

GEOLOGISKT FORUM

The background image shows a construction site for a road or railway. A worker in a blue jacket and cap stands on a pile of earth and rocks. To the right, there are wooden crates and bags of material. In the background, a dirt road curves through a green landscape with houses and hills under a blue sky with clouds.

Nr 68 DECEMBER 2010
ÅRGÅNG 17

**Vad gör
Årets geolog just nu?**

**VILKA HAR VARIT
I LUFTEN I 50 ÅR?**

**Vad kan man lära sig av
ett dike i Siljansringen?**



INNEHÅLL nr 68 december 2010

NYHETER OCH REDAKTIONELLT

Europeisk geokarta lanserad	3
Lyckat studiebesök	4-5
Ballast och strandlinjer	6
Slamolyckan i Ungern. <i>Anna Ladenberger</i>	6
Mer kunskap än någonsin från SGU. <i>Rebecca Litzell</i>	7
Hiernepristagaren 2010	8
Den illegala guldvaskningens baksida. <i>Robert Lilljequist</i>	9
Hallå där! Årets geolog.	26-27
Stödprenumeranter	28
Kalendarium & Noterat	29
Nya böcker	30
Sista ordet: Förnuft och känsla i kärnbränslefrågan	31
Geonytt/Annonser	32

ARTIKLAR & REPORTAGE

SGUs flyggeofysik. I luften i mer än 50 år.	10-13
<i>Sören Byström, Peter Hagthorpe och Mats Wedmark</i>	
Eyjafjallajökull idag – Katla imorgon.	14-19
<i>Erik Sturkell, Reynir Bödvarsson och Matthew Roberts</i>	
Om ett dike i Siljansringen ur ett historiskt klimatperspektiv.	20-23
<i>Anette E.S. Högström, Jan Ove R. Ebbestad & Åsa M. Frisk</i>	
Världsunik fynd. <i>Mark Johnsson</i>	24-25

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 Föreningen, c/o Qi-Media AB,
Stjärnvägen 9, 553 12 Jönköping
tel 036-4400120, 0708-20 50 10
e-post: gff@geo.su.se; www.geologiskaforeningen.nu

Omslagsbild: Ett dike vid Tempelvägen ovanför Nittsjö. Läs mer på sidan 20.
Upplaga: 1 100 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 ordinarie medlemskapet i Geologiska Föreningen. En helårsprenumeration på Geologiskt forum utan medlemskap kostar 190 kronor/år. Ange namn, adress och e-postadress, vid betalning till vårt Plusgiro: 2108-9.

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

Varmt välkommen att kontakta tidningens redaktör Anna Kim-Andersson om du vill medverka i Geologiskt forum – hör av dig innan du sänder ditt manuskript. Författarna svarar själva för innehållet i sina artiklar. Nästa nummer av Geologiskt forum kommer ut i mars 2011.

Geologiska Föreningen
18 71

Europeisk geokarta lanserad

Projektet OneGeology lanserade i oktober en ny europeisk geoportal. Detta är första gången som det finns en internetbaserad, fritt tillgänglig karta som ger en samlad bild över hela Europas geologi.

Med hjälp av OneGeologys europeiska webbportal kan vem som helst som vill få en översiktlig bild av Europas geologi. Portalen är framför allt tänkt att vara ett verktyg för beslutsfattare runt om i Europa. Informationen utgör en grund för att överblicka och övervaka Europas yta med avseende på bland annat radonrisk, avfallshantering, mineraltillgångar och övervämmingar.

Det är det europeiska samarbetsprojektet OneGeology-Europe som nu avslutas efter två framgångsrika år. Slutresultatet har blivit det som kallas för *OneGeology-Europe Web GeoPortal*. Den officiella lanseringen skedde den 27 oktober 2010 i Paris, Frankrike. I samband med lanseringen berättade experter från de olika geologiska undersökningar om hur portalen kan användas för planering och beslut om landanvändning, och hur detta kan bidra till att underlätta vardagen för de många människor som bor i Europa.

Sverige har, via Sveriges geologiska undersökning, varit delaktigt i projektet och bidragit med geologisk information samt medverkat i det tekniska utvecklingsarbetet. OneGeology-Europe

Web är ett komplement till det globala initiativet OneGeology, som bygger på samarbete mellan geologiska undersökningar runt om i världen och olika internationella sammanslutningar som bland annat UNESCO och the Corporation of International Year of Planet Earth. Målet för det globala initiativet är att få fram webbaserade globala, geologiska kartor, baserade på den bästa tillgängliga informationen, i skala 1:1 miljon. Ty geologi är viktigt, inte minst i ett globalt sammanhang. Geologi sträcker sig över nationsgränserna och för att få en överblick över till exempel mineral- och grundvattenresurser och storskaliga jordarts- och berggrundsstrukturer behövs en samlad bild av jordens geologi.

Läs, titta och lyssna:

www.onegeology-europe.org

(här finns mer om projektet samt länk till själva portalen)

www.sgu.se (sök på OneGeology)

www.youtube.com/OneGeology



Mer än 80 geologiska undersökningar världen över bidrar med information till det globala projektet OneGeology. Ovan syns geologin i Europa.

Nya tag för Geologiska Föreningen

Geologiska Föreningen i Sverige fyller 140 år år 2011. Det är ganska imponerande och på sätt och vis borde denna aktningvsårda ålder förpliktiga. Men till vad?

Vadför ska vi ha en Geologisk Förening i Sverige och hur ska denna förening komplettera redan befintliga strukturer? Vilka frågor är det som vi ska driva och utveckla? Vilket arv ska vi förvalta? Inom vilka områden ska vi tänka nytt? Vilka är våra målgrupper och vad är det för service och tjänster vi vill erbjuda våra medlemmar i föreningen? Föreningens styrelse 2011 är nygammal. Vi har idéer samtidigt som vi vill lyssna och ta nya tag tillsammans med medlemmar, geologer och geointresserad allmänhet. Hör av dig till oss Kontaktuppgifterna hittar du på vår webbplats www.geologiskaforeningen.se

Vilka är vi då? Mikael Calner som kliver in efter Joakim Mansfeld, blir föreningens redaktör och med ansvar för den vetenskapliga publikationen GFF, men också såsom ansvarig utgivare för Geologiskt forum. Underteknad, som är populärvetenskaplig redaktör, kliver också in i ett styrelsearbete som ledamot efter flera år som adjungerad till styrelsen. Erika Ingvald är ny sekreterare och Vivi Vajda tar över ordförandeskapet efter att under senaste året varit tillförordnad ordförande. Kari Niiranen är kassör och Mark Johnson och Patrik Nilsson fortsatt ledamöter under 2011.

Tills vi ses nästa år som 140-åringar önskar vi er trevliga helger!



/ Anna Kim-Andersson,
populärvetenskaplig redaktör

Lyckat studiebesök

Hur driver Norsk geologisk förening sin verksamhet? Erika Ingvalds, geolog och informatör på SGU och sekreterare i Geologiska Föreningen åren 2011 och 2012, Kaarina Ringstad, geolog och informatör på SGU och projektledare för Geologins Dag samt undertecknad, var några i en delegation som i augusti reste från Sverige till Norges geologiska undersökning, NGU, där även Norsk geologisk förening samt GeoPublishing AS håller hus. Studiebesöket blev synnerligen lyckat och värdarna på NGU och Norsk geologisk förening tog emot vår svenska delegation på ett mycket gästvänligt vis. Utbytet av tankar, idéer och information blev också stort och inte minst knöts kontakter för framtida samarbeten på många fronter.

Norsk geologisk förening, med kansli på NGU, är en livskraftig förening med både **företagsmedlemmar** och ett par tusen "vanliga" **medlemmar**. Den norska vetenskapliga publikation som är motsvarighet till vår GFF ges inte längre ut som tryckt tidskrift, utan bara som elektronisk publikation, i föreningens regi. Den populärvetenskapliga tidningen **GEO** ges ut av förlaget GeoPublishing AS, som ägs och drivs av Halfdan Carstens, med redaktion på NGU. Eftersom GEO också är Norsk geologisk förenings medlemstidning har föreningen tillgång till ett antal sidor i tidningen och köper i gengäld en medlemsupplaga, varje nummer. Därutöver finansieras tidningen (och företagets övriga tidskrifter, tryckta och elektroniska) med **annonsintäkter**. Geologins Dag är inte såsom i Sverige en egen förening, utan en av Norsk geologisk förenings verksamheter och den centrala samordningen sker från kansliet i Trondheim. Därutöver ordnar föreningen **konferenser** inom geovetenskapen och geoturismens område. Produktionen och **utgivningen av praktverket *Landet blir til***, som varit möjlig tack vare stora frivilliga insatser och tid men även sponsring från företag, har de senaste åren bidragit till ett inflöde av intäkter i miljonklassen. Andra imponerande insatser är **samarbetet** med turistföreningen i Norge, en **regionalt och lokalt förankrad föreningsverksamhet**, samt arrangerandet av "tävlingar" såsom korandet av **Norges nationalsten** och nu senast tävlingen där norska folket fått rösta om platser i landet som utnämns till **geologiska nationalmonument**. I oktober blev ön Leka, norr om Trondheim, utsett till det första geologiska nationalmonumentet.

I Norge har oljan givetvis banat vägen för välfärd, men också för en genuin känsla och omtanke om naturen och en förståelse för inte bara naturresursernas betydelse för samhälle och människa, utan också för förståelsen av geokunskapens betydelse. I detta land där fjäll och hav utgör snudd på randvillkor för människans existens, finns en kärlek och stolthet till geologin som vi i Sverige inte kan vara annat än avundsjuka på. Vi kan också låta oss inspireras.

/ Anna Kim-Andersson, redaktör Geologiskt forum och styrelseledamot i Geologiska Föreningen 2011 och 2012.

