingen utopi utan var verklighet för länge, länge sedan. Ja, under karbon, när atmosfären troligtvis var betydligt mer syrerik än idag, frodades jätteversioner av både spindlar, trollsäländor, skorpioner och tusenfotingar på vår jord. Foto © Sedgwick Museum of Earth Sciences, University of Cambridge.

utveckling ökat, tror man sig idag veta hur och varför insekterna växte sig så stora under karbon. Alla geologiska ledtrådar tyder nämligen på att jordens atmosfär under detta tidsintervall, till följd av stora förändringar i jordens biologiska sammansättning och processer, upplevde en syretopp med en procentuell andel cirka 70 procent högre än den vi har idag. För insekterna, som till skillnad från de flesta andra djur inte nyttjar aktiv andning utan istället andas "passivt" – det vill säga genom öppningar runt kroppen som tillåter luft att passera in och ut fritt – torde detta innebära stora fysiologiska förändringar, inte minst då det är just andningen – syrediffusionen in och ut genom kroppen – som anses vara och alltid varit tillväxtbegränsande för dem.

Teoretiskt sett skulle en ökad syrekonzentration i atmosfären, genom att effektivisera andningskapaciteten, helt enkelt leda till att insekterna skulle kunna växa sig större. Enligt samma princip torde en minskad syrekonzentration minska andningskapaciteten och därmed även kroppsstorleken. Under karbon sker just detta; först en enorm tillväxt i samband med en alltmer tilltagande syrekonzentration, följt av en förminskning av samma djur i samband med att mängden syre återigen sjönk. Nutida djurförsök har stärkt denna teori genom att påvisa proportionerlig tillväxt hos skalbaggar i

syrerik miljö över bara några få generationer.

Men var kommer då vingarna och flygkapaciteten in i bilden? Hur skulle en ökad syrehalt kunna producera vingar? Jo, genom att höja atmosfärens och luftens densitet och turbulens (Reynolds-nummer), skulle en ökad syrekonzentration indirekt kunna ge evolutionära fördelar till alla eventuella antydningar till aerodynamiska strukturer och därmed effektivisera, kanske även initiera, ett liv högt ovanför marken. Väl där torde de första vingförsedda, flygande insekterna ha haft så fritt spelrum bland alla nya nischer, så stort övertag jämfört alla markbundna organismer, att kvantitativ tillväxt såväl som kvalitativ utveckling varit oundviklig.

Gåtan med jätteinsekternas uppgång och fall, precis som gåtan med de första bevingade organismernas uppkomst tycks alltså vara löst. Frågan är snarare hur framtidens insekter kommer att se ut och fungera, hur de kommer att fortsätta att utvecklas och anpassa sig till vår ständigt föränderliga värld. En sak kan vi vara så gott som säkra på – som art kommer de att överleva både dig och mig och alla våra avkomlingar.

Maria Åkesson, geolog från Lunds universitet.

Mannen som utforska

Från geoforskning i tidig ålder i Fågelsångsdalen i Skåne, vidare mot den skandinaviska fjällkedjan. **Maurits Lindström** var en mångsidig, internationellt erkänd geolog – som under senare delen av sitt liv ägnade sig allt mer åt att studera meteoritkratrar i den svenska berggrunden.



Maurits Lindström i guidningstagen vid en exkursion till resterna av meteoritkratern i jämtländska Lockne i augusti 2007. Foto: Helje Pärnaste.

skalfossil i en del av mellersta ordovicium. Följande år presenterade han vid endast 22 års ålder ett pionjärbete som skulle göra honom till en förgrundsfigur inom paleontologi. Det gällde konodonter, en typ av fossil som har fått stor betydelse för utforskandet av jordens och livets utveckling genom att de kan användas för relativ åldersdatering. Längre hade man skiftande uppfattningar om vilken typ av organismer som de representerar. Lindström bidrog med en hypotes i en gedigen monografi över konodonterna som kom ut 1964. Man har senare kommit underfund med att de är tänder av en typ av tidiga ryggradsdjur av enkel byggnad.

