

GEOLOGISKT FORUM



Nr 77 MARS 2013
ÅRGÅNG 20

Drömmen om
*ett koldioxidneutralt
samhälle*

*Klarälvens
meanderlopp*

In Memoriam:

Jan Bergström

INNEHÅLL nr 77 mars 2013



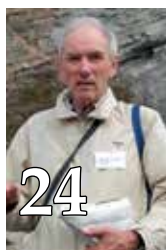
NYHETER OCH REDAKTIONELLT

Notis och ledare.	3
Iskärnor berättar om Grönland under Eem. <i>Stockholms universitet.</i>	4-5
Aktiva bakterier i berggrunden. <i>Linnéuniversitetet.</i>	6
Skoledagarna gör film om vattnets kretslopp. <i>Kaarina Ringstad.</i>	7
Notis: 20 000 jobb!	8
Stödprenumeranter 2012.	28
Kalendarium och notiser.	29
Att läsa: Geologisk naturvård i Europa. / Järnmannen - en geologs dagbok.	30
Sista ordet: Framgångsrik strategi för Boliden. <i>Hans Årebäck.</i>	31
Geologiska Föreningens årsmöte och exkursion 2013.	32

SIDA

ARTIKLAR & REPORTAGE

Helikopterburen geofysik ger nya perspektiv. <i>Carl-Axel Triumf et. al.</i>	9-11
Lagra koldioxid. Drömmen om ett koldioxidneutralt samhälle. <i>Ingrid Anell.</i>	12-15
Erosionsformer i Kalmarsund. <i>Fredrik Klingberg och Olof Larsson.</i>	16-17
Klarälvens meanderlopp. <i>Jan Lundqvist.</i>	18-23
In Memoriam: Paleozoolog, geolog och folkbildare. <i>Per Ahlberg och Stig M. Bergström.</i>	24-27



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

Den utlovade artikeln om geologen Lennart von Post kommer att publiceras i marsnumret av Geologiskt forum, 2013, istället för i detta nummer. I marsnumret är planen att du också ska få veta mer om till exempel Klarälvens meandrar, om digitala höjdmodeller och om koldioxidlagring på Grönland.

Ansvarig utgivare: Mikael Calner

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

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

Omslagsbild: Trilobit av släktet *Nileus* från den mellanordovi-
ciska Gullhögenformationen i Hällekisbrottet på Kinnekulle.
Foto: Per Ahlberg.

Upplaga: 900 ex.

Tryckeri: Masala media.

Ordinarie lösnummerpris: 75 kr.

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

ISSN 1104-4721

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

Tidningen har sedan starten 1994 publicerat populärveten-
skapliga artiklar inom geovetenskapens alla områden. Tid-
ningen 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 2013.

Europa siktar mot Mars och Jupiter

De europeiska rymdministrarna har beslutat om Europas rymdpolitik och den europeiska rymdstyrelsen Esas budget åren 2013-2017. Totalt är tio miljarder euro avsatta till Esas olika rymdaktiviteter och rymdprogram.

Esa har flera intressanta planerade projekt. Projektet Juice, Jupiter icy moons explorer, är en sond som ska gå till Jupiters istäckta månar. Sonden planeras att skickas iväg år 2022 och det kommer att ta åtta år för sonden att komma fram.

En annan resa går till Mars 2018. Exo-Mars är ett europeiskt-ryskt samarbete som syftar till att landsätta en "rover", det vill säga ett fjärrstyrt fordon på Mars yta. Rovern ska borra i marken samt undersöka mineral och leta efter eventuella tecken på liv.

Utöver dessa två projekt har Esa flera andra rymdprogram och satsningar på gång. Däremot blir det ingen europeisk månlandning inom överskådlig framtid. Det planerade samarbetet med Kina om en sol-övervakningssatellit kommer inte heller att bli av.

Vad kostar Sveriges rymdengagemang?

– Sverige satsar totalt 900 miljoner kronor per år på rymdverksamhet via Rymdstyrelsen, berättar rymdstyrelsens generaldirektör Olle Norberg för tidningen Ny Teknik. Sedan går det ytterligare cirka 100 miljoner från statskassan till rymdforskning, främst via Institutet för rymdfysik och SMHI. Pengar går också till teknikutveckling vid universitet, och en grundplåt till basen i Esrange utanför Kiruna där Rymdbolaget förutom att sända upp raketer och ballonger tar ner satellitdata.

Mer att läsa på European Space Agencys webbplats: www.esa.int och på Rymdstyrelsens webb: www.snsb.se

Det är fler än amerikanska NASA som vill vara med och utforska Mars. Esas generaldirektör Jean-Jacques Dordain och chefen för ryska Roscosmos Vladimir Popovkin möttes på Esas huvudkontor i Paris den 14 mars för att signera överenskommelsen om de två rymdbolagens partnerskap gällande Exo-Mars.



Med boxhandskarna på

Mjölksyra och tung andhämtning. Min sparringpartner håller upp "mitsar", en slags kuddar, som jag får slå på. Det är svettigt och jobbigt och ovana rörelser. Jag går på ett Box-pass på mitt gym i min hemstad. Det är en ny form av grupp-pass som jag inte gått på förut. Sparringpartnern är tyngre, längre och mer muskulös. I mina armar gör det mest ont och kroppen darrar av utmattning. Varför utsätter jag mig själv för detta?

Jag rannsakar mig själv. Samtidigt som det är tuftt och kämpigt så är det också roligt. Adrenalinet går igång och efteråt kommer välbehagskänslor. Vetskapen om att all möda kommer att ge resultat så småningom i form av bättre kondition och bättre styrka – adderar kraft som bär långt. Det är också kul och en sporre i sig att träna tillsammans med andra. Och sist men inte minst, att göra något helt nytt, jag tror att det finns en vits med det. Att våga ge sig ut på okänd mark ibland. Våga testa sina gränser. Lära mer. Smaka annorlunda. Det är nyttigt även om det bara handlar om att gå på ett nytt slags gympass.

Vad kommer du göra för nytt i vår? Vad är din utmaning? Som ledamot i Geologiska Föreningens styrelse ser jag en hel del utmaningar framöver för vår förening. Vi behöver nå ut bredare. Värva medlemmar. Bli bättre på att förnya oss, skapa aktiviteter, ge mervärden och innehåll. Kanske har du tips och tankar på HUR vi tillsammans kan uppnå allt detta. Vad kan vi göra som förening för att bli bättre? Du får gärna också förmedla hur du tror att Geologiskt forum kan utvecklas. Jag vill gärna anta utmaningen och gå en rond med tidningen i fokus. Sänd ett mejl till info@geologiskaforeningen.se och tipsa.



Jag vill också passa på att önska dig en skön vår!

/ Anna Kim-Andersson,
populär-
vetenskaplig
redaktör

Iskärnor berättar om Grönland under Eem

En ny studie av isborrkärnor från Grönlands inlandsis visar överraskande detaljer om svängningarna i jordens klimat för mer än 100 000 år sedan. Temperaturen var cirka åtta grader varmare än idag.



En ny studie visar överraskande detaljer om svängningarna i jordens klimat för mer än 100 000 år sedan och detta kan utnyttjas i dagens modeller av framtidens klimat i en allt varmare värld. Temperaturen på Grönland var cirka åtta grader varmare än idag under den förra värmeperioden Eem, för 130 000 till 115 000 år sedan, för att sedan gradvis kylas av – in i den senaste istiden.

De nya resultaten publiceras i den vetenskapliga tidskriften Nature den 24 januari och kommer från det internationella fleråriga isborrprojektet NEEM, North Greenland Eemian Ice Drilling, på norra Grönland som avslutades i somras efter att ha borrarat 2,5 kilometer ner till berggrunden.

– Analyserna av isborrkärnan visar på högre temperaturer under Eem än vad man med modeller har uppskattat för norra Grönland, säger Margareta Hansson, professor i miljövetenskap vid Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholm universitet, och ledare för det svenska deltagandet i projektet. Forskare från Stockholms-, Uppsalas och Lunds universitet har deltagit i borrarningarna tillsammans med deltagare från 14 olika nationer.

Trots den kraftiga uppvärmningen under Eem, en period då havsnivån var ungefär 4-8 meter högre än i dag, var ytan på inlandsisen bara några hundra meter lägre än den nuvarande nivån. Detta indikerar att Grönlands inlandsis bara kan ha bidragit till mindre än hälften av den totala havsnivåhöjningen.

– Den goda nyheten från denna studie är att Grönlands inlandsis inte är lika känslig för temperaturökningar under interglaciala perioder som vi tidigare trodde, säger Margareta Hansson. Den dåliga nyheten är att om Grönlands inlandsis inte försvann under Eem så måste Antarktis inlandsis vara ansvarig för en betydande del av höjningen av havsnivån och därmed vara känsligare än vad vi har räknat med.

Isen från Eem-perioden visar tydliga tecken på att ytan på inlandsisen smälte. Smältvatten rann ner genom snön och frös åter i smältlager. Sådana smältlager är sällsynta i isen från de senaste 5 000 åren vilket ytterligare styrker att Eem-perioden var jämförelsevis varmare. Dagens ökande temperaturer gör det troligt att ytsmältning blir mer förekommande på Grönland och att de närmaste 50-100 åren får mer Eem-liknande klimatförhållanden.

– Det är en stor framgång för forskningen att samla och kombinera så många olika parametrar uppmätta i en iskärna och därigenom rekonstruera klimatutvecklingen under Eem-perioden, säger Dorthe Dahl-Jensen från Köpenhamns universitet och ledare för NEEM-projektet.

Från vänster till höger, övre rad: En volleybollmatch på NEEM. **Stegen leder från isens överyta ner till borrarstationen inne i isen. Nedre rad:** Lunch i lägrets huvudtält. Kurvor: i snön, arkitekturen och atmosfären, NEEM.

Mer information:

Margareta Hansson, professor i miljövetenskap vid Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet.

Tunnelbanebygge i Köpenhamn – granskas från Sverige

I vårt grannland Danmark byggs en ny ringlinje. Planeringen av Cityringen i Köpenhamn inleddes 2002 och omfattar en utbyggnad av den befintliga tunnelbanelinjen med en 15,5 km lång ringled runt centrum. Cityringen beräknas vara klar i slutet av 2018.

Den nya metrolinjen får 17 underjordiska stationer, som är placerade på som mest 30 meters djup. Totalt beräknas 233 800 resor göras per vardagsdygn med tunnelbanan.

Den nya Cityringen är kostnadsberäknad till 21,3 miljarder danska kronor (cirka 24 miljarder svenska kronor) och betraktas som det största byggprojektet i Danmark sedan kung Christian den IV anlade stadsdelen Christianshavn på 1600-talet.

Sveriges geotekniska institut, SGI fick i höstas ytterligare uppdrag som granskare av projekteringsunderlag för tunnelbanebygget i Köpenhamn.

– Totalt omfattar nu uppdraget 2,5 årsarbetskrafter för oss fram till nästa årsskifte, säger uppdragsledaren vid SGI, Karin Lundström. SGI fungerar som underkonsult till klassificerings- och konsultföretaget DNV, Det Norske Veritas, som i sin tur arbetar för beställaren Metroselskabet. Projektör och utförare av ringlinjen är det italienska byggkonsortiet Copenhagen Metro Team.

/ Källa: SGI.



Metrotåg vid DR Byen. Foto: Metroselskabet/Peter Sørensen.



Henrik Drake, forskare i miljövetenskap vid Linnéuniversitetet, har lyckats fastställa att det varit en påtaglig bakteriell aktivitet djupt nere i berggrunden under de senaste årmiljonerna.