Istra kastar sig över bergets kant ner i Istradalen. Vattenfallet heter Stigfossen och skummet yr. Här slingrar sig den klassiska vägen Trollstigen nära 1 000 höjdmeter från dalens botten upp till dess krön. Inte utrustad med så mycket mer än vandringskängor, kamera, hyrbil, karta och en envig vilja att få se denna sevärdhet, körde undertecknad från Trondheim över Dovrefjället och ut mot kusten. Målet var Trollstigen. Inte visste jag att det, för att få se dessa besöksmål, faktiskt skulle bli en snudd på hundramilaresa i bil föredelat på tre dagar (tog vägen förbi Trollvägen och sedan Geirangerfjorden också). Dock måste jag säga att resan var mödan värd. Andlöst njöt jag av att tillsammans med kossor(!), cyklister, bilister och löpare snirkla mig uppför Trollstogens kurvor. Parkerade bilen och vandrade en nyligen iordningställd vandringsled några hundra av de tusen höjdmetrarna. Naturupplevelsen i denna del av Norge är hissnande och oförglömligt mäktigt och vackert. På bilden till höger syns Trollväggen som är Europas högsta lodräta bergsvägg. Högsta toppen reser sig cirka 1 700 meter över omgivningen. Den lodräta väggen är cirka 1 000 meter. Trollstigen och Trollväggen ligger i samma bergsområde, men besökaren når turistmålen via olika dalgångar.



Förutom Geologiska Föreningen och Föreningen för Geologins Dag, deltog flera av medarbetarna från informationsavdelningen på Sveriges geologiska undersökning på studieresan till Trondheim. Ett stort tack till Gudmund Løvø och Tom Heldal på NGU och Gunn Haukdal och Arvid Nøttvedt från Norsk geologisk förening, som var några av de som tog emot oss. På fotot får vi en guidning i NGU:s lokaler. Det vackra golvet i entrén består av ett tjugotal olika sorters, för Norge, representativ natursten och är skänkt av norsk stenindustri till NGU på 1990-talet. På väggen bakom Gudmund (i grå tröja) syns en skymt av en berggrundsgeologisk karta över Norge, gjord i sten.



Under 2010 har SGU arbetat fram en ny karttjänst för **ballast och materialförsörjning**. Här finns översiktlig information om var grusföreskomster och grundvattenmagasin, men även detaljerad information om täkter och bergkvalitéanalyser.

– Vi hoppas att detta ska underlätta arbetet för länsstyrelsens täkthandläggare, såväl som för branschen och kommunen i deras planering att ta del av får information, säger Karin Grånäs som är en av de projektansvariga.

Karttjänsten är en sammanställning av information från många olika databaser på SGU, såsom



Bild över ett skede då inlandsisen drog sig tillbaka från Skandinavien i slutet av senaste istiden.

grusdatabasen och tillståndsgivna täkter.

Via SGUs kartgenerator kan man kostnadsfritt numera också ladda hem pdf-kartor över **strandnivåer** vid olika tidpunkter.

Kartorna visar den forntida och framtida fördelningen mellan hav och land samt även förändringar i sjöarnas utbredning.

Kartorna

illustrerar också på ett enkelt sätt inlandsisens avsmältning och landhöjning.

Vilka är då strandlinjekartorna till för? Arkeologer, paleoekologer och geologer, samhällsplanerare, lärare och allmänhet som är intresserade av till exempel kunskap om landskapets förändringar sedan istiden och samspelet med den historiska utvecklingen – kan ha nytta och glädje av dem.

Ballastkarttjänsten och strandlinjekartorna hittar du via www.sgu.se. Du kan även få mer information samt beställa pdf-kartor via SGUs kundservice. Det går även att beställa databasen som kartorna baseras på, från SGUs kundservice.

Slamolyckan i Ungern

Vad innehöll egentligen det röda slammet från aluminiumverket Ajkai Timföldgyár?

Den 4 oktober 2010 kl.13.30 brast fördämningarna vid en damm vid aluminiumverket Ajkai Timföldgyár i staden Ajka 160 kilometer väster om Budapest. Runt en miljon kubikmeter flytande restprodukt – rött slam – läckte ut ur dammen. Slammet drabbade närliggande samhällen, däribland byn Kolontar och staden Devecser, som en upp till två meter hög flodvåg. Enligt ungersk expertis har markförhållandena bidragit till att göra dammen instabil. Minst sju personer har omkommit och över 100 personer har skadats. Ungefär 40 km² mark påverkades i inledningsskedet. Den 7 oktober nådde slammet Donau.

Det röda slammet är en restprodukt från den så kallade Bayerprocessen, en kemisk process som används för att förädla bauxit till aluminiumoxid. Bauxit är den viktigaste råvaran för aluminiumproduktion. Den innehåller 30–45 procent aluminiumoxid. I övrigt består den av en blandning av silikat, olika järnoxider och titanoxid.

I Bayerprocessen "tvättas" bauxitmalmen med en het lösning av natriumhydroxid vid 175° C. Detta för att aluminiumoxiden ska bilda aluminiumhydroxid som är lösligt i natriumhydroxidlösningen. I nästa steg kyls lösningen och aluminiumhydroxiden fälls ut som en vit, fluffig substans. Substansen upphettas till 1050° C, varpå det bundna vattnet förångas och kvar blir ren aluminiumoxid.

De andra beståndsdelarna i bauxiten löses inte upp i blandningen. Lösningen renas genom filtrering, och den restprodukt man då får fram är det röda slammet. Slammet består i första hand av "icke-aluminium-föroreningar". Huvudkomponenten järnoxid ger den karaktäristiska röda färgen. Andra komponenter är aluminiumoxid som inte har utvunnits, samt kisel-, kalcium-, titan- och natriumföre-

ningar som ger ett högt pH och som därför kan ge kemiska brännskador. Starka baser kan penetrera hud och ögon och ge allvarliga, ibland oåterkalleliga skador. Graden av skada beror på under hur lång tid kontakten varit med det kemiska ämnet.

Mätningar som har gjorts efter olyckan visar att slammet har ett pH på 13, det vill säga det är mycket basiskt (på en skala från 1 till 14 är låga värden typiska för syror, höga värden typiska för baser, normalt dricksvatten ska ha neutralt pH 7). Vattenprover har tagits i de två mest drabbade samhällena, Devecser och Kolontar. Prover tagna torsdagen den 7 oktober visade på pH-värden runt 10. För att neutralisera slammets alkaliska effekt och sänka pH, har syra och gips tillsatts. Grundvattnet i regionens brunnar hade ett pH-värde på 7,5 vid provtagningen, vilket betraktas som neutralt.

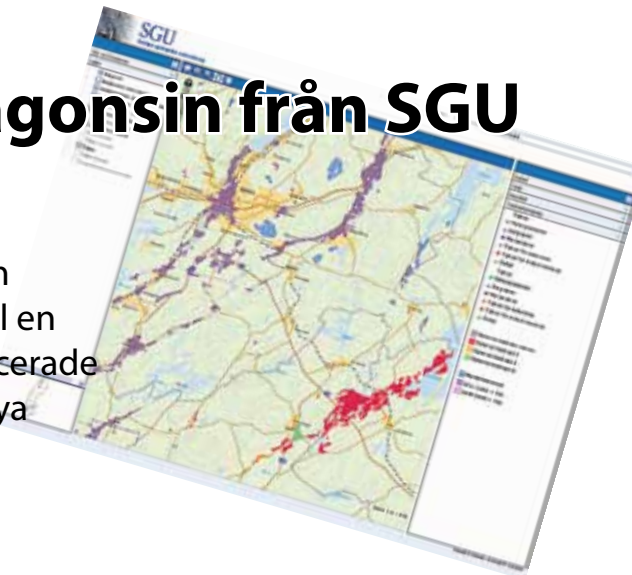
Till skillnad från många andra avfallsprodukter från gruvindustrin innehåller det röda slammet inga extremt höga tungmetallvärden. Metallinnehållet är dock sju gånger högre än i normala jordar, och det kan innehålla tungmetaller som bly, kadmium, arsenik och krom. Analyser som gjorts på uppdrag av Greenpeace visar på halter av krom på 660 mg/kg, arsenik på 110 mg/kg och kvicksilver på 1,2 mg/kg. Halterna kan ha effekter på mark och vatten.

Förutom de direkta effekterna på de ungerska vattenvägarerna påverkar också det röda slammet framkomligheten på dessa i och med att man nu försöker begränsa spridningen av slammet.

/ Anna Ladenberger, geokemist, SGU

Mer kunskap än någonsin från SGU

SGUs satsning på ökad information och kommunikation har bland annat lett till en aldrig tidigare uppnådd nivå på producerade kartor och beskrivningar. Mer än 140 nya produkter har tagits fram i år.



Hela somrarna är geologerna vid Sveriges geologiska undersökning, SGU, ute i landet och mäter, registrerar och dokumenterar allt av värde inom vårt lands geologi. Men vad skulle väl all denna kunskap göra för nytta om den bara stannade i ett arkivskåp i någon korridor? Troligtvis ingen, utom för någon enstaka prospektör som orkade sig på att leta efter den.

– Därför arbetar SGU intensivt för att tillgängliggöra all information, så att såväl yrkesutövare som allmänt nyfikna snabbt och enkelt ska kunna ta del av allt material, berättar *Kerstin Johansson* på SGU. Detta är något som ständigt kan, och bör, förbättras och det är därför det känns roligt att konstatera att efter att ha haft en något ökande kurva över utgivet material varje år så har produktionen skjutit i höjden för 2010. Redan under hösten så passerades alla tidigare årsbästa och då har inte slutspurtan för året startat ännu. En av anledningarna till den ökade produktionsmängden är att SGU har valt att satsa på just informations-spridningen och att det därför har funnits en extra redaktör och tillkommit två karto-grafer under året.

Dmytro Pronchev, som är en av de projektanställda karto-graferna, säger om jobbet:

– Vår uppgift är att presentera informationen korrekt. Just då kan man säga att små detaljer betyder mycket.

Så vad innebär då detta för dig som

läser? Det innebär att det finns över 140 nya produkter, bland annat ur Serie K, att ta del av gratis på SGUs hemsida. Det är till exempel ett stort antal jordarts-kartor och beskrivningar till bergkvalitetskartor och grundvattenmagasin. Här finns information om såväl utbredning för specifika grundvattenmagasin som listor över intressanta geologiska sevärdheter.