År 1958, dagen innan han fyllde 26 år, disputerade Maurits Lindström på en avhandling med en helt annan inriktning, nämligen spåren efter tektoniska rörelser i vår fjällkedjas berggrund. Avhandlingen bestod av flera delar. I den sista tog han tillbaka en slutsats i den första om tre faser som den definitiva förklaringen till variation i sprickmönster. Det visar att Lindström, till skillnad från alltför många forskare, inte envist läste sig vid vad han en gång skrivit. På avhandlingen blev han docent, endast 26 år gammal. Så småningom kom han in på ytterligare ett huvudspår i geologin, nämligen sedimentologi, ett spår som ökade möjligheterna att tolka utvecklingen i fjällkedjan.

Efter att ha vikarierat för professor Brinkmann vid universite-

Maurits Lindström, professor emeritus i allmän och historisk geologi vid Stockholms universitet, avled i november 2009 efter en längre tids sjukdom. Han föddes i Stockholmsområdet den 10 maj 1932 som son till härads-hövding Per Gustaf Lindström och dennes hustru Hedvig Ulrika, född Ahlström. Eftersom fadern var jurist ansågs det självklart att så skulle även Maurits bli – han valde därför latinlinjen för sina gymnasiestudier, som genomfördes på Katedralskolan i Lund dit familjen flyttade när han var sju år. Studentexamen avlade han där 1950.

En faster tog med den sjuårige pojken till Limhamns kalkbrott för att visa honom fossil. Därmed var nog intresset för paleontologi väckt. Maurits Lindström kom sedan under gymnasietiden i kontakt med docenten J. Ernhold Hede vid Paleontologiska institutionen vid Lunds universitet. Hede uppmuntrade honom att genast påbörja forskning i de ordoviciska skiffrarna i Fågelsångsdalen strax öster om Lund. Det korta avståndet gjorde att Lindström inte behövde något annat transportmedel än cykel. Omedelbart efter studentexamen började han läsa geologi vid universitet och redan 1953 utkom hans första vetenskapliga publikation. Den handlade om

de meteoritkratrar

tet i Bonn sommarterminen 1964 och varit gästprofessor vid Ohio State University 1965 lämnade Maurits Lindström 1967 Lund för en professur i geologi vid Phillips-Universitet i Marburg. Där satte han ännu bestående spår i form av en kurs i marin geologi i Roskoff, ett laboratorium för experimentell sedimentologi samt periodikan *Geologica et Palaeontologica*.

Under åren där fortsatte han sina undersökningar i Sverige, framför allt i Skåne och fjällen. 1984 lämnade han Marburg för professuren i allmän och historisk geologi vid Stockholms universitet, en tjänst som han uppehöll till pensioneringen 1997.

Pensioneringen gav Maurits Lindström frihet att fortsätta sin forskning. Nu hade han kommit in på ytterligare ett annat specialområde, nämligen meteorit-relaterade strukturer. Han var med om att inleda studiet av meteoritstenar inbäddade i ordoviciska kalkstenar från Västergötland. Meteoriterna har senare kunnat kopplas till en kollaps för ca 470 miljoner år sedan av en asteroid, vars rester än i dag fortsätter att falla ned över oss. Det var dock främst spåren i berggrunden efter nedslagen som intresserade Lindström. I Jämtland identifierade han sådana spår i Lockneområdet. Han ägnade Locknekratern stort intresse och gjorde där en betydande insats för spridningen av geologiintresset bland allmänheten. Ett museum grundades i Ångsta, Lockne, och där hölls det även internationella symposier under medverkan av världens ledande meteoritforskare.

Maurits Lindström valdes in i Kungliga Fysiografiska Sällskapet i Lund 1973 och i Kungl. Vetenskapsakademien 1985. Hans betydelse för utforskningen av Sveriges geologiska byggnad och historia markeras även av

att han 2009 utsågs till Årets Geolog av Naturvetarförbundets Geovetarsektion, en utmärkelse som tyvärr inte hann överräckas till honom personligen. I samband med Lindströms 75-årsdag 2007 uppvaktades han av Geologiska Föreningen med ett dedicerat häfte av GFF (vol. 129, del 2), där det förutom vetenskapliga uppsatser finns en beskrivning av hans gärning med en lista över hans publikationer. Tyvärr saknas i förteckningen den artikel han på 1940-talet tillsammans med John Sjöström skrev i Grönköpings Veckoblad, inspirerad av ett radioprogram. Artikeln handlade om hur man skulle kunna utnyttja grisuppfödning för energiproduktion!