Resultaten, som är viktiga vid planerandet av ett slutförvar för använt kärnbränsle, redovisas i en artikel i tidskriften Geochimica et Cosmochimica Acta.

Drake har analyserat kristaller av mineralet pyrit som bildats i syrefri miljö i sprickor djupt nere i berggrunden i Laxemar i Oskarshamn. Med hjälp av bland annat detaljerad in situ-teknik, har han studerat dess svavelisotopsammansättning.

– Vad som är mycket speciellt med pyriterna i Laxemar är att de visar en enorm spridning i svavelisotopsammansättningen, faktiskt den största spridningen som någonsin har uppmätts från en och samma plats, berättar Henrik Drake. Detta är ett tydligt bevis för förekomst av sulfatreducerande bakterier.

Drakes studie visar också att variationen inom enskilda kristaller var extremt stor, att svavelisotopsammansättningen vanligen blev tyngre i och med att kristallerna växte, samt att bakteriell sulfatreduktion kunde beläggas ner till mer än 900 meters djup.

– Resultaten ökar kunskapen om sulfidproduktion under ostörda förhållanden i djupa grundvatten både under dagens förhållanden och över en längre period, förklarar Drake. Mikrobiologiska och grundvattenkemiska undersökningar visar på dagens förhållanden och därför blir mina resultat, som visar på förhållanden miljoner år bakåt i tiden, ett bra komplement.

/ Källa: Linnéuniversitetet

Fotografiet ovan har inte med artikeln att göra direkt. Men Desulfovibrio vulgaris tillhör några av våra bäst studerade sulfatreducerande bakterier. Strecket i det övre högra hörnet är 0,5 mikrometer långt. Fotografiet kommer från Wikipedia.

Skolelever gör film om **vattnets kretslopp!**

För andra året i rad anordnar föreningen för Geologins Dag en skoltävling. I år har temat varit vattnets kretslopp, med ett särskilt fokus på grundvattnets del i kretsloppet. Klass 5:1 på Stenhamreskolan i Ljusdal har skickat in det vinnande bidraget. Grattis!

Eleverna i klass 5:1 har skapat en välkomponerad film som tar upp flera av de många aspekterna i vattnets kretslopp. De gör kopplingar till bland annat samhälle (vattenverk, avlopp och vattenrening med mera), naturgeografi (som världshaven och klimatet) och biologi (människokroppen) – allt i intresseväckande intervjuer och inslag.

Klass 5:1 vinner en stendlåda, förstöringskort och inte minst ett besök av en geolog (!) som visar och berättar mer om grundvatten.

Det vinnande bidraget går att ta del av på Geologins Dags webbplats: www.geologinsdag.nu.

Det här är Geologins Dags andra skoltävling. Tävlingen startade i samband med Geologins Dag i september och har pågått under hösten. Tävlingsbidragen utgörs av elevernas presentationer, som ska vara i en sådan form att de kan visas på Geologins Dags webb-plats: digitala kollage, bildspel, bilder och liknande. Jury är Geologins Dags styrelse.

/ Kaarina Ringstad, projektledare Geologins Dag



Geologins Dag är ett nätverk för geologiintresserade. En gång om året sker firande av Geologins Dag över hela landet. I år är det **den 14 september** som är dagen då det mesta händer! Läs mer på www.geologinsdag.nu

31:a Nordiska Geologiska Vintermötet

8-10 januari 2014, Lunds universitet

WWW.GEOLOGISKAFORENINGEN.SE

20 000 jobb!

De svenska gruvornas branschorganisation Svemin har i en enkät frågat gruvbolagen vilka personalbehov de har de kommande tio åren. Det visar sig att bolagen förväntar sig anställa nästan 5 000 personer till och med år 2022. Enligt enkäten behövs:

- 382 geologer
- 1143 bergarbetare
- 487 högscoleingenjörer
- 373 mekaniker
- 478 processoperatörer
- 38 kärnborrare
- 1 758 annan befattning

Man brukar räkna med en indirekt sysselsättnings-effekt om tre jobb per gruvarbetare, inom exempelvis skola, barnomsorg, restaurang, handel och annan service. Sammantaget genereras nära 20 000 nya jobb de kommande tio åren. Yrkeskategorierna är ett urval inom de viktigaste yrkesområdena. Under rubriken "annan befattning" finns exempelvis VVS-tekniker, maskinförare, underhållspersonal och särskild expertis riktad mot gruvbranschen.

/ Från nyhetsbrevet *Metaller och Mineral*, SGU.



Foto: Boliden

Vi jobbar med dina karriärutmaningar

**- SÅ DU KAN FOKUSERA PÅ
DE STORA FRÅGORNA!**

*Din vägvisare
genom karriären*

- » rådgivning, stöd, utveckling och nätverk
- » fackligt service- och trygghetspaket

Naturvetarna är akademikerförbundet för professionella inom life science, jord, skog och miljö, de fysiska vetenskaperna, matematik och data. Naturvetarna vill ge medlemmarna möjlighet att växa på arbetsmarknaden, både som individer och grupp.

**"Gör som jag,
bli medlem!"**

Ria Söderlund, geovetare,
medlem i Naturvetarna
sedan 2000.

naturvetarna.se



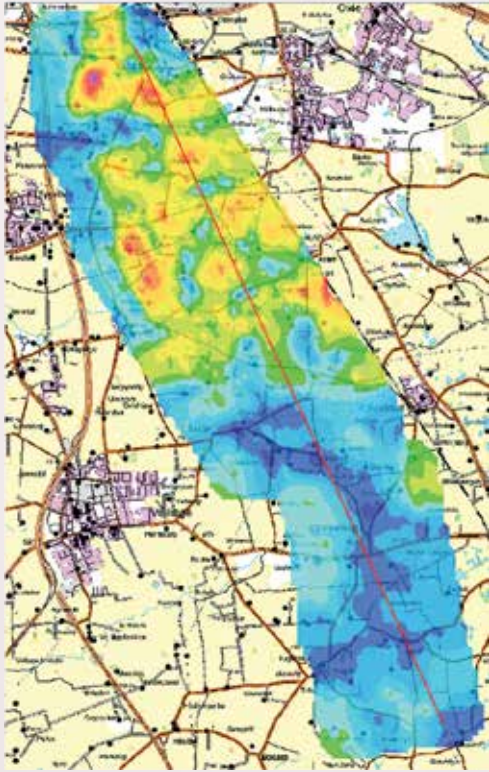
NATURVETARNA .SE



Helikopterburen geofysik ger nya **perspektiv**

Sveriges geologiska undersökning, SGU, har genomfört en inledande test av en ny helikopterburen geofysisk metod för undersökning av grundvatten i Skåne. Projektet beskrevs förra året i Geologiskt forum nr. 73. Här kommer fortsättningen på berättelsen – med resultaten från undersökningarna.

*Tack vare att SkyTEM metoden är
helikopterburen är den tidseffektiv.*



Vellinge är beläget söder om Malmö i sydvästra Skåne. De två bilderna representerar medelresistiviteten inom två tiometersintervall i området, -40 till -50 meter (t.v) samt -100 till -110 meter (t.h). I figuren till vänster finns en klar uppdelning med lägre resistivitet i de södra delarna av mätområdet (ner mot 10-20 Ohmm) och en högre resistivitet (80-130 Ohmm) i de norra delarna. Områdena med lägre resistivitet tyder på en ökad mängd salt i grundvattnet, men halten är sannolikt under smakgränsen (brukar definieras som ca 300 mg/l). I figuren till höger har resistiviteten sjunkit markant, men det finns fortfarande en nordlig del, där merparten av området har en medelresistivitet på 30-40 Ohmm medan de södra delarna ligger omkring <15 Ohmm. I den södra delen är troligen allt grundvatten tydligt påverkat (>300 mg/l) på detta djup. Vår tolkning är att södra delen av området är påverkat av salt grundvatten (>300 mg/l), medan det i den norra delen finns övervägande sött grundvatten.

Testet är ett led i arbetet med att utveckla bättre undersökningsmetoder för kartläggning av landets grundvattentillgångar. Försöksmätningen gjordes i sydvästra Skåne där de geologiska förhållandena liknar de i Danmark, som också är det land i vilket den nya metoden utvecklats. Sedan det förra reportaget har några av SGU:s geovetare förkovrat sig i tekniken och arbetat med att tolka de data som insamlades de gråkulna fältarbetsdagarna i januari 2012.

Metoden bygger på att man skickar elektromagnetiska signaler ner i marken från en utrustning som hänger under helikoptern. Marken reagerar på de inkommande signalerna genom att skapa nya signaler som sedan kan registreras i i utrustningen. Signalerna

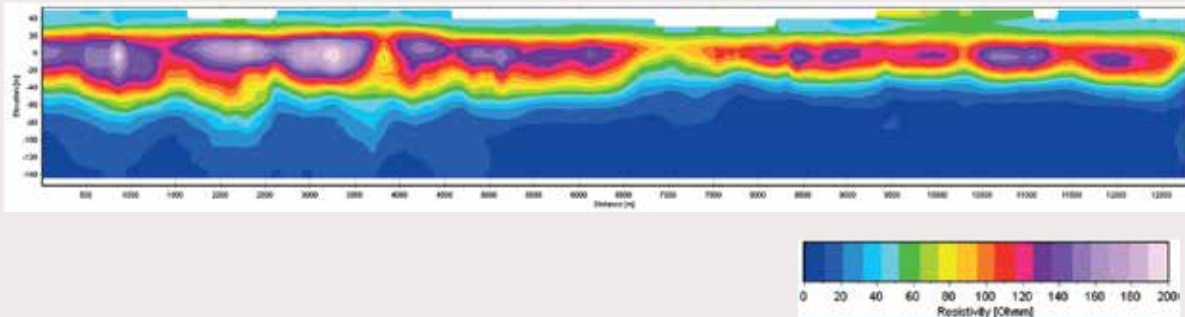
berättar om markens uppbyggnad då signalerna fortplantar sig olika i olika geologiska material.

De inkommande signalerna är mycket svaga och därför känsliga för störningar exempelvis från kraftledningar. Störningarna kan dölja hela eller delar av budskapet om markens uppbyggnad. Redan i mätplaneringen är det därför motiverat att välja mättriaktning så att störningarna minimeras. Att flyga vinkelrät över en kraftledning är exempelvis bättre än att flyga parallellt med den.

Att samla in, bearbeta och tolka data innebär hela tiden en omtanke om kvalitet. Även om mätplaneringen tagit hänsyn till störningar krävs noggrann kontroll av insamlade data. För att det slutliga resultatet ska bli bra och kvalitetssäkrat behöver man identifiera vad som

är bra data och vad som inte är det. Identifieringen går till på olika sätt, först automatiskt i datorn men den slutliga rensningen av störningar görs för hand. Målet är att filtrera bort det som är så stort att det kan ge en helt felaktig bild av hur marken är uppbyggd. När filttringen är gjord börjar processen med att ta fram en modell av markens uppbyggnad som bäst förklarar de uppmätta signalerna. Denna process kallas för inversion.

Inversionsresultatet visar hur den elektriska resistiviteten i marken kan vara fördelad. Den elektriska resistiviteten är kopplad till markens beskaffenhet. En kalksten som är fattig på lera har exempelvis en högre resistivitet än en lerig kalksten. Isälvsavlagringar med färskt grundvatten har ofta mycket hög resistivitet. Att studera fördelning-



Ovan: Resistivetsprofil längs mätområdet (se rött streck i figurerna på sidan 10). I undre delen av profilen kan man se skillnaden mellan den norra (t.v.) och den södra (t.h.) delen. I de norra delarna kan man se att 10 Ohmm-gränsen inte ens nås vid djup på -140 meter medan samma gräns nås redan på 60-80 meter i de södra delarna. I den övre delen av profilen syns också en skillnad mellan norr och söder, de norra delarna har generellt en större mäktighet med högre resistivitet. Detta tolkar vi som att mäktigheten med tillgängligt sött grundvatten är större i det norra området än i det södra.