Ett antal av produkterna trycks vid SGU, men alla finns på hemsidan, www.sgu.se, där de kan laddas ned som pdf:er eller beställas i utskriven version.

Rebecca Litzell, redaktör på SGU.

Bilden ovan är ett exempel på hur det ser ut i SGUs kart-tjänster. Nedan syns några exempel på SGUs beskrivningar till de geologiska kartorna.



Hiernepristagaren 2010

“Karin Eriksson tilldelas Geologiska Föreningens Hiärnepris år 2010 för sin förmåga att föra ut geologin till en större allmänhet. Genom att arrangera kurser och resor till geologiskt intressanta platser som Island, Azorerna och Hawaii har hon spridit kunskapen om geologins fascinerande värld långt utanför fackkretsarna. Till detta har även hennes enastående fotografier på vulkaner, heta källor och glaciärer hjälpt till. Karin Erikssons vilja att sprida geologin vidare märks också i att hon var en av initiativtagarna till Geologins Dag.”

– Geologiska Föreningens prismotivering

Med början år 2005 utdelas vart femte år Geologiska Föreningens Hiärnepris för betydande populärvetenskaplig verksamhet inom det geovetenskapliga området. Priset utdelades även år 1999. Pristagare år 1999 var Per H. Lundegårdh och Sven Laufeld. Pristagare år 2005 var Lars Werdelin.



Karin Eriksson på Matanus-glaciären i Alaska. Mer att läsa på www.naturforum.se
Foto: Privat.

Karin Eriksson är geologen som en gång i tiden trodde att hon skulle bli lärare i geografi och matematik men som efter att ha läst naturgeografi under några år upptäckte att det snarare var geologi och fältarbete som lockade. Att hon dessutom träffade sin make Gunnar Eriksson redan under första grundkursen hade säkert också inverkan.

– Men sedan blev det ju mycket undervisning i alla fall, konstaterar Karin med glimten i ögat och ser tillbaka på tiden efter de 20 åren som prospekteringsgeolog på Boliden Mineral i Garpenberg. När företaget avvecklade prospekteringsavdelningen på 1980-talet startade Karin och Gunnar Eriksson nämligen företaget Naturforum tillsammans.

Grunden har under åren varit geologisk konsultverksamhet, föreläsningar både på universitetsnivå och med mer populärvetenskaplig inriktning – och inte minst resor med geologi som tema. År 2011 finns planer för gruppresor till kanarieön La Palma, Island respektive Frankrike (där vin och geologi är temat). Folkbildning på olika nivåer, får man väl lov att säga, även om det snarare blivit vuxna än skolbarn som suttit i bänkarna när Karin Eriksson undervisat på sitt vis.

Karin Eriksson har under årens lopp dessutom fotograferat och skrivit böcker, och hon var aktiv i Nationalkommittén för geologi under senare delen av 1990-talet. Hon är en av initiativtagarna till Geologins Dag, som i år firar tioårsjubileum. Och hon medverkade i Nationalkommitténs

arbete kring millennieskiftet för att få internationella geologkongressen (33 IGC 2008) till Norden, vilket också lyckades.

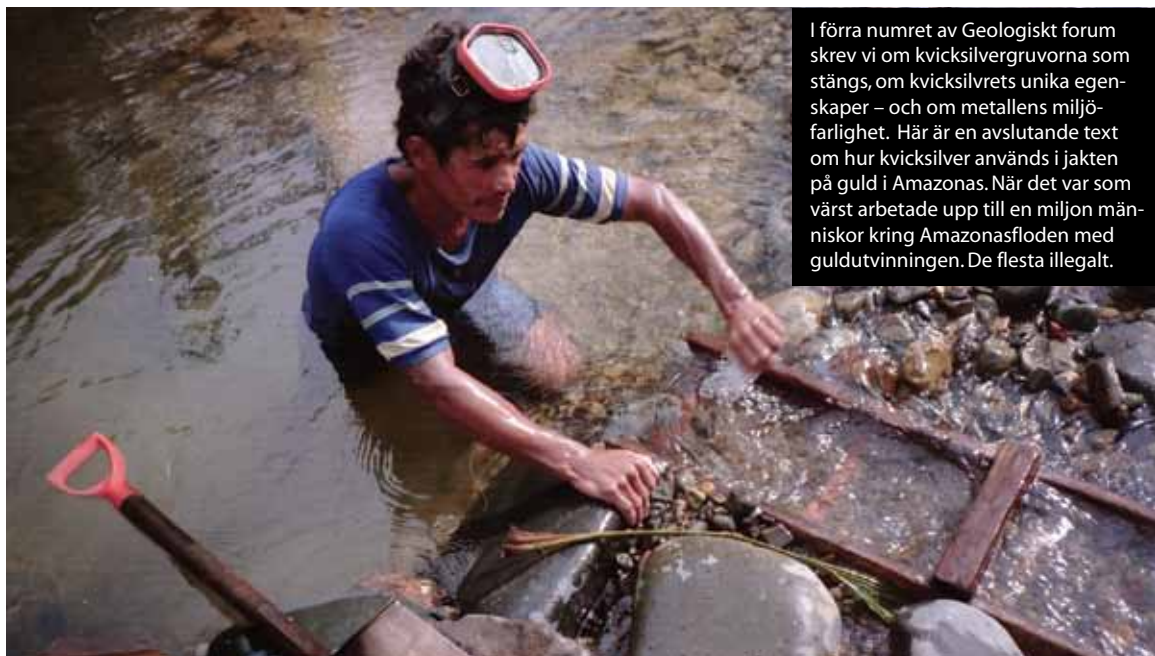
Det är redan mycket skrivet om Karin Eriksson (läs exempelvis det fina reportaget i Auris nr 7, 2010) och det går också att lyssna på Radio Dalarnas intervju med Karin efter det att det offentliggjordes att hon erhöll Geologiska Föreningens Hiernepris 2010.

– Det häftigaste är nog ändå att stå en natt på stranden på Hawaii och se glödande lava rinna ut i havet och slås sönder av vågorna... berättar hon i radioreportaget men för Geologiskt forum vill hon trots de orden inte lyfta fram något enskilt, som det bästa med geologin.

– Geologi är ju så mycket! Var man än befinner sig på jorden så finns det något spännande att titta på. Vi som är geologer av den äldre skolan har också en bredare bas än vad dagens geologer har, eftersom man numera tidigt väljer inriktning inom geologin, funderar hon.

Att det finns ett stort engagemang hos henne för att lyfta fram geologins roll i samhället, det går dock inte att ta miste på. Med indignation i rösten berättar hon om åren som konsult på Dalälven.

– Vi karterade riskområden för ras och skred. Bara kort efter att vår utredning var klar byggdes ändå flerfamiljsjhus på slänten där vi varnat. Mycket riktigt fick man senare utrymma husen och detta är bara ett exempel på hur det kan gå när man i samhällsplaneringen inte tar hänsyn till geologin, konstaterar hon.



I förra numret av Geologiskt forum skrev vi om kvicksilvergruvorna som stängs, om kvicksilvrets unika egenskaper – och om metallens miljöfarlighet. Här är en avslutande text om hur kvicksilver används i jakten på guld i Amazonas. När det var som värst arbetade upp till en miljon människor kring Amazonasfloden med guldutvinningen. De flesta illegalt.

Foto: Robert Lilljequist

Den illegala guldvaskningens baksida

Fast det inte är tillåtet används fortfarande kvicksilver vid utvinningen av guld i flera sydamerikanska länder, med svåra konsekvenser för både människor och miljön.

Sedan 1980 har småskalig hantverksmässig utvinning av guld vuxit explosionsartat som en följd av det ökade guldpriset. Upp till en miljon människor har varit sysselsatta inom (den mestadels illegala) verksamheten. Men vad har nu kvicksilver att göra med småskalig guldutvinning. Jo, för varje kilo guld som framställs åtgår det en till två kilo kvicksilver.

Framförallt är det vid hantverksmässig småskalig utvinning av alluvialt guld (guld som återfinns exempelvis i flodbäddar) som kvicksilver används i olika processsteg. Kvicksilver används i kombination med vaskrännor där metallen amalgameras med guldet och gör partiklarna tyngre.

Man räknar med att som bäst kan gruvarbetaren med denna teknik utvinna 30-40 procent av guldet medan den största delen av guldet far ut i vattnet tillsammans med ett överskott av amalgam och kvicksilver (mellan 5-30 procent av kvicksilvret). Amalgam, överblivet kvicksilver och guld samlas upp i en hink efter dagens arbete och för att öka reaktionshastigheten mellan guldkorn och kvicksilver rörs blandningen om med händerna. Överflödigt kvicksilver pressas ut med hjälp av ett sämskskinn eller en linneduk. Amalgamet placeras i en metallpanna eller retort och hettas upp över koleld eller med gaslåga. Kvicksilvret avgår som en gas. Köparna av guldet brukar i regel återupphetta materialet för att ytterligare rena guldet från kvicksilver. Detta sker i regel i intilliggande samhällen där kvicksilver från otaliga förbränningsställen okontrollerat försvinner upp i atmosfären.


I delar av Amazonbäckenet är utsläppen av kvicksilver från guldutvinning ett direkt hot mot miljö och hälsa för såväl de lokala ekosystemen som för människorna. Koncentrationer av kvicksilver i fisk

i skogsfloderna uppgår till 2,7 ppm. Enligt världshälsoorganisationen WHO och Naturvårdsverket bör halten kvicksilver i fisk inte överskrida 0,5 ppm.

Stora ansträngningar lokalt och internationellt har gjorts för att stävja den i regel illegala guldutvinningen. År 1991 förbjöd regeringen i Brasilien guldutvinning inom "Tierras indígenas". Trots förbudet fortsätter jakten på guld. Där guldutvinning fortsätter eller där nya guldruscher bryter ut görs försök att införa modernare teknik. Helst vill myndigheterna undvika metoderna med amalgamering och förorda mindre centrala anrikningsverk som arbetar med cyanidisering i slutna kretslopp, där guldet kan utvinnas med över 90 procent.