Maurits Lindström var en god pedagog med stor talang att åskådliggöra fossil och berggrund på svarta tavlan med hjälp av elegant formade och färglagda teckningar. Han var helt övertygad om att geologistudenter måste ut i terrängen för att verkligen lära sig ämnet – något som ekonomin inte alltid tillåter i önskad omfattning. Vid exkursioner för Vetenskapsakademiens ledamöter blev Lindström känd för sin förmåga att levandegöra de mest komplicerade geologiska förlopp. Han var vidare initiativtagare och en av författarna till den stora läroboken *Sveriges Geologi*. Vid denna tidpunkt hade han initierat och lett en översyn av svensk stratigrafisk terminologi som ska resultera i ett nytt regelverk. Detta arbete är i hamn men har inte hunnit publiceras.

Ett kännetecken för Maurits Lindström var hans positiva relationer till sin omvärld. Som person var han en sann gentleman. Han avslutade ett skriftligt meningsutbyte med en kollega med slutsatsen att båda hade delvis rätt och uttryckte sitt pragmatiska rättesnöre i tre punkter: *Den lilla tid vi har är*

mest effektivt förlösad med irritation mot andra; vi har ett litet yrke i ett litet land; vi vill ha våra kollegor som vänner (GFF 81, 1959). Den kritik han ändå hade lindade han in i spetsfundiga formuleringar, värdiga den jurist han aldrig blev. Ett undantag från inlindandet kom den gång då han och hustrun Ulla hade råkat in i ett uigur-upplopp i nordvästra Kina. Kollegan och guiden Chen Junyuan rymde fältet i anledning av upploppet och lämnade Maurits och Ulla att ordna resan därifrån på egen hand. Det berättade han rakt fram, dock utan att fälla några omdömen, men vad han tyckte stod helt klart.

Maurits Lindström kunde ibland verka formell i sitt uttrycksätt, men han hade ett speciellt sinne för humor och kunde överraska sina åhörare med djärva, men fint inlindade skämt. Trots att han inte precis var någon idrottsmannatyp var han seg och uthållig i fält, helt obekymrad om dåligt fjällväder och olämplig klädsel. Den sistnämnda bestod, åtminstone i hans yngre dagar, av avlagda, söndervittrande kostymer, från vilka de trasigaste bitarna klipptes bort då han skulle söka logi.

Genom sin inriktning på ett flertal av geologins olika områden blev Maurits Lindström ett exempel på en allround geolog som man knappast finner i nutiden. Hans entusiasm och kunnskap gjorde att han blev en mentor och inspirationskälla för många yngre geologer. Med hans bortgång förlorade svensk geologisk forskning en sällsynt bred och allmänskunnig vetenskapsman och uppskattad kollega.

*/ Jan Bergström, professor emeritus, Naturhistoriska riksmuseet.
Jan Lundqvist, professor emeritus, Stockholms universitet.*

Geologiskt forums stödprenumeranter 2010



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



Täcktkonsulter 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

v. 16 Polarvecka i Ånn. Polarveckan är en arena där forskare och beslutsfattare möts för planering och diskussioner kring kommande vetenskapliga och logistiska satsningar i polartrakterna. Mer information på www.polar.se/forskarsidor.

23 april Välkommen till Geologiska Föreningens halvdagskonferens om populär-vetenskap.

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

8-12 juni avrundas Internationella polaråret med en konferens som hålls i Oslo. Forskare, lärare, kommunikatörer, organisationer och företag som arbetar i eller med polartrakterna bjuds in att delta i **IPY Oslo Science Conference**. Den vetenskapliga konferensen pågår 8-12 juni med sex olika temagrupper, samtidigt pågår en PolarFESTIVAL i centrala Oslo. PolarTEACHER är en egen konferens för lärare 6-7 juni. PolarEXPO ger utrymme för universitet, företag och andra organisationer som vill nå ut med sin verksamhet och knyta polarkontakter i form av utställningar. PolarCINEMA är en egen filmfestival i anslutning. Läs mer på webbplatsen <http://ipy-osc.no>.