Till vänster: Projektet beskrevs första gången i Geologiskt forum nr. 73, 2012.



gen av den elektriska resistiviteten i marken ger därför en bild av hur marken kan vara uppbyggd. Efter som mätningen utförs längs parallella flyglinjer som täcker en yta blir modellen också tredimensionell.

Inversionsmodellen ger ett möjligt alternativ till hur marken är uppbyggd men modellen måste kontrolleras mot befintlig information, främst borrhål. Där borrhågar saknas kan nya behöva genomföras för att det ska vara möjligt att värdera hur träffsäker modellen verkligen är.

De genomförda mätningarna i Skåne har gett spännande resultat. I marken finns en lågresistiv enhet på djupet. I dagsläget är hypotesen att den motsvarar det salta grundvattnet. Topografin hos enhetens överyta visar intressanta former. Ytan ligger omkring 40-60 meter un-

der havsytan i den sydöstra delen av undersökningsområdet medan den ligger betydligt djupare i ett nordvästligt avsnitt där den påträffas omkring 100 till 150 meter under havsytan. Orsakerna till denna skillnad kan vara flera men den hypotes som geovetarna på SGU arbetar efter just nu är att sänkan orsakas av spricksystem i kalkberggrunden som avvattar ett område beläget i nordöst. Färskvattenfyllda isälvsavlagringar och kalkstenar har högre resistivitet än de som är fyllda med salt grundvatten. Ett större flöde av sött grundvatten skulle här kunna trycka undan det salta grundvattnet till större djup. Det betyder att det finns ett område med gynnsammare uttagsmöjligheter här. Hypotesen är djärv och behöver givetvis kontrolleras. I planerna för uppföljning av modellen ligger kompletterande

geofysiska markmätningar och något borrhål.

Författarna är geologer och geofysiker vid SGU: Carl-Axel Triumf, Peter Dahlqvist, Mattias Gustafsson, Mikael Erlström, Niklas Juhojuntti, Mats Wedmark och Mehrdad Bastani.



Lagra koldioxid

Geologer vid University Centre in Svalbard, UNIS, har bedömt att det i Adventdalen finns unika förutsättningar för att forska kring möjligheterna att (och än mer troligt, faktiskt genomföra) lagring av koldioxid i sandstenslager djupt nere i berggrunden. Tanken är att den koldioxid som produceras ska tas om hand, från "source till solution", det vill säga från kolkällan via förbränning i kraftverk till en permanent lösning. I Longyearbyen innebär det konkret att man avser att fånga upp koldioxidutsläppen från byns kraftverk och pumpa ner det i en sandstensreservoar.

Longyearbyen ligger på Spitsbergen, en ö i Svalbards övärld i norra Barentshavet intill den mittatlantiska spridningsryggen. Här bor cirka 2 200 människor permanent. Byn ligger långt norr om polcirkeln i en karg och isolerad arktisk miljö och den omges av orörda och oförstörda, till synes oändliga, vidder. Att försöka bevara dessa vidder

i ett Arktis som balanserar på en knivsegg under hotet från klimatförändringarna var den drivande faktorn i arbetet med att utveckla Longyearbyens koldioxidprojekt. Tanken om ett koldioxidneutralt samhälle växte fram bland geologerna på UNIS under början av 2000-talet. Forskarna konstaterade att Longyearbyen har många gynnsamma förutsättningar när det gäller att studera koldioxidlagring. Först och främst är Longyearbyen en energimässigt självgående by, där lokalt producerat kol bränns i det lokala kraftverket för att tillgodose öns energibehov. Här finns möjligheten att skapa ett samhälle som tar hand om den koldioxid det producerar. Dess läge i Arktis, där klimatförändringarna märks mest, och tidigast, är dessutom betydelsefullt för att studera lösningar på koldioxidproblematiken. Samtidigt finns på platsen också universitetscentret, med geologisk expertis, med kapacitet att både forska och undervisa om koldioxidlagring. Adventdalen, där Longyearbyen

ligger, befinner sig geologiskt sett i en tertiär bassäng. I sen krita, när de kontinentala plattor där Grönland och Norge är belägna började skiljas åt och Atlanten skapades, bildades en dextral förkastningszon och kompression norröver mellan Grönlands norra spets och Svalbard (Faleide et al., 1984; Harland, 1969). Kompressionen bildade ett deformationsbälte och genererade material för den tertiära bassängen. Under de tertiära lagren finns tjocka skifferlager från jura och krita och under dessa flera större sandstensansamlingar från trias. Det är i dessa sandstenar som geologerna vid UNIS avser att pumpa ner och förvara koldioxid.

År 2007 inleddes projektet med att man började borra brunnar för att finna och utvärdera en potentiell reservoar. Två brunnar borrades nära byns flygplats och en tredje cirka fem kilometer in i Adventdalen. Dessa tidiga brunnar hade alla problem med brunnstabilitet på grund av att det finns en förkastningszon på 380-480 meters djup



Ovan: Mitt i Adventdalen, fem kilometer från Longyearbyen, ligger UNIS CO2 Well Park där ett flertal brunnar har borrats djupt ner i berggrunden. Här har geologer kunnat identifiera en sandstensresevoir att lagra koldioxid i. Foto: Miriam Marquardt.

Bakgrundsbild: Longyearbyen "sky-line", där man ser det lokala kraftverket som drivs av lokalproducerat kol. Förhoppningen är att alla utsläpp av koldioxid istället för att gå ut i luften ska fångas upp och förvaras djupt under marken – i tusentals år. Foto: Ingrid Anell.

Världens nordligaste samhälle, Longyearbyen på den 78:e breddgraden, har kommit en bra bit på vägen med att förverkliga drömmen om att bli ett koldioxidneutralt samhälle.

MER OM KOLDIOXIDLAGRING

Det har under de senaste åren blivit uppenbart att människan måste hitta lösningar för att minska mängden koldioxid i atmosfären för att bekämpa klimatförändringarna. Klimatförändringar och planetens egna invecklade system är fortfarande inte fullt förstådda, men att vänta och se huruvida vår planet kommer att bekämpa koldioxiden själv, är inte ett alternativ. En sak är nämligen forskarna ense om, koldioxiden i atmosfären har ökat markant och det är en effekt som människan har bidragit till. I och med befolkningstillväxten och fortsatt ekonomisk utveckling anses det osannolikt att vi kommer att kunna minska vårt energibehov eller inom närmaste tiden hitta fungerande miljövänliga energialternativ. Forskare studerar därför intensivt möjligheterna att öka koldioxidfångst och -förvaring (Bachu, 2003).

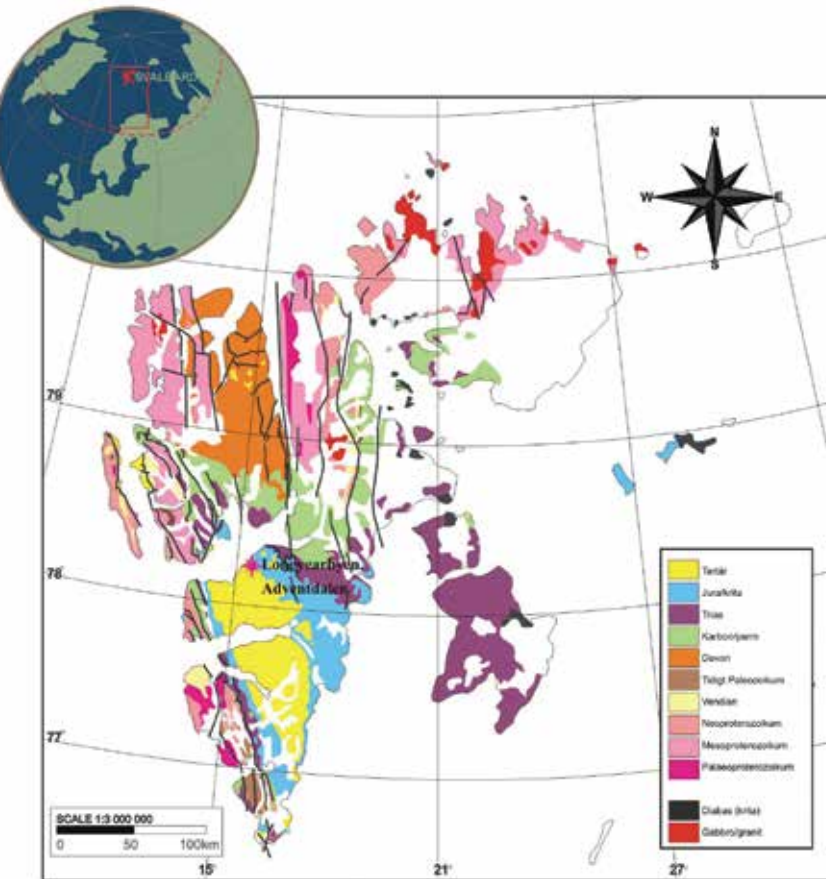
Koldioxid upptas och återvinns naturligt i olika cykler – fysiskt, kemiskt

och biologiskt – i havet, jorden och marken, i sten och mineral och så vidare. Forskare hoppas bidra till att lösa problemet genom att öka mängden permanent eller semi-permanent förvarad koldioxid i dessa cykler. De har kommit fram till att den potentiellt största kapaciteten att förvara koldioxid finns i sandstensreservoarer, och att den metoden samtidigt representerar det minst riskabla sättet.

För att kunna lagra koldioxid krävs förhållanden som är mycket lika de naturliga förhållandena, skapade genom de geologiska processer som lagrat olja. För förvaret behövs en porös reservoar, ofta en sandsten, och det behövs ett tak, en tät skiffer, som hindrar koldioxiden från att migrera tillbaka till ytan. Det krävs också bland annat en tektoniskt stabil miljö och djup helst över 800 meter där, med normal geotermal gradient, koldioxid är i en superkritisk fas och beter sig som en gas

(fyller utrymmet) men har en densitet som en vätska (mycket större mängder som kan förvaras). Över en period på 10-100 tals år kommer koldioxiden att lösas upp i sandstensens porvätska. Över 100-1000 tals år kommer sedan reaktioner med mineraler att ske och en permanent förvaring att uppstå (Friedmann, 2007).

Sandstensreservoarer har en enorm kapacitet för förvaring. Tack vare oljeindustrins utvecklingsarbete finns redan teknologin, och mycket av infrastrukturen finns på plats. Samtidigt finns förstås faktiska och potentiella problem. Det gäller att hitta reservoarer och att fånga upp och transportera och pumpa in koldioxid och det handlar naturligtvis samtidigt om att minimera risker när det gäller läckage och grundvattenförorening. Under vissa omständigheter menar forskare att reaktioner kan leda till utsläpp av spårämnen i grundvattnet och till reducerad vattenkvalitet (Friedmann, 2007; Kharaka et al., 2006).



Till vänster en geologisk karta över Svalbard med Longyearbyen i Adventdalen markerat med stjärna. Kartan är omritad efter Dallman, 1999 (Lithostratigraphic Lexicon of Svalbard – Review and recommendations for nomenclature use. Committee on the Stratigraphy of Svalbard. Norsk Polarinstitutt).