Förhoppningsvis vinner myndigheterna kampen. Kvicksilvret som sprids i naturen drabbar både människor och miljön hårt. Värst är det känsliga Amazonbäckenet i Brasilien där under 1990-talet över 1 000 ton släpptes ut. Detta är förvisso ett globalt miljöhot och ett av de värsta globala miljöhoten efter pågående och avslutade krigs-handlingar

/ Robert Lilljequist



Sveriges geologiska undersökning, SGU, är idag den enda organisation i Sverige som utför egna flygburna geofysiska mätningar. Men hur började det och vad har hänt på 50 år? Och varför är de flyggeofysiska mätningarna så viktiga?

SGUs flyggeofysik

I luften

TEXT: Sören Byström, Peter Hagthorpe och

Det började med informell byteshandel! Redan efter andra världskriget började teknikutvecklingen av tekniskt avancerade instrument och metoder för magnetiska mätningar från flygplan. Det var dock först i mitten av 1950-talet som SGU på allvar började titta på tekniken, som krävde stora investeringar.

Det var två eldsjälar vid SGU, Sture Werner och Lars Granar, som insåg vilka stora fördelar, både ekonomiskt och tidsmässigt, som geofysiska mätningar från flygplan eller helikopter gav i jämförelse med att mäta från marken. Staten var vid samma tidpunkt, i slutet på 1950-talet, intresserad av att kartlägga norra Sveriges järnmalmstillgångar. Sture och Lars drog upp ramarna och fick ekonomiska resurser till att starta. Det blev därefter Bengt Karlemo som under de första 30 åren ledde det praktiska arbetet med flygmätningarna.

Upprinnelsen till att flygmätningarna kom igång när de gjorde, lär ha varit att Sture Werner gjorde en resa till Västerbotten tillsammans med en kollega från USA:s geologiska under-

MER FAKTA FLYGBURNA MÄTNINGAR

Med hjälp av geofysiska mätningar kan geofysikerna "se" på djupet, under sjöar och jordlager, och upptäcka strukturer och annat i berget. Informationen behövs för att hitta mineral, malm, grundvatten eller för att förstå de processer som har bildat den berggrund vi har idag. Med hjälp av mätningar från luften

täcks stora ytor in på kort tid. När SGU gör sina flygburna mätningar täcker geofysikerna på en bra arbetsdag in ca 100 mil! Dessutom går det att med flygmätningarna täcka in områden som annars är svåra eller rentav omöjliga att mäta i från marken.

SGU flyger från tidig vår till sen höst med ett specialutrustat flygplan för att mäta de geofysiska förhållandena i Sverige. Syftet är att få en bättre bild av berggrunden. Flygningarna görs i samarbete med Wermlandsflyg och planet är en Shrike Commander 500S, se stora fotot uppe till vänster.

FOTO: ANDERS DAMBERG

en i mer än 50 år

h Mats Wedmark

sökning. Den amerikanske kollegan var särskilt intresserad av slingramen, som utvecklades inom SGU, se faktatext till höger. Slingramens förträfflighet demonstrerades i Kristinebergsområdet. Precis när de båda herrarna kom på visit fick borarna upp en kärna med glimrande kopparmalm just på en slingramindikation. Expertens från USA blev så imponerad att han föreslog ett byte: ett par svenska slingramar mot ett par amerikanska flygmagnetometrar! De hade använts under andra världskriget för jakt på ubåtar i undervattensläge och även prövats för malmletning i USA.

Bytet kom till stånd år 1952. Flygmagnetometern modifierades, förbättrades och monterades in i ett flygfotograferande plan från Rikets allmänna kartverk. Planet, som var ett bombplan av typ B3, kunde dock inte flyga tillräckligt lågt. För att kunna göra bra mätningar ville man ner på 30 meters höjd över marken. Planet var dessutom för svårmanövrerat för ändamålet.

Därför dröjde det ända till 1960 innan SGUs flyggeofysiska verksamhet kunde starta på allvar med rutin-

mässiga mätningar. Men när man väl var igång, tog det bara några år innan man hade fått fram ett nära på unikt geofysiskt underlag.

När SGU började med sina mätningar, tog man ett mätvärde varje 40:e meter längs linjen. Idag är avståndet mellan mätpunkterna för magnetfältet sju meter. SGU mäter dessutom det elektromagnetiska fältet och gammastrålning, där avståndet för mätpunkterna är 16 meter respektive 64 meter. Planet flyger i raka linjer, av praktiska skäl, och avståndet mellan linjerna ligger på 200 meter. I vissa fall har det funnits behov för ännu mer noggranna mätningar och då har flygningarna gjorts med så låg linjetäthet som 50 meter. Flyghöjden har ändrats från 30 meter över marken till 60 meter efter två tragiska olyckor 1990 och 1994.

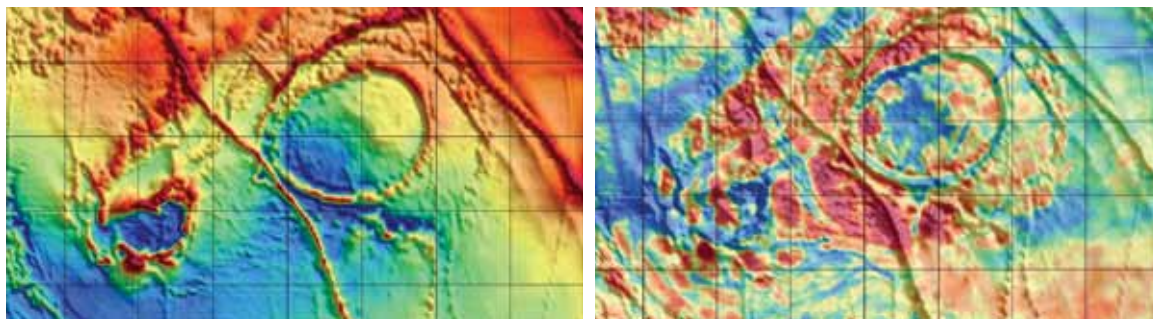
Inventeringen av järnmalm avslutades på mitten av 1960-talet. Då dök en ny parameter upp. På 1950- och 1960-talen diskuterade man faktiskt en svensk atombomb, producerad med svenskt uran. Dessa diskussioner upphörde snart,

VAD ÄR EN SLINGRAM?

Mätningar av det elektro-magnetiska fältet används för att lokalisera elektriskt ledande materia, exempelvis grafit eller grundvatten. Ju längre avstånd mellan sändare och mottagare ju större djupkänning. Vid slingrammätning har man både sändare och mottagare med sig. Slingram som mätmetod uppfanns av en svensk, Alfred Holm SGU, Malå med stöd av Sture Werner 1936.



Två parametrar är viktiga för mätresultatet: flygplanets höjd över marken och avståndet mellan varje mätpunkt. Ju närmare marken och ju tätare avstånd mellan mätpunkterna, desto bättre mätresultat.



Exempel på flyggeofysiska data, från ett område strax norr om Särna. Den ringformade strukturen visar tydliga avvikelser från omgivande berggrund både vad gäller magnetfält och elektrisk ledningsförmåga. Den vänstra kartan visar magnetfältet och den högra markens elektriska ledningsförmåga.



JORDENS MAGNETFÄLT...

... härrör från olika källor. Den största delen av fältet, det s.k. primärfältet, alstras av elektriska strömmar i den yttre jordkärnan. Andra svagare källor är elektriska strömsystem i jonosfären och magnetosfären som är ett resultat av samverkan mellan jordens primärfält och partikelstrålningen från solen.

men däremot var intresset väckt att inventera de svenska urantillgångarna med tanke på energiproduktion. SGU fick därför uppdraget att inventera Sveriges urantillgångar.

Mätflygplanet utrustades med en gammadetektor, det vill säga ett instrument som mäter den joniserande strålningen (radioaktiviteten på marken). Mätningarna av den naturliga gammastrålningen började år 1967. Förutom uran kan man med hjälp av gammastrålningsmätningarna även lokalisera kalium och torium. Alla dessa tre ämnen, uran, kalium och torium, finns naturligt i den svenska berggrunden och varierar i mängd beroende på bland annat bergartens mineralsammansättning och omvandling.

När uranet i marken sönderfaller bildas radon. Genom att mäta förekomsten av uran, kan man också få fram i vilka områden det kan finnas problem med markradon. Markradon är en, av flera källor, till radonproblem i inomhusmiljön. Teknikutvecklingen fortsatte. De första gammastrålningsmätningarna registrerades i slutet på 1960-talet via digital datainspel-

ning på magnetband. I början av 1970-talet inköptes SGUs första minidator till flyggeofysiken och till den kopplades en färg-TV för att visualisera data. Detta var ett utvecklingsprojekt mellan SGU och den idag välkände uppfinnaren Håkan Lantz. Några år senare togs en färgbläckstråleskrivare i bruk. Bläckstråleskrivaren var den första på SGU och den andra i hela landet.

Den 26 april 1986 havererade en av reaktorerna vid kärnkraftverket i Tjernobyl. Flygmättningsplanet hade just kommit hem från ett uppdrag i Botswana, med mätinstrumenten monterade och färdiga. Därför kunde flygplanet redan den 30 april sättas in för mätning av nedfallet. Parallellt med flygmätningarna utförde SGU mätningar av cesium-137 från bil i norra delen av Sverige.

Kartläggningen av cesium-137 över Sverige kom att få mycket stor betydelse för bedömning av risker och åtgärdsbehov. I samarbete med Strålsäkerhetsmyndigheten har SGU även fortsättningsvis utfört omfattande gammastrålningsmätningar.

MER FAKTA OM ATT MÄTA JORDENS MAGNETFÄLT

SGU mäter och dokumenterar hur jordens magnetfält varierar i tid och rum och gör prognoser om förändringar i magnetfältet. Till grund för informationen ligger kontinuerliga mätningar vid SGUs geomagnetiska observatorier i Fiby (väster om Uppsala), Abisko och Lycksele, samt regelbundna mätningar vid en rad

fasta positioner. SGUs flygmätning använder denna information för att korrigera de magnetiska mätningarna.

Varför är då en *magnetometer* så betydelsefull? Jo, med en magnetometer kan man mäta jordens magnetfält, och framför allt, avvikelserna

i magnetfältet. Sådana avvikelser visar var det kan finnas högre koncentrationer av magnetiska mineral, till exempel magnetit. Magnetit i sin tur är intressant, eftersom det är ett av de mineral som innehåller järn.