10-12 maj Crafoorddagarna i Stockholm och Lund med prissymposier med mera. Läs mer på www.crafoordprize.com under länken Events.

31 maj- 1 juni. Konferens om Geologi och reseliv, från gråsten till klingande mynt. Läs mer på www.geologi.no/geoturisme.

VILKET ÄVENTYR!

Två åttaåriga killar fick sommaren 2008 världens chans! Torjus från Norge och Miro från Holland reste tillsammans med sina pappor (som båda är geologer) och mammor på en expedition i Arktis, anpassad för nyfikna barn som vill veta mer om polarområdena. Kosan styrdes mot Öst-Grönland. Reisen till istiden har gått som en miniserie i fem avsnitt på norsk TV. Barnens forskningsäventyr finns också presenterade i boken Resien till istiden, som är utgiven på Gyldendals förlag. Se de fina bilderna, läs mer om boken och bänka dig framför datorn med dina barn och se filmerna via www.reisentilistiden.no.

Reisen til istiden. To gutter på arktisk ekspedisjon är skriven av Ebbe Hartz och Trude Dybendahl Hartz. Den kom ut förra året på Gyldendals förlag i Norge.



★ Carl XVI Gustavs medalj *PRO MUNDO HABITABILI* tilldelas i år professor *Anders Karlqvist*, Polarforskningssekreteriatet, för hans epokgörande insatser för svensk polarforskning. Tidigare i år tilldelades han H.M. Konungens medalj av 12:e storleken i Serafimerordens band "för framstående insatser inom polarforskningen". Mer att läsa om Polarforskningssekreteriatet på www.polar.se.

★ 490 geologer deltog på det 29:e nordiska geologiska vintermötet som hölls i Oslo, den 11-13 januari. Arrangör var Norsk geologisk förening. Ett stort antal sessions gick av stapeln. Nytt för i år var bland annat temat "Communicating geology – Managing and informing". Internationella polaråret, Vetenskapliga kontinentala borrar i Norden och Glaciala perioder och kryogena processer är exempel på andra teman. Tack för arrangemanget och utmärkt genomförande, säger vi i Geologiska Föreningen i Sverige!

★ Forskarna har länge trott att norrsken, aurora borealis, och dess motsvarighet på södra jordklotet, aurora australis, är spegelbilder av varandra. Men så är inte fallet. Satellitbilder som är tagna över nordpolen respektive sydpolen samtidigt, visar att ljusfenomenen ser olika ut. Nu ska forskare inom ramen för det internationella polarårsprojektet ICESAR under tio års tid studera fenomenet närmare och försöka hitta svaret på varför norrsken och sydsken skiljer sig. Forskarna ska svara på frågor som om ljuset skiljer sig, inte bara i utbredning, utan även i intensitet. Är orsaken till skillnaderna att det kommer in mer energi (solvind) vid en av polerna?

Stenen från Larvik som blev nationalbergart

I slutet av förra året kom boken om den norska stenen som kommit att bli vårt grannlands stolthet. Larvikitt.

Unik? Ubetinget. Bergarten finnes bara runt Larvik i Norge. Vakker? Absolutt. Det blå fargespillet bergtar de fleste. Eksklusiv? Definitivt. Fordi den vitner om soliditet og velstand.

Så inleder bokens redaktör, Halfdan Carstens, boken *Larvikitt. Unik, vakker og eksklusiv* som kom ut i slutet av förra året.

Larvikitt är bergarten som bildades för nästan 300 miljoner år sedan och är en del av det som idag kallas för Oslofältet. Oslofältet utbreder sig väster om Oslofjorden och sträcker sig från Langesundsfjorden i söder och en bit norr om Oslo, till området kring sjön Mjøsa. Larvikittbergarterna stelnade på djupet, flera kilometer ner i jordskorpan, men har under årmiljonerna kommit upp i dagen genom olika geologiska processer.