Till höger: Kärnprov har tagits från topp till botten genom varje brunn som borrar i Adventdalen, vilket i den fjärde brunnen handlar om nästan en hel kilometer av kärnprov. Forskare kan genom detaljerade studier lära sig mycket om så väl resevoir som det täta tak som förhindrar läckage av koldioxid. Den lilla bilden i det övre hörnet visar en handfull kol som grävs fram ur de berg som omger Adventdalen. Foto: Ingrid Anell.

som skapar ras och kollaps. En fjärde brunn borrades sommaren 2009, åter i Adventdalen. Denna uppnådde ett djup på 970 meter, och man kunde detaljerat studera borrhärdar genom 400 meter tät skiffer ner till de djupa sandstensreservoarerna (Braathen et al., 2012, in press). Genom reflektionsseismiska studier kunde man även bedöma att reservoaren var "öppen", det vill säga att cirka 15 kilometer nordöst om den tänkta injektionsplatsen blottas reservoarstenen vid ytan. Detta innebär att den nedpumpade koldioxiden troligtvis kommer att migrera och att det salta vatten som det ersätter kommer att tryckas ut där reservoaren friläggs. Detta är ett annat intressant studieområde för forskarna.

Reservoaren är en okonventionell reservoar. Den har varken speciellt hög porositet eller hög permeabilitet. När tester genomfördes sommaren 2011 med nedpumpning av vatten upptäckte man dock att reservoaren hade mycket bättre injektivitet än vad som uppmätts. Detta kan förklaras av spricksystem som har bildats när stenarna utsatts för olika stresser (Ogata et al., 2012, in press). Sprickor leder vätskan mycket snabbare och

effektivare än vad sandstenen i sig kan. Utöver borrhärdar och sprickstudier har även studier av ytgeologi, porositet och permeabilitet och geomodellering genomförts.

Under sommaren 2012 fortsatte utvärderingen med borrhärdar av två nya brunnar och vidare injektionstester. CO2 Lab närmar sig därmed snabbt sin tredje fas. De första två faserna innebar att hitta en reservoar och sedan studera dess potential för injektivitet och förvaring. Den tredje fasen, som inleddes 2013, är att börja testa nedpumpning av koldioxid. Den sista fasen, som man hoppas inleda 2017, är att fånga upp och pumpa ner koldioxiden från kraftverket och på så sätt uppnå de mål som sattes när projektet drogs igång.

De geologer och geofysiker som är involverade i projektet samarbetar för att så ingående som möjligt studera möjligheterna för förvaring av koldioxid i Adventdalen, men också med sikte på att resultaten ska kunna tas till vara i ett vidare samman-

hang. Longyearbyen CO2 Lab är ett av flera projekt runt om i världen som studerar koldioxidlagring, alltifrån In Salahprojektet i Algeriet till Gorgonprojektet i Australien. Varje projekt drivs av samma grundtanke – att finna en säker långsiktig förvaringslösning och därmed minska den mängd koldioxid som släpps ut i atmosfären. Longyearbyens CO2 Lab hoppas kunna bidra till förståelsen och kunskaper när det gäller långsiktig lagring av koldioxid med avseende på beteende, migration och risker för läckage, med det slutgiltiga målet att skapa ett koldioxidneutralt samhälle. Och Longyearbyen hoppas kunna bli ett grönt utställningsobjekt för omvärlden när det gäller strävandena att bevara de orörda och oförstörda arktiska vidder som vi fortfarande har. Ett mål som vi förhoppningsvis är på väg att uppnå.

Ingrid Anell, PhD, arbetar som postdoc vid University Centre in Svalbard, UNIS.



REFERENSER

- Bachu, S., 2003: *Screening and ranking of sedimentary basins for sequestration of CO₂ in geological media in response to climate change*. Environmental Geology, v. 44, p. 277-289.
- Braathen, A., et. al: 2012 (in press), *Longyearbyen CO2 lab of Svalbard, Norway – first assessment of the sedimentary succession for CO2 storage*. Norw. J. Geol.
- Faleide, J. I., Gudlaugsson, S. T., and Jacquart, G., 1984: *Evolution of the western Barents Sea*. Mar. Pet. Geol., v. 1, no. 2, p. 123-128.
- Friedmann, J. S., 2007: *Geological carbon dioxide sequestration*. Elements, v. 3, p. 179-184.
- Harland, W. B., 1969: *Contribution of Spitsbergen to understanding of tectonic evolution of North Atlantic region*. AAPG Bull. Mem., North Atlantic-Geology and Continental Drift, 817-851
- Kharaka, Y. K., et al., 2006: *Gas-Water-Rock interactions in the Frio formation following CO2 injection: Implications for the storage of greenhouse gases in sedimentary basins*. Geology, v. 34, no. 577-580.
- Ogata, K., et al.: *The importance of natural fractures in a tight reservoir for potential CO2 storage: case study of the upper Triassic to middle Jurassic Kapp Toscana Group (Spitsbergen, Arctic Norway)*. Advances in the Study of Fractured Reservoirs, Geological Society of London Special Publication, v. 374.

Erosionsformer i Kalmarsund

Sveriges geologiska undersökning, SGU, genomför maringeologiska undersökningar och kartläggningar varje år. I samband med fältarbetet 2012 upptäckte geologerna att det finns tidigare okända erosionsformer i Kalmarsund, mellan Öland och fastlandet. Nu fortsätter SGU arbetet med att undersöka området för att få veta mer om hur rännorna på havsbotten bildats.

Vid SGU:s maringeologiska kartläggning i Kalmarsund har mycket märkliga erosionsrännor upptäckts med hjälp av multibeamekolod (flerstrålekolod). Metoden ger en högupplöst terrängmodell, vilken visar kilometerlånga, böjda erosionsrännor i lera på fem till tolv meters vattendjup. Hur formerna bildats är inte känt men givetvis är det mest sannolikt att bildningen skett genom strömmande vatten.

– Liknande former har påträffats i Sverige, men inga av den "kalibern" som i Kalmarsund, säger projektledare Peter Slagbrand på SGU:s maringeologiska enhet.

Det som är särskilt utmärkande för dessa rännor är längden och att de bildats i postglacial lera. Lerans höga halt av organiskt material visar att den bildats under lugna förhållanden innan strömmande vatten kom att erodera botten. Den postglaciala leran underlagras av lera som bildats under Ancylusperioden för cirka 10 000 år sedan. Rännorna täcks av recenta sediment vilket tyder på att erosion inte längre pågår eller att erosionen sker vid speciella tillfällen när strömstyrkan är tillräckligt hög. Om man tittar lite mer i detalj på terrängmodellen så kan

man se att det bildats svansar söder om de moränkullar som sticker upp ur leran. Detta tyder på att den eroderade strömmen kommit från norr. Den svaga avböjningen i formerna gör att ytterkurvorna som vetter mot Ölandsidan blivit brantare och de är troligen skapade av det strömmande vattnet.

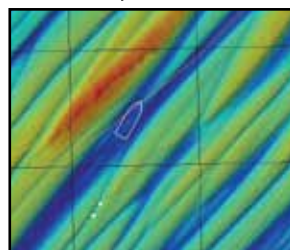
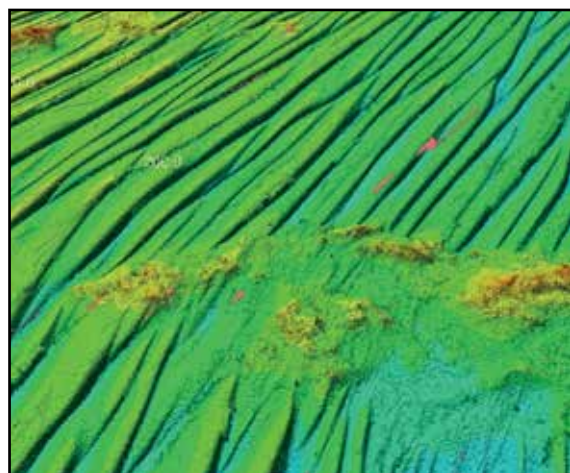
SGU planerar nu ytterligare provtagningar för att vi ska få reda på mer om processerna bakom bildandet av rännorna.

Fredrik Klingberg och Olof Larsson är geologer vid SGU.



Övre bilden: En tvärprofil över erosionsrännorna. Vattendjupet är mellan 8 och 10 meter. Positionen visas i bilden på nästa sida. Profilen är 370 meter lång.

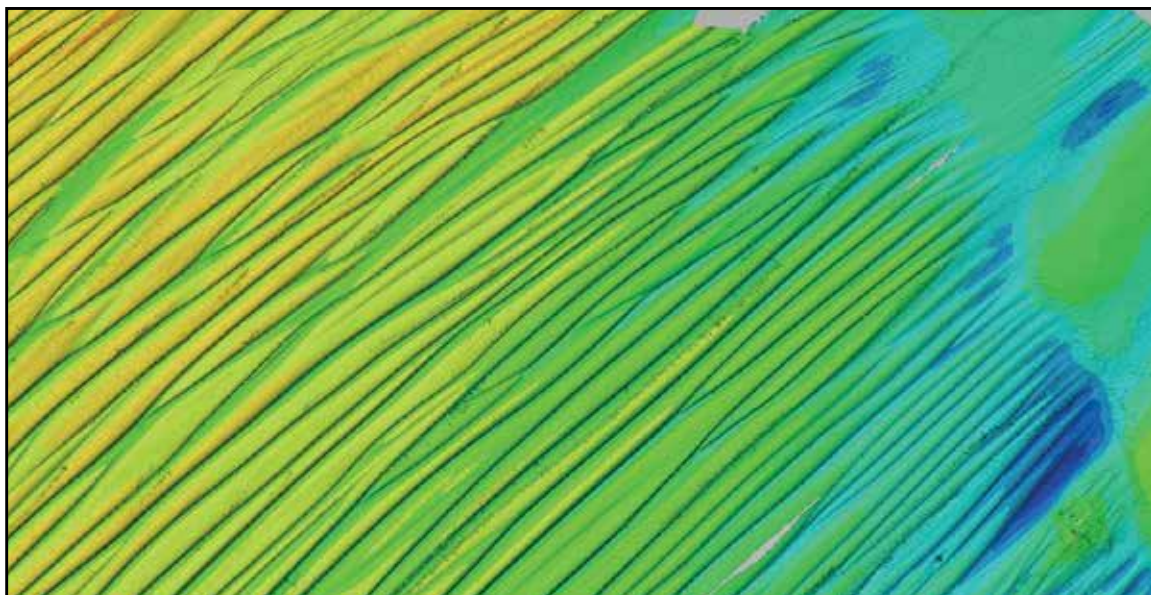
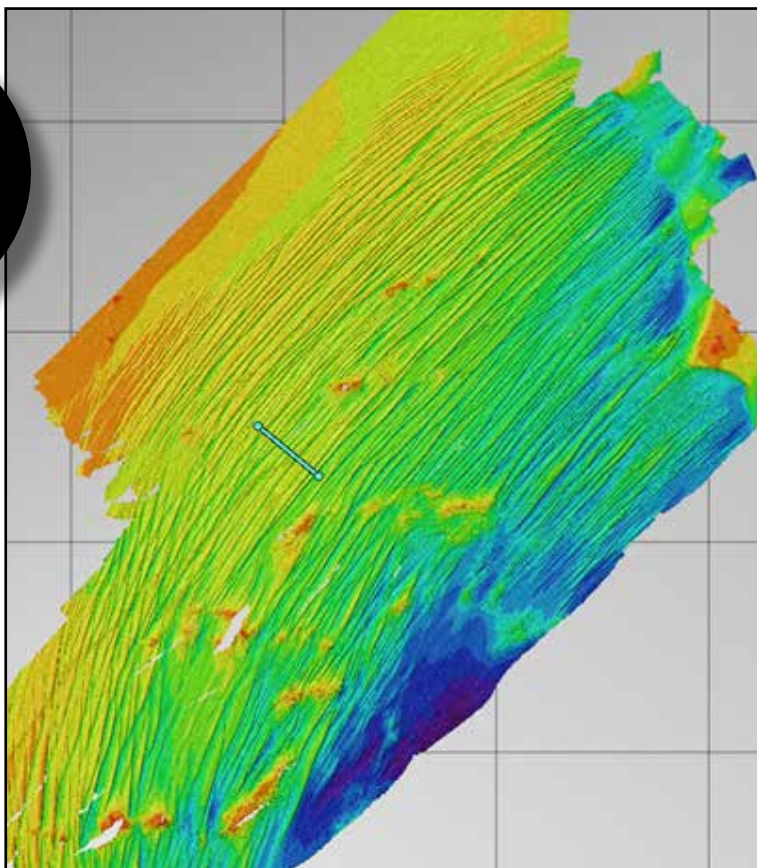
Till vänster och nedan: Detaljbilder från undersökningen i Kalmarsund. Bilden till vänster ger perspektiv från sidan. I bilden nedan syns silhuetten av undersökningsfartyget Ocean Surveyor.