En del i Sveriges beredskap. Efter 1986 har SGUs flygmättningsorganisation ingått i den svenska beredskapen vid kärnkraftsolyckor. På uppdrag av Strålsäkerhetsmyndigheten mäter SGU också årligen det kvarvarande nedfallet efter Tjernobyl.

Efter terroristattentatet i USA den 11 september 2001 har beredskapens uppgifter utvidgats till att omfatta, förutom rena kärnkraftsolyckor, även terrorishändelser med nukleärt material. De geofysiska flygmätningarna är idag en del av beredskapen och SGU deltar kontinuerligt i utbildningar för att kunna mäta i krissituationer.

Inom geofysiken är tekniken och teknikutvecklingen viktig. En del av denna utveckling är användningen av lågfrekventa radiovågor, Very Low Frequency-mätningar (VLF). SGU har använt VLF-mätningar sedan 1972. Genom att tolka data från mätningarna kan man till exempel få fram information om vattenförande sprickzoner och deformationszoner i berggrunden, zoner med grafit- och sulfidförande bergarter och förekomster av lera.

En framtida vidareutveckling av VLF-metoden är att använda ett mer bredbandigt elektromagnetiskt system för att få en ännu bättre bild av hur markförhållandena varierar i djupled (så kallad bredbandigt EM-system).

Utvecklingen inom flyggeofysiken fortsätter. Idag kan vi gå från mätning till karta på några timmar. Redan i mitten av 1970-talet var SGUs flyggeofysiska produktion digital, från mätning till produktion av karta, och låg internationellt sett i utvecklingens framkant. Dagens mätmetoder är de samma som då,

men den snabba utvecklingen av hur man kan hantera data har minskat produktionstiderna avsevärt. Idag kan en preliminär karta vara klar någon timme efter att flygplanet landat och slutbearbetningen av ett kartblad som förr tog två till tre månår, görs idag tio gånger så fort.

SGU har idag flyggeofysiska mätdata från närmare en kvarts miljard mätpunkter! All denna information bidrar till kunskap om de geofysiska och geologiska förhållandena i Sverige.

I takt med utvecklingen inom både samhället i stort och teknikområdet samt med ökade kunskaper om de geologiska processerna, ökar både behovet av och möjligheterna att mäta och visualisera geologisk information.

- Prospekteringsbolagen efterlyser information som visar hur berget ser ut på stora djup, dvs. djupare än vad som mäts idag.
- Det finns behov att i större detalj kunna studera de ytligaste delarna av marken i syfte att förebygga skred eller bestämma jorddjupet i samband med byggarbeten och liknande.
- Den snabba utvecklingen inom IT ger allt bättre möjligheter att kombinera den digitala informationen till tredimensionella modeller, som ger oss tydligare bilder av berggrundens utseende och sammansättning.

Det som nämnts ovan är bara några exempel! SGU lär nog flyga vidare många år till.

Sören Byström, Peter Hagthorpe och Mats Wedmark har tillsammans arbetat i 90 år med flyggeofysik vid SGU.

MERA FAKTA VLF-MÄTNINGAR

VLF står för Very Low Frequency. Mätningarna bygger på att signaler inom frekvensbandet 15–30 kHz skickas ut från militära radiosändare för att kommunicera med ubåtar i undervattensläge. Ju lägre frekvensen är desto längre ned i vattnet eller marken tränger signalen. Radiovågorna ändrar karaktär med markens elektriska egenskaper – något som registreras av mottagaren i planet. Metoden att använda signalen från VLF-sändare bygger på en idé från Lars Granar, SGU.

50-ÅRS KALAS!

Välkommen till SGU torsdagen den 27 januari. Då presenterar vi 2010 års mätresultat från våra geofysiska undersökningar. Vi berättar också mer om verksamheten och passar också på att fira vår flyggeofysiska verksamhet, som fyller 50 år! Firandet kommer att äga rum på SGUs huvudkontor i Uppsala.

Mer information kommer att läggas ut på www.sgu.se i början av 2011.

MER FAKTA OM JONISERANDE STRÅLNING

Joniserande strålning finns i tre varianter: alfa, beta och gamma. Gammastrålningen har längst räckvidd och är därför lättast att mäta. Mätinstrumentet kallas för gammadetektor. I marken finns normalt kalium, uran och torium som avger joniserande strålning. Informationen används bland an-

nat för berggrundskartering och prospektering. På bilden: Nationell övning för strålskyddsberedskap, oktober 2009. SGU deltar i ett team tillsammans med medarbetare från tullen, sjukvården m.fl. Här undersöks en lada där man misstänker att någon har tillverkat en så kallad smutsig bomb.

Foto: Mats Wedmark





Eyjafjallajökull idag – Katla imorgon

Under våren 2010 inträffade ett mellanstort vulkanutbrott på Island som fick långtgående effekter för omvärlden. Nästan all flygtrafik i Europa stoppades mellan 15 – 23 april. Det var vulkanen Eyjafjallajökull som efter nästan 200 år av inaktivitet fick ett utbrott. Denna eruption var inte oväntad då vulkanen redan 1994 började visa tecken på ett återuppvaknande. Eyjafjallajökull har som granne den betydligt aktivare vulkanen Katla vilken kan generera stora utbrott jämfört med Eyjafjallajökuls små till mellanstora utbrott.

TEXT: Erik Sturkell, Reynir Bödvarsson och Matthew Roberts

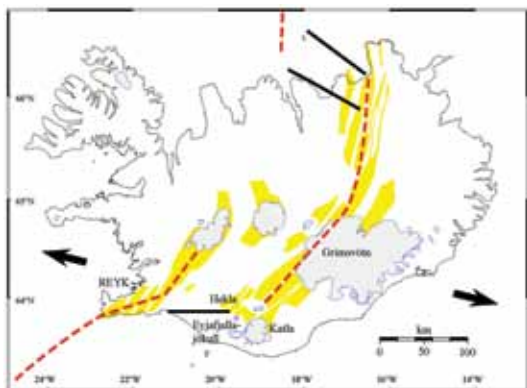
Katla har haft 20 utbrott sedan år 874 då vikingarna bosatte sig på Island efter att de påstås ha fått nog av den norska regeringen. Det senaste utbrottet i Katla skedde 1918 medan Eyjafjallajökull endast har haft utbrott åren 920, 1612, 1821–1823 och 2010, varav de tre första följdes av ett utbrott i Katla-centralen. Kan detta vara en tillfällighet? Det är frestande att säga att det finns ett samband. Geokemiskt är de två vulkanerna ändå helt olika; Katla har en Fe–Ti rik basaltkemi medan Eyjafjallajökull producerar svagt alkalina basalter och intermediära och evolverade bergarter såsom trachyandesit och rhyolit. Katla har en bimodal sammansättning av Fe–Ti basalt och mycket underordnat mängd rhyolit men inga intermediära bergarter. Magmaproduktionen i Eyjafjallajökull-

centralen är mycket underordnad jämfört med den enorma produktion som pågår i Katla-centralen. Det är därför högst sannolikt att när Eyjafjallajökulleruptionerna inträffar med långa mellanrum finns där vid varje tid en avsevärd mängd magma i Katla-centralen. Det motsatta är inte fallet eftersom magmaproduktionen i Eyjafjallajökullcentralen är mycket långsam jämfört med produktionen i Katla-centralen.

På grund av de två vulkanernas geografiska närhet, det är endast 20–25 kilometer mellan de två, kan rörelser i en vulkan påverka stressfältet och öppna eller sluta sprickor i grannvulkanen. Det kan också nämnas att avståndet mellan vulkanerna är ungefär lika med den lokala jordskorpan tjocklek.

Island ligger på den mittatlantiska spridningsryggen som öppnar sig med en centimeter per år i vardera riktningen. På södra Island finns det två överlappande spridningsryggar där vulkanerna Eyjafjallajökull och Katla ligger just söder om den östliga spridningsryggens spets. Denna vulkan-tekonik betecknas som framskridande spridningszon där magma kan lagras överst i jordmanteln eller djupt i jordskorpan. Detta medför upprepade eruptioner på samma plats vilket ger upphov till så kallade centralvulkaner. Eyjafjallajökull och Katla är exempel på sådana centraler.

Under historisk tid (sedan år 874) har den vulkaniska aktiviteten huvudsakligen ägt rum i den östra zonen. De gula fälten utgörs av individuella vulkansystem. Vulkanerna Eyjafjallajökull och Katla ligger just söder om den östra spridningsryggens spets som syns på kartan.

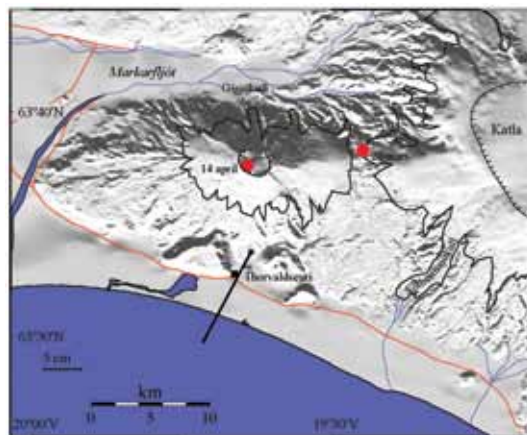


I juli månad 1994 började jordskalvsaktivitet under Eyjafjallajökull. Geodetiska mätningar visade att marken hävde sig och detta var centrerat till ett område vid glaciärens sydöstra kant. Intrusionen pågick som mest under tio månader (troligen kortare tid) och stannade på flera kilometers djup. Inget skedde förrän sommaren 1999 då ett jökulhlaup kom ut ifrån utlöpsglaciären Solheimajökull. Man tror att en grund intrusion i vulkanen Katla utlöste detta jökulhlaup från Solheimajökull. Samtidigt inleddes en ny jordskalvsvärm under Eyjafjallajökull. Efter någon månad kunde man mäta hur marken höjde sig – magma hade börjat strömma in, och ytterligare en intrusion hade börjat bildas under Eyjafjallajökull. Under våren 2000 avtog jordskalvsaktiviteten, och intrusionen slutade att växa till. I och med jökulhlaupet ut från Solheimajökull tilltog den seismiska aktiviteten under Myrdalsjökull. Magma började strömma in i Katla-vulkanen. GPS-mätningar visade en upplyftning och uttänjning från mitten av Katla-vulkanen.