Bergarten finns i många varianter/typer och flera av dem har varit i produktion inom stenindustrin. Allt från röd tønsergit, till Klåstad

Boken *Larvikitt – Unik, vakker og eksklusiv* är skriven av Anne Kristine Børresen och Tom Heldal. Redaktör: Halfdan Carstens. Den utgavs av GeoPublishing AS, 2009. 152 sidor. Kan beställas exempelvis via sajten www.geoportalen.no.

som är blåsvart eller den mer gråmelerade stenen med namnet Kjerringvik.

Larvikitt har säkert fascinerat och lockat i alla tider, säkert lika länge som det funnits människor på norska Vestlandet. Och redan den tyske geologen Leopold von Busch (1774–1853) beskrev larvikitt i början av 1800-talet. Den norske geologen Waldemar Christopher Brøgger (1852–1940) gav bergartstypen, som han beskrev som unik, namnet laurvikitt, efter Laurvik som staden Larvik tidigare hette. Både staden och bergarten har bytt namn sedan dess.

Flera norska stenkyrkor från

1000-talet och framåt har byggts av larvikitt. Det kungliga slottet i Oslo fick på 1820-talet sin grund lagd av röd Tønserbergitt. På Rådhusplatsen i Oslo finns en av fyra sittande kvinnostatyer från 1950-talet som bildhuggaren Emil Carl Jonas Lie lät hugga ut ur larvikitt. Och sten från larvikitsbygden finns på många platser i världen, inte minst i ett stort antal moderna byggnader.

Den som vill veta mer om larvikitt, stenen som år 2008 blev utsedd till Norges nationalbergart läser med fördel denna kunskapsbok som är både lättläst och faktafylld.

/ Anna Kim-Andersson



En turist i London fotograferar en fasad som är cirka hundra år gammal och byggd av svensk granit och norsk larvikitt. Foto: Tom Heldal.



Skilj på **klimatforskning** och klimattyckande

Professor emeritus David Gee fick Sista ordet i förra numret av Geologiskt forum. Här bemöts hans uttalanden om klimatet av professor Dan Hammarlund.

David Gee uppmanar i senaste numret av Geologiskt Forum inte bara klimatdiskussionen utan även själva klimatet att ta "time-out". Detta kommer naturligtvis inte att ske. Jordens komplexa klimatsystem kommer i grunden att uppvisa samma typ av dynamik som det gjort i såväl geologisk som historisk tid, dock sannolikt med en alltmer skönjbar påverkan av mänskligheten. Gee ger en i huvudsak riktig bild av de naturliga klimatförändringar som klarlagts genom paleoklimatisk forskning. Därefter kliver han emellertid rakt i den fälla som har gillrats av oljebolagsfinansierade och andra ekonomiska och politiska organisationer på diverse dubiösa webbsidor. Kardinalfelet som upprepas likt ett mantra av Gee och andra klimatskeptiker är förutsättningen av ett linjärt samband mellan atmosfärens koldioxidhalt och den globala medeltemperaturen under den tid då mätdata finns tillgängliga. Detta är ett naivt antagande som faller på sin egen orimlighet eftersom det finns ett antal andra processer som har stor betydelse för jordens temperaturutveckling över tiotals år, och därmed delvis maskerar de fysikaliskt välkända sambanden mellan växthushushalter och jordens strålningsbalans. Hit hör till exempel större vulkanutbrott och annan (delvis mänskligt betingad) tillförsel av luftburna partiklar till atmosfären, samt den så kallade El Niño-dynamiken i Stilla Havet.

Gee menar sig kunna sammanfatta klimatforskningens slutsatser på ett vetenskapligt mer korrekt och mindre

politiskt färgat sätt än vad som presenterats i IPCC:s senaste rapport, nämligen som att det inte finns något samband mellan växthushushalter och klimat. Trots att IPCC ytterst noggrant har beaktat alla kända klimatpåverkande processer, inklusive de ovan nämnda, har man kommit till slutsatsen att "största delen av den globala uppvärmningen sedan mitten av 1900-talet med 90 procents sannolikhet har orsakats av människans utsläpp av växthushushalter". Med beaktande av resonemanget ovan om olika påverkande processer och klimatets inneboende variabilitet ter sig IPCC:s balanserade och vetenskapligt underbyggda slutsats fullt rimlig, och även väl illustrerad med de data som Gee visar i sitt inlägg. Hans uppmaning till minskad oro och fortsatt nyttjande av fossila bränslen rimmar för övrigt illa med KVA:s uttalande i frågan. Inlägget ska inte ses som någon sorts populärvetenskaplig sammanfattning av KVA:s ståndpunkt trots den försätliga kopplingen till denna.