Det finns
en film som visar
erosionsrännorna
på SGU:s hemsida
www.sgu.se

Övre bild: Erosionsrännorna vid
Värnsnäsgrund i Kalmar sund. Rutorna
visar 1x1 kilometer. Linjen i mitten visar
positionen på profilen i bilden på
sidan 16.

Bild nedan: Närbild från det östra
området i figuren ovan.



Bilderna är producerade av Sveriges geologiska undersökning med ett multibeamekolod. Framförallt tack till Björn Bergman, Ola Hallberg, Bernt Kjellin och övrig personal på maringeologi på Ocean Surveyor. Bilderna är publicerade med spridningstillstånd från Sjöfartsverket.

Klarälvens **meanderlopp**

Bundna meanderlopp är inte så vanliga, men i Sverige har vi ett vackert och lättillgängligt exempel, nämligen Klarälven mellan Sysslebäck och Edebäck i Värmland. Älven följer där en djup sprickdal, en del av en tektonisk zon som fortsätter söderut längs Vänerens östra sida. Älven lämnar dalen vid Edebäck över en bergtröskel vid Edsforsen. Hur ett sådant meanderlopp har uppkommit och utvecklats ger Klarälven en god bild av.

TEXT / BILD Jan Lundqvist



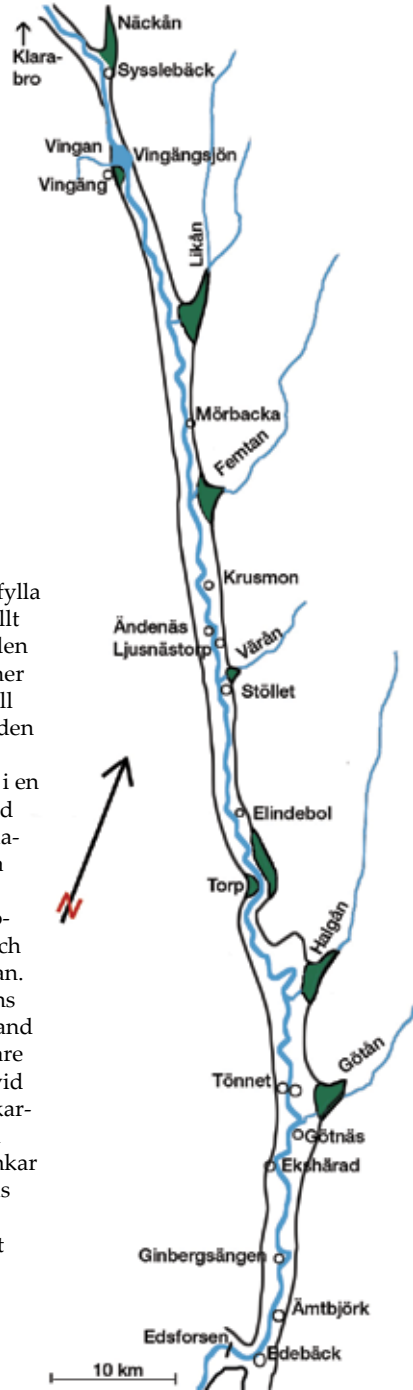
Övre: Vid Vingängsjön börjar meanderloppet. Sjön däms av en sandterrass med botten av stenigt material. Foto J L 1996.
Nedre till vänster: Tvärbankar vid Ekshärad spretar ut i älven från en älvvall. Foto J L 1994. **Nedre till höger:** Klarälven gör vid Ginbergsängen en tvär krök. Särskilt kraftig erosion har här orsakats av att man förkortat älvloppet genom att gräva en kanal genom näset närmast uppströms. Foto J L 1996.

Då inlandsisen för närmare 10 000 år sedan smälte bort från Värmland sträckte sig en smal havsarm söderifrån genom dalen förbi Sysseleback nästan upp till det område där Höljesdammen nu dämmer Klarälven. När isen smälte av norrut lämnade den efter sig smala iskroppar i dalen, vilka stegvis smälte av söderifrån. Mängder av sediment fördes ut av smältvattnet längs dalen, men framförallt av tillflöden från nordost, motsvarande de nutida biflödena Götån, Halgån, Femtan och Likån.

Det grövsta materialet bildade deltan, som vid Götån byggdes ut i öppet vatten, men som vid de nordligare flödena hindrades av isresterna och avsattes som terrasser mellan iskropparna och dalsidan. Det finare materialet fördes söderut och fyllde delvis ut det isfria partiet nedströms respektive isrester. Allteftersom landet höjdes och sedimentytorna dök upp över vatten-

ytan började de eroderas av det vatten som flödade söderut. Det frigiorda materialet fortsatte att fylla ut den smala viken söderut på allt lägre nivåer. Slutligen var hela den så kallade fjorden uppfylld av mer än 50 meter mäktiga sediment till den nivå där utfyllnaden mötte den med tiden allt lägre havsytan.

Från början skedde erosionen i en eller flera fåror (flätflod, "braided river") över de äldre sedimentplanen och tämligen grova, sandiga sediment avsattes. Men snart började älven meandra, med erosion på näsens uppströmssida och sedimentation på nedströmssidan. Sedimenten avsattes först i älvens djupfåra som grus, sedan som sand och slutligen som bankar av finare sand och mo på grunt vatten invid näsens nedströmsstränder. Bankarna löper parallellt med stranden som älvvallar, från vilka tvärbankar spretar ut. De gamla älvvallarnas mönster syns tydligt på näsens ytor. Den yngsta vallen, närmast stranden, är ofta hög och tydlig,



SÅ BILDAS MEANDERLOPP

Då en flod rinner över ett flackt område med lätteroderade jordarter, uppkommer ett meanderlopp. Vattnet utgör ett hinder för sitt eget flöde vilket tillsammans med friktionen mot botten ger upphov till en spiralrörelse i strömmen och ett "vinglande", en pendling från sida till sida. I ytterkurvorna sker erosion och meanderbågarna blir allt större.

Om utrymmet tillåter, blir de

alltmer cirkelformade tills de slutligen snörs av från floden och bildar korvsjöar. Men om dalsidor eller svåreroderat material hindrar bägarnas tillväxt blir meanderloppet bundet i sidled.

Floden pendlar fram och åter mellan dalsidorna. Uddar, näs, skjuter ut från dalsidorna. Näsens uppströms-sidor eroderas. Det lösgjorda materialet förs med strömmen och

avlagras delvis på nedströmssidorna
på en lägre nivå än erosionssidorna.

En del av materialet förs successivt ut från meanderloppet för att till sist hamna i havet eller annat sedimentationsbäcken. Resultatet blir att näsen sakta förskjuts nedåt mot havet eller den pasströskel, på vilken meanderloppet är upphängt. Samtidigt blir de allt lägre och älvet loppet allt flackare.

Avsnörd meanderslinga, korvsjö, mellan Bergsäng och Ämtbjörk. Foto J L 1996.



medan vallarna på högre nivå är flackare, beroende dels på odlingen, dels på att finare sediment vid högvatten fyllt ut svackorna mellan dem. På några ställen, till exempel vid Tönnet, finns avsnörda nästan cirkelformade men i de flesta fall igenväxta korvsjöar. Dessa vittnar om att vattenföringen någon gång varit mindre så att älven kunnat meandra fritt.

Erosionen av näsen har vållat problem. De höga delarna, där odling sker och bebyggelsen ligger, eroderas. På nedströmssidan lutar näsen med strömmen, så att de lägsta delarna är de som ligger närmast dalsidan. Där är näsen låga och sumpiga och översvämmas vid högvatten, detta trots regleringen av älven. Skillnaden märks tydligt om man går mot söder tvärs över ett näs. Från åkrar och gårdar hamnar man i risig skog med vattenfyllda sänkor mellan älvvallarna. Särskilt kraftig blir erosionen när träd i erosionsbranten, som tidigare skyddat stranden, växer upp, blir tunga och rasar ner i älven. Steniga grund som friläggs vid erosionen

kan i viss mån skydda stranden, men när de översvämmas eller ligger strax utanför stranden bidrar de istället till kraftigt ökad erosion genom virvelbildning. I extrema fall kan älven bryta igenom ett näs och orsaka stora skador. Genom att älven då tar ett lopp rakt emot nästa näs nedströms kan den bebyggda delen av detta utsättas för mycket stark erosion. Ett tydligt exempel ser vi vid Ginbergsängen där man tidigare gjorde en kanal tvärs över näset närmast uppströms. Ginbergsängens uppströmssida har därigenom blivit starkt urgröpt och fått en konkav kontur.

Man har försökt hejda erosionen med skydd av olika slag, till exempel pålning, stenskoning eller risbuntar. Förr eller senare undermineras dock dessa av älvens djuperosion. Det effektivaste skyddet är den stabilisering som är följden av älvens reglering. På 1940-talet hotades Götnäs av ett genombrott när ett stengrund började friläggas vid erosionsbranten. Det åstadkom virvelbildning som satte fart på den erosion som även förstärktes

av att man tippade flottimmer över kanten. Den ökade erosionen kunde ha fått allvarliga konsekvenser. Det återstod inte många meter förrän älven skulle ha brutit igenom till det låga, sumpiga området på nedströmssidan. Följden hade blivit kraftigt ökad erosion på det bebyggda näset nedströms. Detta och ökad erosion även på ett par andra ställen gjorde att en statlig utredning med syfte att föreslå åtgärder till skydd mot erosionsskador inleddes 1949. Utredningen, som leddes av riksdagsmannen, sedermera landshövdingen Gösta Netén, resulterade i ett par av de arbeten som anförts nedan. Förstärkningsarbeten utfördes sedan för att motverka de mest akuta hoten.

Sedimenten i Klarälvsdalen erbjuder goda möjligheter att studera utvecklingens förlopp. Isälvsdeltana är visserligen till stor del förstörda genom grustäkt, men i täkterna kan man se de sediment som bygger upp dem. Materialet är grus, ibland mycket grovt. I Hålgåns isälvsdelta utgörs det grövsta materialet av mer än halvmeter-

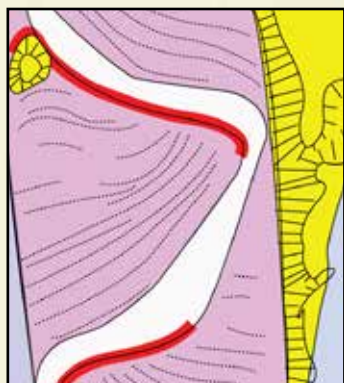


Bild ovan: Åndenäs. Skärt= älvsediment; gult = glaciala finsediment. Älvvallarna schematiskt markerade med pricklinjer. Erosionssidan är markerad med kraftigt rött.