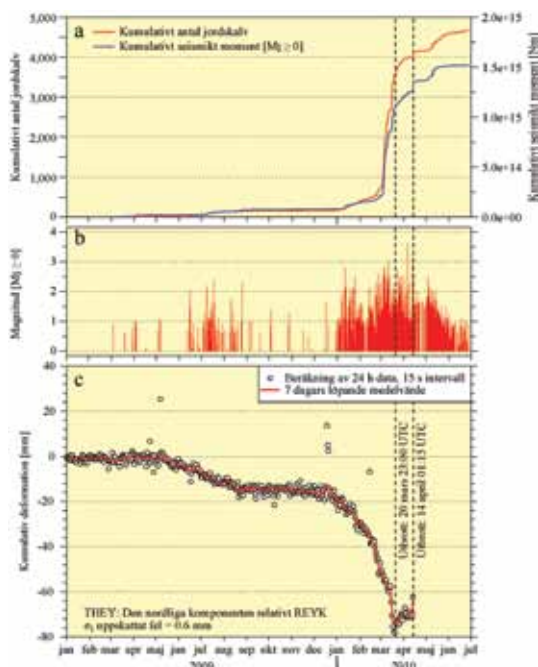
Allt var lugnt under Eyjafjallajökull fram till mitten av 2009 då jordskalvsaktiviteten tilltog. Den fasta GPS-stationen vid Thorvalseyri visade en horisontell rörelse mot söder med 1,5 centimeter under några månader. Sedan lugnar det ned sig temporärt. I december 2009 ökade jordskalvsintensiteten markant och GPS:en vid Thorvalseyri rörde sig söderut vilket betydde att magma ansamlades under vulkanen. Jordskalven och inflödet av magma fortgick fram till den 20 mars, och frågan var; är detta ytterligare en intrusion eller skulle det bli en eruption denna gång. Forskarna observerade att jordskalven blev allt grundare och kunde sluta sig till att ett utbrott var nära förestående.

Jordskalven under vulkanen började bli grundare vilket betydde att magma började röra sig mot ytan och sent på kvällen den 20 mars öppnades en en kilometerlång eruptionsspricka. Utbrottet följde mönstret för en basaltiskt sprickerupruption där aktiviteten efter den inledande fasen av en lång spricka med lavafontäner koncentrerades till en huvudkrater. Utbrottet hade Hawaiikaraktär och askproduktionen var liten. Sammansättningen av lavan var identisk med den olivin basalt som Eyjafjallajökullvulkanen är uppbyggd av. Basalten har en svag alkalisk trend jämfört med MORB (mid ocean ridge basalts). Detta utbrott skedde på den bästa tänkbara platsen, just utanför glaciären och "långt" ifrån den fasta bebyggelsen. Lavan skulle behöva rinna tolv kilometer (dock i nedförsbacke) innan den skulle nå fast bebyggelse och utbrottet producerade små mängder av aska. Över 30 000 personer vallfärdade för att titta på utbrottet som pågick till den 12 april, och från kratern kom det endast ånga, då den långsamt svalnade.

Geodetiska mätningar visade att det skedde ett inflöde av magma under vulkanen och den 14 april började ett explosivt utbrott. Flera kratrar hade öppnat sig i botten av den 2,7 kilometer stora toppkratern. Denna har en öppning norrut där utlöpglaciären Gígjökull kommer fram. Magma som trängde upp hade en kiselhalt av 58 procent och innehöll betydande mängder



Karta över Eyjafjallajökull och den västra delen av Myrdalsjökull under vilken vulkanen Katla ligger. Under intrusionen juni 1999 till mars 2000 uppmättes det en horisontell rörelse av tolv centimeter med GPS. Eyjafjallajökullvulkanen har en 2,7 kilometer stor toppkrater vilken har en öppning norrut där Gígjökullen rinner ut. Den röda punkten i toppkratern visa platsen för de kratrar som bildades den 14 april och den röda punkten just öster om glaciären representerar sprickan som öppnade sig den 20 mars.



a) Jordskalv som registrerades under Eyjafjallajökull från januari 2009 till och med utbrottets slut. Det största skalvet hade en magnitud av 3.6 och skedde dagarna före utbrottet som kom ur toppkratern. **b)** Det kumulativa antalet jordskalv (röd linje) och det kumulativa seismiska momentet visar att de flesta jordskalven inträffar när magman rör sig i skorpan innan utbrottet börjar. **c)** Den N-S komponenten från den fasta GPS-stationen vid Thorvaldseyri (THEY) som visar upprepade perioder med en sydlig deformationsriktning som betyder inflöde av magma under vulkanen. Data kommer från Islands meteorologiska byrå.

gas, och utbrottet skedde under cirka 200 meter av is, vilken snabbt smälte och bidrog till det explosiva förloppet. I det inledande skedet av utbrottet smältes en stor del av glaciären som låg i toppkratern. Detta vatten strömmade norrut ner längs Gígjökullen och ner i floden Markarfljót. För att rädda bron på riksväg 1 grävde man bort vägbanken vid sidan om bron.

Askproduktionen var under de första dagarna 750 ton per sekund och därav var omkring 25 procent av partiklarna mindre än 10 µm (som finkornigt mjöl). Askmolnet steg upp till nio kilometers höjd och en stor del av det finkorniga materialet blev hängande i luften länge. På dessa höjder finns det inget regn som kan hjälpa till att rensa luftrummet. Molnet drev in mot Europa och en efter en stängdes flygplatserna. Det var fler än 100 000 avgångar som ställdes in och detta strandsatte fler än sju miljoner resenärer. Möjligtvis stängdes ett större luftrum än nödvändigt, men det är bättre att man tar till med goda marginaler då det handlar om flygsäkerhet. Jetmotorer är känsliga för vulkanaska och flyger man in i ett askmoln så stannar motorerna. Om planet kommer ut ur molnet kan motorerna komma igång igen. Motorn på propellerplan (med kolmotorer) klarar sig bättre då de är utrustade med luftfilter. Alla plan drabbas emellertid av sandblästring.

Utbrottet var aldrig pliniskt då material inte sprutade ut som från en jetmotor, utan askan lyftes upp av heta vulkaniska gaser och vattenånga, det vill säga kokat smältvatten som sedan kondenserade och avgav värme. Det var denna värme som drev plumen, vilken inte hade karaktären av utblåsningen från en jetmotor, utan såg ut som expanderande svarta blomkåls-huvuden.

Efter omkring tio dagar hade det skapats ett flera hundra meter stort håll i glaciären och en tefra/spatterkon hade byggs upp. Nu hindrades det mesta av vattnet att komma i kontakt med lavan och det medförde en betydligt lägre fragmentering av lavan.

I toppkratern eruperade en afyrisk trachytandesit med en population av olivin, plagioklas och pyroxen-kristaller av okänt ursprung (i en järnrik trachytandesit kan Fe-olivin förekomma i lågtryckssystem). I material från toppkratern har stora kristaller observerats som är identiska med kristaller som observerades i det utbrott som började den 20 mars (turistutbrottet). Den trachytandesitiska smältan med 3-4 viktsprocent H₂O kan bildas genom två processer. Differentiering av en tidigare intrusion. Inga mineralfaser som indikerar en utveckling från basalt till trachytandesit (pyroxen, amphibol etc.) har dock observerats. Partiell nedsmältning av omgivande berg kring de olika intrusionerna är troligare. Denna smälta har under tiden ansamlats sig till en så kritisk storlek att den kunde generera ett utbrott. Sedan är det troligt att en av de basiska magmorna intruderade trachytandesiten och släppte lös utbrottet.

Men varför blev det så mycket finkorning aska? Olika processer bidrog till den höga graden av fragmentering av det eruperade materialet:

1. En viktig process är snabb avkylning av det vulkaniska glaset (stelnad lava) på grund av en riklig mängd vattenånga. Glaset har därför ingen tid för annelering och nedkylningssprickor bildar ett nät med några få mikrometers mellanrum.

2. Ångexplosioner sönderdelar det snabbt frysta glaset. Detta skulle i normala fall, utan den rikliga tillgången på vatten, bilda pimpsten med bubblor separerade av tunna väggar. Det är dessa bubblor som totalt sprängts sönder så endast ~2-5 µm stora konkava fragment av bubbelväggar finns kvar.

3. I magma som kyls något långsammare bildas små kristaller på grund av en total övermättning som inträder genom avgasning av magma. Magmans fryspunkt blir omedelbart högre efter avgasningen vilket orsakar att det bildas små kristallkärnor genom hela massan. Dessa kryptokristaller innehåller inga gaser som därför i stället anrikas som små bubblor på kristallernas ytor och mellan närbelägna kristaller. När denna bergmassa sprängs sönder av ångexplosioner sönderdelas materialet, oftast i svaghetszonerna längs kristallernas ytor. Denna process lösgör små euhedra kristaller. Sådana har också observerats i aska över den europeiska kontinenten.

En inte ovanlig företeelse vid isländska utbrott är att fluor finns som en beläggning på askpartiklarna och kan urlakas snabbt när askan kommer i kontakt med vatten, såsom regn. Effekten av höga fluorhalter kan orsaka fluorosis och andra sjukdomar hos kreatur och människor. Fluorets hälsovådliga effekt beskrevs i det senaste numret av Geologiskt forum (Nr 67) av Selinus och Weinstein. I början av 14 april utbrottet fanns det gott om vattenånga i kratern och askan "tvättades" och detta medförde att det inte var så hög koncentration av fluor kvar på dess yta. Under den senare fasen av utbrottet, då inte några stora mängder av vatten kom i kontakt med lavan, fanns betydligt mera fluor kvar på askans yta som kunde ge en högre halt när askan urlakades. Det var under utbrottets inledande fas som de stora askmängderna genererades, så trots en högre koncentration av fluor under den senare delen av utbrottet blev den totala mängden av fluor som fick en större spridning inte så stor tack vare den lägre askvolymen. Asknedfallet på Island skedde endast i en relativt smal korridor om fem till tio kilometer och det var färre än tio gårdar som råkade illa ut. Asklagrets tjocklek var upp till 10-15 centimeter, men det var endast ett litet område som fick så mycket. Askan var finkornig och när den blev blöt blev den som cement. Våren när Eyjafjallajökulls eruption inträffade var ovanligt torr. Resultatet var att askmoln blåste längs Islands södra lågland och helt in till huvudstaden 200 kilometer mot väster. När det först regnade på allvar några veckor efter eruptionens slut så rusade askfloder (laharer) nedför åarna och fyllde några med lera. Dessa askfloder fortsätter än i

dag när det regnar i området.