Till skillnad från David Gees inlägg så är IPCC:s rapporter ingalunda några politiska partsinlagor. Varje mening är vägd på guldväg och vetenskapliga sammanfattningar och slutsatser har granskats minutöst av en stor mängd oberoende forskare inom olika relevanta discipliner på ett sätt som vida överstiger de mest prestigefyllda tidskrifternas kvalitetskontroll. Misstag är dock oundvikliga i alla system. Men trots oljelobbyisternas idoga attacker så minskar varken gammal epost-kommunikation eller felaktigheten om Himalayas glaciärer trovärdigheten för IPCC:s huvudsakliga och vetenskapligt välgrundade teori, nämligen att mänskligheten med stor sannolikhet påverkar klimatet. Märk väl att detta är en teori som ännu inte har förts i bevis (och kanske aldrig kommer dithän). Det samma gäller till exempel Darwins utvecklingslära och stora delar av den moderna medicinen. Att förespråka "business as usual" mot bakgrund av dagens kunskap om klimatsystemet är direkt jämförbart med att ge kreationismen utrymme i skolan eller att avvakta med behandling av HIV-patienter till dess att det finns läkemedel med bevisat 100-procentig verkningsgrad.

Den seriösa klimatforskningen och dess relevans i samhällsdebatten kommer knappast att ta "time-out", säkert inte heller den ekonomiskt och politiskt grundade klimatskepticismen. De flesta av Geologiskt forums läsare torde emellertid vara kapabla att skilja agnarna från vetet, det vill säga att skilja politiskt tyckande från vetenskap.

/ Dan Hammarlund, professor i kvartärgeologi, Lunds universitet.



Dan Hammarlund är också ordförande för nystartade SWEDQUA, som vi skrev om i förra numret av Geologiskt forum.

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 juni 2010. Kontakta redaktör Anna Kim-Andersson, tel 036-440 01 20, anna@qi-media.se

SÄLJES

Liten guld nugget

Uppskattningsvis 70-80 procent guld, ca 6,5 x 6 x 1 mm, ser i formen ut nästan som Australien. Den är inte värd så mycket, men de små ooxiderade silvernuggets funna i naturen i Sverige har ju ett enormt samlarvärde. OBS! Det blir silverstreck på säkringar av dem. Silver förenar sig kemiskt med svavel och svartnar därför i luft, som innehåller gasformiga svavelföreningar.

Dessutom nedanstående böcker, som jag inte kan släpa med mig på min kommande guldgrävarresa:

- Per H Lundegårdh och Sven Laufeld: *Nordstedts stora stenbok – Mineral, bergarter, fossil*
- Per H Lundegårdh: *Lilla stenboken*
- Per H Lundegårdh: *Leta guld i Värmland*
- Per H Lundegårdh: *Stenar i färg, Känn Ditt Land: Svenska kartor*
- Carl-Olof Morfeldt och Leif-Tage Jansson: *Marken vi står på – Bergrunden, jordtäcket, grundvattnet*
- Rainer Bode: *Ädelstenar – kristaller och andra mineral*
- Troels V. Østergaard och Gregers Jensen: *Stenar och block*
- Walter Schumann: *Ädelstenar och prydnadsstenar*
- Walter Schumann: *Samla stenar*
- David F Olson: *Slipa stenar*
- R f Symes och personal vid The National History Museum, London: *Stenar, mineral och bergarter*

Kontakta John, Stockholm, Mobil: 0762 24 93 85, e-mail; seacruisers@yahoo.com.
Allt bortslumpas för 1500 kr på grund av resa.

BLI STÖDPRENUMERANT

Geologiska Föreningen erbjuder företag och organisationer en möjlighet att vara med och stötta utgivningen av Geologiskt forum. Stödprenumeranter får exponering i tidskriften varje nummer 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? Hör av dig till Anna Kim-Andersson, tel 0708-205010, e-post anna@qi-media.se eller info@geologiskaforeningen.nu