Kartan: Jan Lundqvists karta över Klarälven, SGU C 550 – Hålgåvsnittet. Bilden är scannad från pappersoriginal.





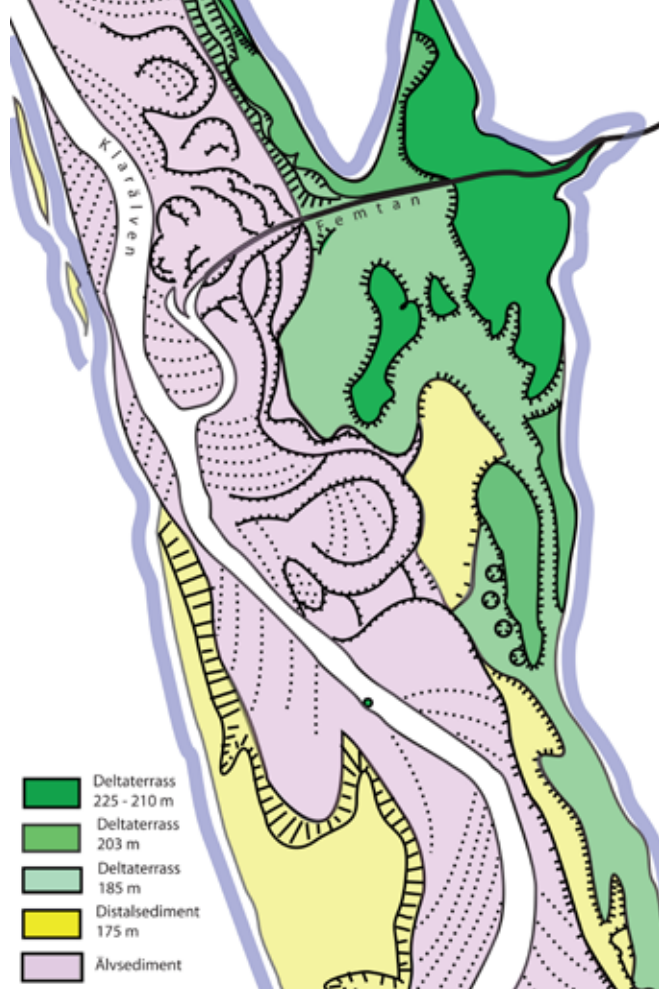
På sida 23: Isälvsdelta vid Femtans utlopp i Klarälvsdalen. Deltaterrasser har bildats successivt på allt lägre nivåer. Efter J. Lundqvist 1996, figur 3.

Övre bild: Älvsedimentens lagring vid Mörbacka återspeglar älvvallarnas former. Foto J L 1994. **Nedre bild:** Regelbundet lagrade glaciala sediment vid Ändenäs. Högst upp ligger älvsand. Foto J L 1980.

stora block. Deltana är inte några enhetliga bildningar utan består av flera olika formelement. Vid Götån kan man till exempel se ett plant, triangulärt delta av ganska fin sand och strax nordväst om detta en åsrygg, som bildats mellan is i Klarälvens respektive Götåns dalar, eller möjligen vid kanten av endera av dem. Den närmast isen bildade delen av deltat utgjordes av kullar i Götåns dal, nu bortgrävda.

Kullar av grus eller morän finns utanför deltana. De har främst uppkommit där isrester avsnörts från älvdalens istunga som en effekt av isälvarnas inflöde från bidalarna. Vid Halgådeltat ligger de uppe på dalsidan utanför det egentliga deltat och är föremål för grustäkt. Vid de övriga deltana kan man vid lågvatten se sådana kullar som steniga grund i älven.

I själva Klarälvsdalen finns inget isälvsdelta förrän ovanför meandersträckan. Vid Klarabro möter vi



fronten av ett system av deltasediment som därifrån täcker dalbotten norrut. Det distala (längre från isen bildade) deltamaterialet bildar smala terrasser längs dalsidorna i Syssleback och en större terrass tvärs över dalen vid Vingäng. Dessa sediment måste ha avsatts vid kanten av en isrest i den del av dalen där Syssleback ligger, samt utanför denna. Ovanför (norr om) Klarabro har sedan material frigjorts av erosionen och successivt börjat fylla ut tomrummet efter isresten. Vingängsjön är en sista rest av detta öppna vatten. När terrassen vid Vingäng höjdes över vattenytan gick avloppet från "Fornvingängsjön" genom två fåror, en där älven nu rinner och en längs västra dalsidan och som nu är torrlagd.

Distalsedimenten till isälvsdelarna kan man bäst se i en stor nipa vid Ändenäs (se bild på sida 22). De består av fin sand och silt med en lagring som påminner om den var-

viga lerans varv. På dessa sediment vilar grövre sand, som avlagrats då ett älvsediment började utbilda. Älvsediment av den typ som bildas i dagens meanderlopp kunde man förr se i erosionsbranterna på flera av näsen. Sedan älven reglerats av dammarna vid Höljes och Edsforsen har branterna stabiliserats och växt igen men ibland sker ras så att lagerföljden blottas. Vid höga erosionsbranter såsom vid Krusmon och Ljusnästorp ser man då den vågformigt lagrade sand och mo som bildats av älvvallarna i meanderloppet. Närmast ytan i "vägdalarna" har finare mo och silt avsatts vid högvatten. Under de vågformade lagren ligger sand som motsvarar den övre sanden vid Ändenäs. I vissa erosionsbranter, till exempel vid Ljusnästorp, kan man vid lågvatten se ett gruslager mellan denna sand och den underliggande silten, bildat då djup-

LITTERATUR

- De Geer, S., 1906: *Om Klarälven och dess dalgång*. Ymer, 26, s. 383 – 414.
- De Geer, S., 1911: *Klarälvens serpentinlopp och flodplan*. Sveriges Geologiska Undersökning, C 236, 198 s.
- Lundqvist, J., 1957: *Övre Klarälvsdalens kvartärgeologi*. Sveriges Geologiska Undersökning, C 550, 40 s.
- Lundqvist, J., 1958: *Beskrivning till jordartskarta över Värmlands län*. Sveriges Geologiska Undersökning, Ca 38, 229 s.
- Lundqvist, J., 1996: *The late-glacial development of the upper Klarälven valley, Sweden*. GFF, 118, s. 49 – 62.
- Lundqvist, J., 2003: *Deglaciation pattern in subaquatic – supra-aquatic transitional environment illustrated by the Klarälven valley system, Värmland, western Sweden*. Geografiska Annaler, 85A, s. 73 – 89.
- Sundborg, Å., 1956: *The River Klarälven. A study of fluvial processes*. Geografiska Annaler, 38, s. 126 – 316.

fåran i en meanderbåge passerade platsen. Möjligheterna att studera älvens och isälvarnas avlagringar varierar beroende på erosionens gång. Men Klarälven kan ändå alltid ge oss en god uppfattning om processerna och sedimenten i ett meanderlopp.

Jan Lundqvist är professor emeritus, kvartärgeologi, Stockholms universitet.

Paleozoolog, geolog och folkbildare

En internationellt ledande paleontolog, som var specialist på bland annat trilobiter, har gått ur tiden. Jan Bergström var en uppskattad forskare, kollega, lärare och vän. Läs kollegorna *Per Ahlbergs* och *Stig M. Bergströms* minnestext.

Jan Bergström, professor emeritus i paleozoologi vid Naturhistoriska riksmuseet, avled den 17 november 2012 efter en längre tids sjukdom.

Jan föddes i Halmstad 1938 och var son till skräddaren Hilding Bergström och dennes hustru Ragnhild. Stimulerad av sin morfar blev Jan i unga år intresserad av djur och natur. Redan som gymnasist skrev han en omfattande uppsats om djurvärldens utveckling, ett arbete som i omfång och kvalitet motsvarade ett 3-betygsarbete på universitetsnivå. Han tog studenten vid Halmstads Högre Allmänna Läroverk. Jan började studier vid Lunds universitet 1958 där han läste botanik, zoologi, geografi och geologi. Efter lägre akademiska examina disputerade han i Lund 1973 för doktorsgraden på en avhandling om trilobiternas morfologi, levnadssätt och systematik. Avhandlingen blev internationellt uppmärksammat och ledde till en docenttjänst vid institutionen där han stannade till 1978.

Jan var en mycket respekterad och uppskattad forskare och lärare vid institutionen. Han var en synnerligen välorganiserad och kunnig föreläsare, som dessutom

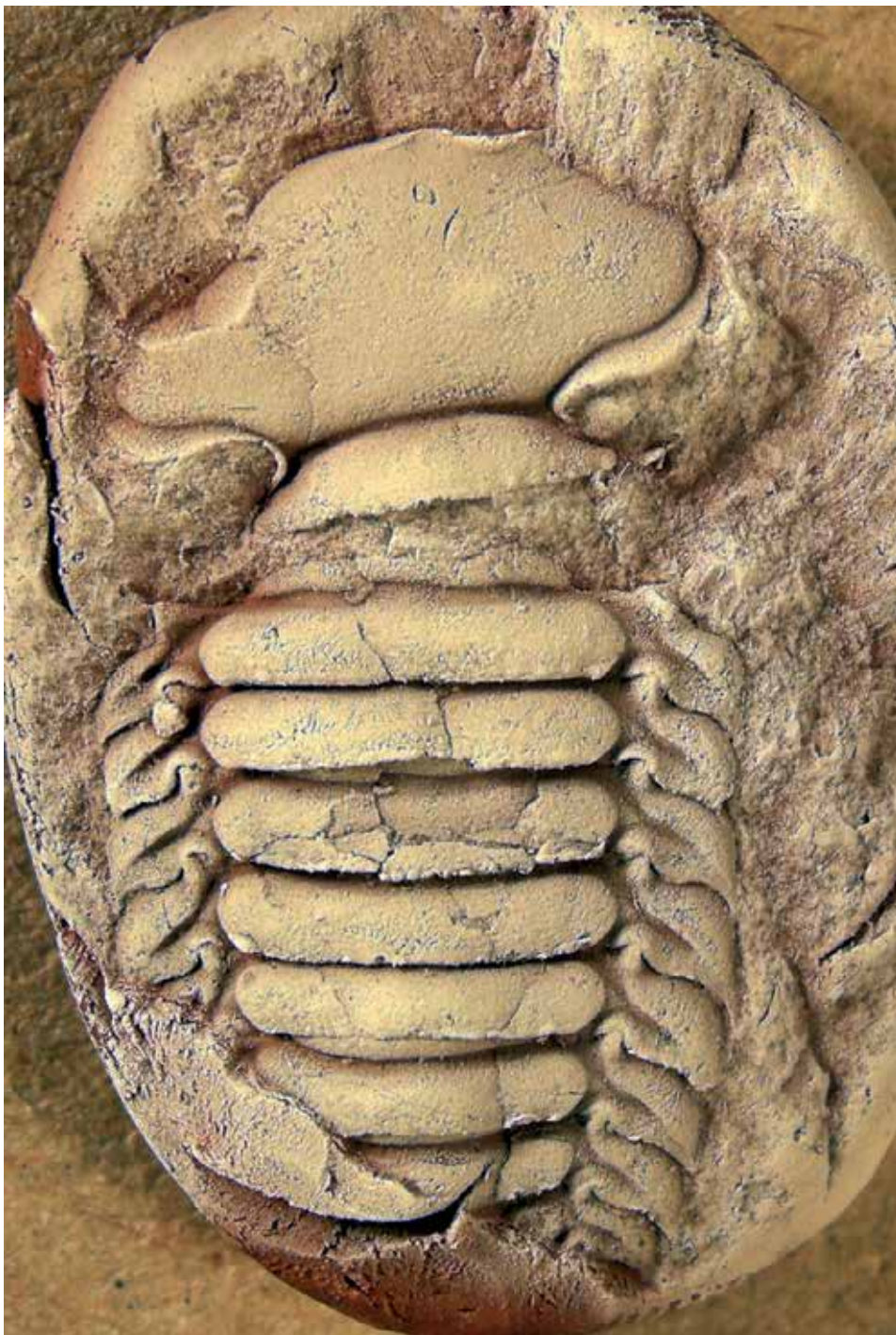


Jan Bergström i Dalarna, 2007.
Foto: Helje Pärnaste.

bidrog aktivt till att utforma och utveckla flera kurser inom de geologiska och paleontologiska ämnesområdena. Redan under tiden i Lund visade Jan att han var en ovanligt skarpsynt och mångsidig forskare. Hans licentiatuppsats om brachiopoder från Västergötlands översta ordovicium publicerades 1968 och har blivit ett än idag internationellt flitigt citerat arbete. Därefter kom Jans intresse alltmer att riktas mot evolution, systematik och funktionell morfologi hos

trilobiter och andra utdöda leddjur. Dessa studier utvecklades i hög grad av hans samarbete med professor Wilhelm Stürmer i Erlangen, Tyskland, vilken erbjöd honom att studera trilobiter och trilobitomorfer från den drygt 400 miljoner år gamla Hunsrückskiffern från Devon i Tyskland. Tack vare det unikt välbevarade materialet och en ny röntgenmetodik utarbetad av Stürmer, kunde de demonstrera hur extremiteterna var uppbyggda och till och med beskriva olika andra anatomiska detaljer såsom tarmkanalen och magsäcken. Samarbetet med Stürmer pågick fram till dennes fränfalle 1984 och resulterade i ett flertal viktiga arbeten om leddjuren i Hunsrückskiffern.