Utbrotten kom inte som någon överraskning eftersom man hade observerat upprepade intrusioner under vulkanen. Man hade en långtidsprognos, där civilförsvaret hade gjort en riskevaluering och en evakueringsplan som hade övats in. När jordskalven började bli grundare och grundare ansågs utbrottet vara på väg och då evakuerades cirka 450 personer. Utbrottets aktivitet avtog alltmer och mot slutet av maj kom det endast ånga upp från kratern med en del ångexplosioner i samband med att vatten flödade ner och mötte varmt berg. Det förekom också enstaka jordskalvssvårmar. Utbrottet förklarades som slut den 22 maj. Det första utbrottet var basaltiskt, låg utanför glaciären och var tämligen harm-löst. När det andra utbrottet kom blev det allvarligare, eftersom den finkorniga askan, som orsakades av en intermediär sammansättning av magman och tillgången av vatten, gjorde det explosivt. Utbrottet i Eyjafjallajökull klassificerades som mellanstort.

Katla med 20 utbrott är en av Islands tre mest aktiva vulkaner sedan landet bebyggdes av vikingarna år 874. De andra två är Hekla med 20 utbrott och Grimsvötn under Vatnajökull med fler än 60 utbrott.

Samtidigt som intrusionen 1999 började under Eyjafjallajökull skedde ett jökulhlaup från Solheimajökull och magma började strömma till under Katla. Inflöde av magma pågick till år 2004. Då hade omkring 0,01 km³ magma strömmat till och lagrats i en magmakammare på fyra till fem kilometers djup. Inflödet av nytt material stannade dock av, men vulkanen har så att säga kommit ett steg närmare ett utbrott. Om inströmningen av magma återupptas innan detta senaste material har stelnat, är vulkanen varm och kanalerna lätta att använda för ny magma.

När Katlas utbrott kommer kan man vänta sig ett basaltiskt utbrott där mycket vatten är inblandat. En explosiv fragmentering av lavan kommer att ske och aska kommer att spridas. Däremot kommer det inte att bli dessa stora mängder av finkornig aska.

Eftersom utbrottet kommer att ske under en glaciär kommer stora mängder av smältvatten att genereras och bilda ett jökulhlaup. De senaste 1100 åren har alla stora flöden gått österut över Myrdalsandarn. Några mindre har kommit ut under Solheimajökull. Eftersom det har varit så frekventa jökulhlaups så finns det ingen bebyggelse på de sandurfält som hotas, dock kan de lägre liggande delarna av orten Vík (cirka 300 invånare) vara i farozonen. Ett basaltiskt utbrott kan bli stort och i sin inledande fas explosivt på grund av en riklig tillgång på vatten. Däremot innehåller inte den basaltiska magman så mycket gas. Dock finns det i bilden inte bara en basaltisk magmakammare under Myrdalsjökull utan också ryolitiska domer (fickor av kiselrika (gasrika) smältor i skorpan). Dessa domer följer kalderakan- tens utsida och de som ligger längs dess östra sida har nu stelnat. Under den västra sidan finns troligen en ryolitisk magma som sakta stiger mot ytan. Om

den basiska magman intruderar i en kiselrik smälta kommer ett explosivt utbrott att ske och stora mängder aska kan bildas och spridas vida omkring. Något sådant har emellertid inte skett sedan landet bebyggdes. I skrivande stund finns det inte några tecken på att Katla står inför ett omedelbart utbrott – men farliga grannar mot öster (Katla) kan man aldrig lita på.

Erik Sturkell är lektor i geofysik och docent, Geovetarcentrum, Göteborgs universitet. Reynir Bödvarsson är seismolog, Uppsala universitet och Matthew Roberts är forskare vid Islands meteorologiska byrå.



Lavan flödar från det första utbrottet (turistutbrottet) och ner i en ravin där lavan störtar ner. Bilden är tagen i mars av Kristján Jónasson.

Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schimd, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A.R., & Zanettin, B., 1989: *A classification of igneous rocks and glossary of terms*, Blackwell, Oxford.

Selinus, O., och Weinstein, P., 2010: Eyjafjallajökull 2010, *Vulkanutbrottets påverkan på hälsan*, Geologiskt forum, Nr. 67, sid.18–19.

Sigmundsson, F., Hreinsdóttir, S., Andy Hooper, A., Árnadóttir, Th., Pedersen, R., Roberts, M.J., Óskars-son, N., Auriac, A., Deciem, J., Einarsson, P., Geirsson, H., Hensch, M., Ófeigsson, B.G., Sturkell, E., Sveinbjörnsson, H., & Feigl, K.L., 2010: *Intrusion triggering of the 2010 Eyjafjallajökull explosive eruption*, Nature, Vol. 468, 426–430 doi:10.1038/nature09558.

Om ett dike i Siljansringen klimatperspektiv

TEXT: Anette E.S. Högstöm, Jan Ove R. Ebbestad & Åsa M. Frisk

Tretton meter långt och två meter djupt – ett dike på sydslutningen vid Tempelvägen ovanför Nittsjö. Från platsen ser man ut över svagt rullande åkrar och skogsklädda kullar, avgränsade i öster av Nittsjön och den brant sluttande åsen i söder. Kulturlandskapet markerar stolt sitt arv genom ett lugnt välbehag i de klara höstfärgerna. Det är tidig morgon och fridfullt, men i diket är det full aktivitet. Det är forskare som arbetar och inte telebolaget som lägger ner bredbandskablar. Platsen håller på en begravd hemlighet, som kan väckas likt en sovande Törnrosa, mycket äldre än kulturlandskapet självt, tillbaka till en tid då havet rådde.

De underliggande bergarterna styr landskapsformerna i området, vackert skulpterade av den senaste istiden. De hårda, uråldriga graniterna och gnejserna reser upp åsarna, medan de mjukare ler- och kalkstenarna har formats till det lägre åkerlandskapet. Ett meteoritnedslag, en av de mest förödande geologiska krafter som finns, har vid en tid krossat och omkullkastat bergarterna. Den geologiska historien vittnar således om händelser för 2 000 miljoner år sedan (ma) då graniterna och gnejserna bildades i de djupare delarna av en för länge sedan försvunnen bergskedja, för 470 ma då havet låg över Sverige och meteoritnedslaget för 377 ma. Samt även istidens arbete för 8 000 år sedan.

Nere i diket tvättas och torkas det. För att kunna studera berggrunden och ta prover måste den bli så ren som möjligt, och efter två dagars skrubbande träder färger och rena ytor fram. Nu är det möjligt att i

stor detalj studera berget, och få veta om det möter förväntningarna vi hade innan vi började gräva. På grund av meteoritnedslaget lutar alla lager med nästan 80 grader. De äldre graniterna ligger längst upp i diket och följs av yngre sandstenar och kalkstenar. Dessa bergarter blir allt yngre längre ner längs Tempelvägen.

De sedimentära avlagringarna är förstenade havssediment från tidigt i den geologiska perioden ordovicium (488 – 444 miljoner år sedan), och det är dessa vi är intresserade av. I Siljansringen finns enbart två andra lokaler där just den yngre delen av ordovicium är bevarad, profilen vid Nittsjölokalen är speciell då den verkar mera komplett än de andra profilerna. Tidsrummet som lagren speglar är också en av de mera intressanta i jordens historia. Under ordovicium ägde stora omvälvningar av klimat och miljö rum, samtidigt skedde en nästan explosionsartad ökning i biologisk mångfald, i princip utan dess like de senaste 500 miljoner åren (Servais och andra 2009).

Anledningen till att vi letat oss till just denna plats längs Tempelvägen i Nittsjö står att finna i den i år 100-åriga beskrivningen av traktens geologi av Elsa Warburg (1910). Warburg var 1925 den första kvinnliga docenten i paleontologi i Sverige och verksam vid den dåvarande Paleontologiska institutionen i Uppsala. Inför exkursionerna i samband med världskongressen i geologi som 1910 gick av stapeln i Sverige, skrev hon en geologisk beskrivning av lagren kring Nittsjö, med en tilhörande detaljerad



Utsikt från Tempelvägen över landskapet i Nittsjön.

geologisk karta. De ordoviciska lagren träder tydlig fram på kartan, och med hjälp av denna och våra egna fältstudier kunde vi bestämma platsen att gräva.

Diskussioner och rapporter om klimatförändringar är idag ständigt närvarande i media och det är lätt att få uppfattningen att det bara är nu som jorden går igenom denna typ av skiftningar. Detta är långt ifrån den verkliga bilden då jordens klimat har upplevt stora som små förändringar genom hela dess historia. Några av dessa förändringar

ningen ur ett historiskt

Hundra år efter det att Sveriges första kvinnliga docent i paleontologi, Elsa Warburg, beskrivit geologin i Nittsjö, sex kilometer norr om Rättvik i Dalarna – ger sig ett nytt forskarteam ut i området för att fortsätta de geologiska undersökningarna. Läs forskarnas rapport från ett dike.