Under perioden 1978–1989 var Jan anställd vid Sveriges geologiska undersökning, SGU, i Lund, först som statsgeolog och senare som 1:e statsgeolog och avdelningschef. Han arbetade under denna period i huvudsak med geologisk kartläggning av Skånes berggrund och naturresurser samt med tolkning av storskaliga tektoniska strukturer. Parallellt med detta arbete kunde han emellertid fortsätta sin framgångsrika forskning inom paleontologi och evolutionsbiologi,



Jan Bergström hade genom hela livet ett brinnande intresse för trilobiter och publicerade en lång rad artiklar om deras morfologi, levnadssätt, systematik och betydelse för indelning och korrelation av lagerföljder. På bilden ovan syns trilobiten *Remopleurides* sp., som återfinns i Ulundaformationen, Skultorp i Västergötland. Foto: Per Ahlberg.



och befästa sin ställning som en världsauktoritet på trilobiter och deras släktingar. Perioden vid SGU kännetecknades av en fortsatt hög vetenskaplig produktivitet inom vitt skilda områden. Utöver ett tiotal kartbladsbeskrivningar över Skånes berggrund publicerade han omkring 20 vetenskapliga artiklar inom paleozoisk paleontologi och stratigrafi samt flera flitigt citerade arbeten om den tektoniska utvecklingen i Sydskanandinavien och östra Centraleuropa. Han lanserade även en ny modell för metazoernas, det vill säga de flercelliga djurens utveckling och släktskapsförhållanden.

Jan flyttade med sin familj till Stockholm 1989, då han tillträdde professuren i paleozoologi vid Naturhistoriska riksmuseet, där han var verksam även efter sin pensionering. I Stockholm blev han tidigt involverad i beskrivningen och tolkningen av en extremt välbevarad och rik fauna från undre kambrium vid Chengjiang i Yunnanprovinsen i södra Kina. Denna unika fauna

Till vänster: Jan Bergström, Drum Mountains, Western Utah, 1981. Foto: Per Ahlberg. **Nedre bild:** Maurits Lindström, J. Ernhold Hede, Jan Bergström m.fl., Geologiska inst., Lund, 1968. Okänd fotograf.



har gett oss ovärderliga inblickar i en del av djurvärlden som normalt inte bevaras som fossil och denna fauna har därför starkt bidragit till att klargöra ekosystemens sammansättning och struktur i kambrium för cirka 515 miljoner år sedan. Jans långvariga samarbete med professor Hou Xianguang, som upptäckte faunan, blev synnerligen fruktbart och resulterade i en lång rad banbrytande publikationer. Bland dessa kan framhållas en omfattande monografi över leddjuren från Chengjiang (Arthropods of the Lower Cambrian Chengjiang fauna från 1997) och boken The Cambrian Fossils of Chengjiang, China – The Flowering of Early Animal Life, utgiven av Wiley-Blackwell 2003. Precis som under lundatiden kännetecknades hans forskning vid riksmuseet av en stor bredd. Förutom att beskriva Chengjiangfaunan arbetade han bland annat med spår-fossil, brachiopoder, den utdöda gruppen hyolithider och funktionell morfologi hos trilobiter. I Stockholm fortsatte han också sina studier av metazoernas utveckling och släktskapsförhållanden.

Som forskare var Jan osedvanligt bred utan att för den skull sakna djup. Han drevs av en stark nyfikenhet och utmärktes av gediget kunnande, god analysförmåga och seriositet. Samarbetet med forskare runt om i världen var omfattande och han publicerade närmare 170 vetenskapliga artiklar och monografier samt ett hundratal rapporter, notiser och populärvetenskapliga artiklar. Han organiserade dessutom det geovetenskapliga och biologiska innehållet samt författade långt över 100 artiklar i Nationalencyklopedin. Noteras bör också att han skrivit 15 arbeten i arkeologi och mytologi. Hans internationella position markerades av att han ombads göra tongivande insatser vid flera internationella konferenser. Han engagerades också som gästprofessor vid universitet i Kunming, Yunnan, åren 2005–2009. Efter sin pensionering fortsatte Jan öftrutet med forskningsarbete och popularisering av geologi och paleontologi. Trots en svårartad sjukdom under det sista året var han vetenskapligt verksam fram till de sista veckorna av sitt liv.

För sina vetenskapliga insatser inom svensk och internationell paleontologi tilldelades Jan Bergström ett flertal priser och utmärkelser: Björkenska priset för år 1998 av Uppsala universitet, Assar Haddings pris (2001) och Minnesmedaljen i guld (2005) av Kungliga Fysiografiska Sällskapet i Lund samt Geologiska Föreningens Angelinpris (2006).

Det fanns ett starkt engagemang och en stor uthållighet i allt vad Jan företog sig. Han stod för sin uppfattning och arbetade hårt för geologins och geovetenskapernas ställning, inte bara inom forskarvärlden utan även i skolan och samhället. Hans plikt känsla och engagemang gjorde att han tog på sig en lång rad sakkunniguppdrag samt betydelsefulla uppdrag inom Naturvetenskapliga forskningsrådet, Kungliga Vetenskapsakademien (invalid 1990), Geologiska Föreningen och Stockholms Naturvetenskapliga Förening. Jan var även under många år biträdande redaktör för GFF.

Jan Bergström var en hängiven, generös och ödmösiggil forskare som alltid tog sig tid att diskutera

geologiska och paleontologiska frågor. Personligen var han vänlig och vanligen ej dominerande men när han fann feltolkningar och andra slags misstag tvekade han inte att påpeka dessa med kraft både i den vetenskapliga litteraturen och i dagspressen. Hans omfattande kunskaper i speciellt recenta leddjurs morfologi var honom till stor hjälp vid tolkningen av de många unika och tidigare mer eller mindre okända fossil som han beskrev. Ehuru det ibland har tagit sin tid för hans nytolkningar att bli allmänt accepterade, har de allra flesta visat sig vara välgrundade och ej i behov av revision. Han beskrev ett avsevärt antal nya arter och även nya släkten av fossila organismer med användning av en välgrundad taxonomi. Jan var en av de stora inom svensk och internationell paleontologi och saknaden efter honom är enorm bland vetenskapliga kollegor och hans många vänner i Sverige och utomlands.

Minnesteckningen kommer också att publiceras i Kungliga Fysiografiska Sällskapet i Lund, Årsbok 2011–2012.

Per Ahlberg, professor, Lunds universitet och Stig M. Bergström, professor, The Ohio State University, USA.

Nytt pris instiftat

Jan Bergström vigde inte bara sitt yrkesliv åt paleontologin, där han var en internationellt erkänd expert på den tidiga utvecklingen av leddjur (arthropoda) och evolutionära mekanismer under kambrium. Han hade också ett stort engagemang i utvecklingen av geovetenskaper i Sverige och, inte minst, i Geologiska Föreningen.

Till minne av Jan Bergström instiftar nu Geologiska Föreningen **Bergströmpriset till unga geoforskare**. Priset kommer att delas ut årligen till unga geoforskare, som redan tidigt i sin vetenskapliga karriär gjort betydande insatser för geovetenskaperna.

Priset består av ett diplom, en prissumma på 10 000 SEK och, om inte pristagaren redan är medlem, ett års medlemskap i Geologiska Föreningen.

Kriterier:

- bedömningen kommer i huvudsak att grundas på artiklar den nominerade har publicerat tidigt i sin karriär och som försteförfattare.
- priset kommer att ges till en geovetare med tydlig koppling till Sverige, genom antingen nationalitet, anställning eller forskning om svensk geologi. Kandidaten behöver inte vara svensk eller anställd i Sverige.
- den nominerade ska ha doktorerat/avlagt sin fil.dr/ inom de senaste 7 åren (för 2013 års pris innebär det år 2006 eller senare).

Nomineringsförslag skickas till Geologiska Förening, c/o Mark Johnson, senast 15 april. Nomineringen ska innehålla ett CV och rekommendationsbrev från en senior forskare. **Läs mer om prisutdelningen på sidan 32.**

Geologiskt forums stödprenumeranter 2013



Svensk Kärnbränslehantering AB

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

Läs mer på www.skb.se



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



Föreningen för Geologins Dag.
www.geologinsdag.nu



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



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



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



Medins Biologi är en ackrediterad miljökonsult med inriktning på vatten. Vi arbetar över hela Sverige med undersökningar av sediment och biologi.
www.medins-biologi.se

KALENDARIUM

NOTERAT

14-15 maj. Berg och grus. Äspö Miljöforskningsstiftelse i samarbete med Linnéuniversitetet inbjuder till två spännande och framtidsinriktade dagar kring temat Berg och grus. Första dagen är det seminarier och andra dagen en exkursion till Glasriket på temat berg, jord och glas.

24-25 maj. Geologi ute och inne! Geologiska Föreningens årsmöte hålls i år på Naturhistoriska riksmuseet på fredagen. Vi får del av intressanta geologiföreläsningar och visning av ett urval av museets samlingar. Lördagen den 25 maj anordnas en exkursion. Läs mer på sidan 32.

Lördag den 14 september 2013 är det dags för nästa Geologins Dag. Mer information på www.geologinsdag.nu.

8-10 januari 2014. Den 31:a nordiska geologiska vinterkonferensen kommer att gå av stapeln i Lund. Arrangör är Geologiska föreningen i Sverige tillsammans med Lunds universitet. Mer information kommer på vår webbplats: www.geologiskaforeningen.se. Håll utkik!

Bepansrade bägardjur

Fossilfynd visar att bägardjuren utvecklades redan under kambrium, för 520 miljoner år sedan, och att de faktiskt var mer avancerade än vad dagens bägardjur är.

I södra Kina har en forskargrupp hittat välbevarade fossil av urtida bägardjur. Fossilerna är 520 miljoner år gamla och visar att bägardjuren på den tiden var cirka 100 gånger större än i dag. De var 5-6 centimeter höga. De hade också ett pansar av skal. Forskarna hade inte förväntat sig att hitta fossil av bägardjurens anfäder, främst eftersom de nutida bägardjuren saknar hårda delar och skal. Naturhistoriska riksmuseet, NRM, ingår tillsammans med forskare från Uppsala universitet i den svensk-kinesiska forskargruppen bakom upptäckten som nu publiceras i Scientific Reports, som ges ut av Nature.

– Det är inte så ofta vi ser djur som under evolutionen går tillbaka till en enklare livsform, men det här fyndet visar att bägardjuren ursprungligen var större och hade både pansar och kroppshåla, säger Christian Skovsted, forskare vid NRM.

Dagens bägardjur liknar små svajande tulpaner på havsbotten och är helt mjuka. De filtrerar vatten för att få föda och sitter hela sitt liv förankrade på en sten eller gammalt skal, ofta tillsammans i kolonier. **Nedan:** Konstnärlig illustration av bägardjur av Zhifei Zhang. **Till höger:** De fossila bägardjuren är välbevarade. Foto: Zhifei Zhang.



★ 15 kilometer nordnordöst om Gränna vid Vättern ligger Norra Kärr. Här finns en av de viktigaste större fynden av sällsynta jordartsmetaller, så kallade REE, i världen (avseende tunga REE). Företaget Tasmet AB började provborra i Norra Kärr i december 2009. Fyndigheten Norra Kärr är några hundra meter bred och cirka 800 meter lång.

Tasmet AB ansökte förra året om en så kallad bearbetningskoncession hos Bergsstaten. För att få bryta och producera krävs också tillstånd enligt miljöbalken.

– Tasmet fortsätter med noggranna undersökningar för att klarlägga omfattningen av fyndigheten och utveckla ett förslag för hur brytning och förädling skulle kunna ske. Eventuellt beslut om att söka nödvändiga tillstånd för att anlägga en gruva med tillhörande anläggningar kommer tidigast att tas under 2013. Under 2013 planeras också processen om att söka tillstånd enligt miljöbalken att påbörjas. Inom ramen för detta kommer flera möten och samråd ske med såväl allmänhet som med myndigheter. I dag har redan flera sådana möten hållits, men fler kommer att krävas, berättar företaget på sin webbplats: www.tasmanmetals.se.

Geologisk naturvård i Europa

I berget och landskapet runt oss finns berättelsen om jordens historia. Geologisk naturvård handlar bland annat om att bevara platser där denna historia är extra tydlig så att vi och kommande generationer kan ta del av detta vårt geologiska arv. I boken *Geoheritage in Europe and its conservation* ges en samlad bild av geologisk naturvård i Europa.

Berättelsen om jorden finns rakt under våra fötter: berget och landskapet är minnen av jordens och vår historia. Eller för att använda en modern liknelse – de enda inspelningarna av jordens och livets dramatiska utveckling finns i de geologiska bildningarna runt oss!

Syftet med geologisk naturvård är att för nuvarande och kommande generationer bevara de platser där berättelsen om Jorden blir synlig, liksom de platser där geologin erbjuder oss spektakulära upplevelser och där sambanden med ekologi och kulturhistoria visas.

I denna bok redovisas geologins plats inom naturvården per land i 37 av Europas länder. Lagar, riktlinjer, metoder för inventering med mera tas upp här, liksom hur man arbetar inom de olika länderna med att ge värdefulla platser ett lagligt skydd och på vilka grunder man väljer ut de platser som ska skyddas och mycket mera.

Organisationen ProGEO, som har gett ut boken, har också ett mer övergripande syfte: att skapa en samsyn och gemensamma riktlinjer

för att kunna skydda vårt geologiska arv i hela Europa. Kan vi lära av varandra och arbeta efter gemensamma riktlinjer ökar också möjligheter att få in en helhetssyn i naturvården i stort, där geologi är en av flera faktorer som måste vägas in.

Det här är den första boken i sitt slag – ett första steg för att synliggöra situationen i Europa. Den är för dig som på ett eller annat sätt arbetar med naturvård eller geologiska naturvården. Boken är på drygt 400 sidor och är skriven på engelska. Den är rikt illustrerad.

Mer information om boken och hur du köper den hittar du på www.sgu.se och på www.progeo.se

Källa: SGU



37 länder medverkar i boken om europeisk geologisk naturvård.

ProGEO, The European Association for the Conservation of the Geological Heritage, är en organisation som arbetar för gemensamma riktlinjer inom geologisk naturvård (eng. geoconservation). SGU är medlem i ProGEO. Dess medlemmar är företag, myndigheter och enskilda personer med intresse för geologiskt naturvårn. Läs mer om ProGEO på www.progeo.se

Järnmannen - en geologs *dagbok*



En tidsskildring, en berättelse om vetenskapligt arbete, en livshistoria. "Järnmannen" – en geologs dagbok är utgiven på Ekerlid Förlag.

SJÄLVBIOGRAFIN AV geologen Tibnor Parák, som emigrerade från Sverige till Ungern på 1950-talet, är en gripande berättelse och tidsskildring sett med ett geologiskt "filter". Läsaren får del av guldgruv från ett långt och rikt yrkesverksamt liv där fältarbetet, forskarmiljöerna och hur det är att vara verksam inom näringslivet såsom anställd och som konsult

skildras med detaljrikedom. Här finns ändå ett driv och en vilja till urval som gör att läsaren dras med genom decennierna, från Göteborg och Chalmers, mot Kiruna och även vidare ut i världen. Tibnor Parák var under sin 43-åriga vistelse i Sverige under många år anställd av LKAB, som också stöttat utgivningen av boken. Idag bor Tibnor Parák i Ungern – igen.

Framgångsrik strategi för Boliden

En debatt om utvinning av metaller har under de senaste åren trappats upp i Sverige i samband med att nya gruvprojekt har startats upp och att prospekteringsaktiviteten har intensifierats. Metaller är en nödvändighet för ökad levnadsstandard och i takt med att urbaniseringen ökar globalt kommer också efterfrågan på metaller att öka. Varje person i västvärlden kommer under sin livstid att i genomsnitt använda ca 1 700 ton metaller och mineral (enligt Bergmannen nr 1/13). Att då förlita sig på att andra länder ska producera dessa metaller är inte ansvarsfullt, speciellt inte med tanke på att den svenska berggrunden har stor geologisk potential för ytterligare metallfynd samt att Sverige ställer höga krav på att minimera påverkan på miljön vid gruvbrytning.

Under 2011 investerade Boliden cirka 240 miljoner kronor i prospektering i Sverige. Detta gör Boliden till den klart största aktören inom prospektering i landet. Förutom i Sverige bedriver Boliden även prospekteringsverksamhet på Irland. Sett i ett europeiskt perspektiv är Boliden det bolag som satsar mest pengar på zinkprospektering i Europa enligt Metal Economics Group, MEG. Prospektering innebär alltid

en risk vad beträffar eventuellt resultat. Bolidens prospektering riskerar dock aldrig våra medarbetares och entreprenörers säkerhet, vår påverkan på miljön och våra relationer till mark- och sakägare. Detta kommer alltid högst upp på agendan.

Om vi tittar tillbaka tio år i tiden har Bolidens prospektering varit mycket lyckosam och de pengar bolaget investerat i prospekteringen har betalat tillbaka sig mångfaldigt. I början på 2000-talet var dock Boliden i finansiella svårigheter. Aktiviteten på prospekteringen var då mycket låg. Bolaget valde ändå att fortsätta med prospekteringsarbetet och inledde en satsning på gruvnära prospektering med målet att säkra en malmbas motsvarande tio års produktion för varje gruvområde. Denna prospekteringsstrategi har varit mycket lyckosam och målet med tio års malmbas har nu i princip uppfyllts (i Aitik och Garpenberg med råde), vilket också medfört att Boliden under de senaste åren satsat mer och mer pengar på fältprospektering i syfte att hitta nya fyndigheter och långsiktigt starta upp nya gruvområden.

För att lyckas med att vara ett framgångsrikt metallföretag i

framtiden, är prospekteringsverksamheten en viktig del för Boliden. Nyckeln till framgångsrik prospektering är enligt bolagets mening att det finns tillgång till motiverad och utbildad personal, tillgång till markområden inom vilka prospekteringsarbete kan bedrivas, ständig utveckling av personal och teknik, effektivisering av verksamheten och inte minst att företaget har en långsiktig strategi för prospekteringsverksamheten. Trots att intensiva prospekteringsinsatser har utförts under de senaste 90 åren ser bolaget fortfarande en stor potential att kunna tillföra mineraltillgångar inom bolagets befintliga gruvområden samt att hitta helt nya fyndigheter inom de områden där bolaget bedriver prospekteringsaktiviteter idag.



/ Hans
Årebäck,
Exploration
Director
Boliden
Gruvor.

Nästan 100 år av prospektering

År 1918 utvecklade två ingenjörer en elektromagnetisk metod som gick att nyttja till malmletningsarbete. Metoden användes första gången i Kristinebergsområdet, som är en del av det så kallade Skelleftefältet. Med utgångspunkt från ett mineraliserat block kunde, genom elektromagnetiska mätningar, massiva sulfider i fast klyft hittas. Centralgrupens Emissionsaktiebolag (numera Boliden) inledde direkt därefter utveckling av egen elektromagnetisk teknik samt påbörjade omfattande mättningsarbeten i Skelleftefältet.

Det stora genombrottet lät dock

vänta på sig fram till den 10:e december 1924 då Bolidenmalmen påträffas genom borrhning på en elektromagnetisk anomali. Bolidenmalmen är än idag den rikaste guldmalmen som brutits i Europa (8,3 Mt @ 15,2 g/t Au, 49 g/t Ag, 1,4 procent Cu men även 7 procent As.)

Detta och mycket annat går att läsa om i den interna skrift om Bolidenföretagets prospekteringshistoria som nyligen sammanställts av företaget. Tanken är att under 2013 även publicera en publik bok som beskriver Bolidens prospekteringshistoria. Håll ögonen öppna efter denna guldklimp!



Guld är en av de produkter som Boliden producerar. Mer om Boliden på www.boliden.com.

POSTTIDNING
Geologiska Föreningen c/o
Qi-Media AB
Stjärnvägen 9
553 12 Jönköping

Två dagar
i geologins
tecken!



Geologi inne och ute

Briljanta föredrag och mineral i montrarna! *Fredagen den 24 maj* blir en eftermiddag med årsmöte, prisceremonier och föredrag på Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm.

- Kl. 15.00 Årsmötesförhandlingar.
- Kl. 15.45 Utdelning av Geologiska Föreningens Rambergspris inom strukturgeologi. Pristagaren kommer att hålla föredrag.
- Kl. 16.30 Utdelning av Geologiska Föreningens nyinstittade Bergströmspris till unga geoforskare. Pristagaren kommer att hålla föredrag.
- Kl. 17.00 Mingel med tilltugg och visning av valda delar av Naturhistoriska riksmuseets mineralsamling.
- Kl. 18.45 På kvällen avnjuter vi en middag i form av en medelhavsbuffé tillsammans.

Lördagen den 25 maj kastar vi loss för en exkursion i Stockholmsområdet.

Mer information om exkursionsmål med mera kommer på vår hemsida i mitten/slutet av april.

Välkomna!

Anmälan för deltagande i middag och exkursion görs till ordföranden per telefon: 0722-03 66 12 eller till föreningen på e-post: info@geologiskaforeningen.se senast den 14:e maj.

Pris för middagen cirka 300 kr. Det kommer finnas möjlighet att köpa ett glas öl eller vin. Exkursionen är gratis för Geologiska Föreningens medlemmar. Icke medlemmar betalar 100 kronor.

Arrangör: Geologiska Föreningen.

www.geologiskaforeningen.se