Om du vill ha kartorna till höger i större skala, mejla Anette Högström på anette.hogstrom@uit.no

har lett till ekologiska katastrofer där det mesta av livet har försvunnit, så kallade massutdöenden. Livet har alltid återhämtat sig men har aldrig sett likadant ut efter katastroferna som före. Ordovicium är en tidsperiod med mycket stora klimatsvängningar. Perioden börjar som en varm värld med hög havsnivå och många grunda hav där det myllrar av liv. Under tidig- och mellanordovicium ser vi också en enorm ökning av den biologiska mångfalden, där många representerar för olika moderna djur-

grupper ser dagens ljus. Mot slutet av tidsperioden blir det mycket kallare igen och flera av de grunda havsområdena försvinner när en omfattande istid börjar och orsakar en global sänkning av havsnivån med ca 100 meter. Denna istid tros vara den största enskilda faktorn bakom det massutdöende som sedan sker i slutet av ordovicium, då ofattbara ca 85 procent av alla djurarter i haven dog ut.

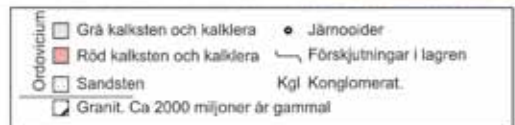
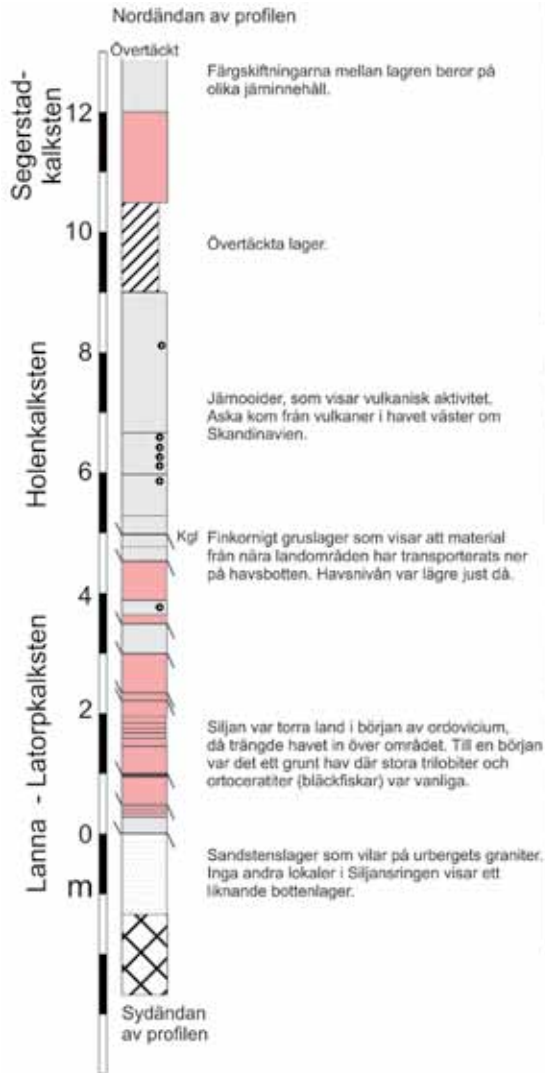


Karta över Siljansringen med lokalerna i Nittsjö markerad. Elsa Warburgs karta från 1910 med området i Nittsjö och förekomsten av de tidigordoviciska lagren längs Tempelvägen markerade.



Diket ska fyllas igen efter undersökningarna, så vi gör vårt bästa för att inte missa något. Lagren mäts upp och berggrunden fotograferas i stor detalj. Få fossil syns på ytor, eftersom stenen är färsk och då är det lite kontrast mellan den och fossilen.

Det finns dock ett flertal strukturer som fångar vår blick. En sådan är förekomsten av millimeterstora, runda järnkorn som kallas järnooider. Efter idogt tvättande och skrubbande rostar de helt enkelt och syns därmed jättebra. Dessa är speciellt



Logg över profilen i Nittsjö som är ett av resultaten från fältarbetet med de olika karakteristiska lagren uppmätta och utritade. Förekomsten av järnoolider syns också i loggen samt de tydliga färgskiftningarna mellan de olika kalkstenslagren.

Se även framsidan på tidningen. I slutet av fältarbetet täcktes profilen över igen och proverna togs med hem för analyser..

intressanta då de dels fungerar som en markörhorisont som kan kännas igen i motsvarande lager på andra platser, och dels vittnar de om vulkanisk aktivitet. Järnooiderna bildades när vulkanisk aska kom i kontakt med havsvattnet, och just ordovicium är en period som utmärks av förekomster av järnooider (Sturesson 2001). Ooiderna i Nittsjö kan vara en indikator för en syrerik bottenmiljö under denna tid.

En stor mängd prover avlägsnas från profilen med täta intervall. Proverna ska säkra ett underlag till geologiska analyser och dokumentera viktiga ändringar i sedimentens karaktär. Några prover går till isotopanalyser. Vissa grundämnen har atomer med olika massa, som kallas isotoper. Några är stabila, medan andra är mer eller mindre instabila och sönderfaller över tid (Johansson 2002). Inom geologin analyseras isotoper av olika grundämnen, och detta kan ge svar på bergets ålder, temperatur när sedimenten avsattes och närvaron av vulkanisk aktivitet som några exempel (Sturesson 2001; Johansson 2002). Ytterligare en uppsättning prover ska sågas till så kallade tunnslip så att detaljer kring sedimentets uppbyggnad kan studeras i mikroskop. Detta ger oss svar på hur djupt det var där sedimenten avsattes, om det var påverkat av vågor, vilken sorts miljö det

var på havsbotten och framför allt kan vi följa förändringarna genom profilen och därmed genom tiden. Rätt många av proverna ska också lösas upp i ättiksyra för att få fram mikroskopiska fossil. Vi vill ha både konodonter (tänder från käklösa fiskar) och kitinozoer (en sorts cysta eller äggkapsel från okända djur). Båda fossilgrupperna kan berätta om lagrens ålder och miljö.

Dessa, ofta dramatiska, historier finns alltså bevarade i berggrunden i Nittsjö, nu redo att återberättas efter årmiljonernas gång. Bilden som träder fram kan sättas in i ett globalt sammanhang som visar utvecklingen på jordklotet vid denna tid. Svaren ger oss också möjligheter att förstå de långsiktiga klimat- och miljöförändringarna under just denna del av jordens historia, men svaren är även viktiga hjälpmedel för att belysa de förändringar vi upplever i miljön och klimatet idag.

När veckan tar slut står vi där med grävskopan som skall fylla igen diket efter oss och de sista proverna uppslängda längs kanten. I påsarna och lådorna finns hundratals kilo sten och arbete för en lång tid framöver samlat.

P.S Detta arbete blev finansierat av Leksands kommuns stipendium till Åsa Frisk. Markägaren Jan-Eric Hanses

tackas varmt för sitt tillstånd till grävningen. Ett mycket stort tack till boende längs Tempelvägen i Nittsjö, framför allt till Kjell Steger och Kerstin Mases, vars hjälp och gästfrihet var mycket värdefull. Stort tack också till Lisskulla Werkmäster, Rättviks kommun med Pia Söderström, och Rättviks museum. Det fortsatta arbetet med materialet kommer att inkludera bland andra Mikael Calner, Lunds universitet, och Oliver Lenhert, universitetet i Erlangen, Tyskland. D.S

Anette Högström är försteamanuensis i geologi vid Tromsø Museum – Universitetsmuseet, Tromsø, Norge.

Jan Ove R. Ebbestad ärintendent och ansvarig för de geologiska och paleontologiska samlingarna vid Evolutionsmuseet i Uppsala.

Åsa Frisk är FD i paleontologi och bor i Zürich, Schweiz.

LITTERATUR

- Ebbestad, J.O.R. & Högström A.E.S. 2007: *Ordovician of the Siljan District, Sweden*. In J.O.R. Ebbestad, L. Wickström & A.E.S. Högström (eds.): *WOGOGO 2007. Field guide and Abstracts. Sveriges geologiska undersökning, Rapporter och Meddelande 128*, 7-26.
- Johansson, Å. 2002: *Att fänga tiden*. Geologiskt Forum 35, 18-23.
- Servais, T., Harper, D.A.T., Jun Li, Munnecke, A., Owen, A.W. & Sheehan, P.M. 2009: *Understanding the Great Ordovician Biodiversification Event (GOBE): influences of paleogeography, paleoclimate, or palaeoecology*. *GSA Today* 19, 4-10.
- Sturesson, U. 2001: *När jorden ger järnet*. Geologiskt forum 32, 12-15.
- Warburg, E., 1910: *Geological description of Nittsjö and its environs in Dalarne*. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 32, 425-250.



Botten av diket där kalkstenarnas olika utseende börjar synas efter flitig rengöring.

Världsunikt fynd

En drumlin är en ytform, en slags avlång limpa i landskapet, som – enligt vad forskarna länge trott har bildats av en inlandsis. Nu har forskarna hittat världens hittills enda kända aktiva drumlinfält. Drumlinfältet finns på Island vid Mulajökull.

Drumliner har länge gäckat många geologer och geomorfologer. Över 1 500 vetenskapliga artiklar har skrivits just om drumliner, och intresse för deras bildning har ökat under senare år eftersom de tros kan vara bevis för snabbbrörliga glaciärer, något som i sin tur ger indikationer om hur glaciärer kan påverka och påverkas av klimatet under en istid.

Trots stort intresse för frågan har bara enstaka drumliner hittats vid dagens glaciärer, såsom i Schweiz, Alaska och på Island. Drumliner från istiden förekommer dock i fält om hundratals upp till tusentals drumliner.

Några forskare har påpekat att det är en avsaknad av nutida drumlinfält och betonat att det är konstigt att de inte finns. (En kreationist har till och med påstått att avsaknandet av nutida drumliner vid glaciärer stödjer hypotesen att de skapats, inte av isen, men av Noaks flod!)

Så det var med stor överraskning som vi stötte på det som visade sig vara världens enda aktiva drumlinfält, på Island, under ett fältarbete sommaren 2009.

Vi flög med helikopter in till Mulajökull, en utlöpande glaciär från Hofsjökull. Vi var fem geologer från Sverige, Island, Danmark, Skottland, respektive England, och vår plan var att beskriva den utmärkta push-moränen (engelskans "push moraine" kan med svenskt talspråk även kallas hopskjutnings-morän) som bildats under Lilla istiden, men också för att etablera

GPS-punkter för fotogrammetrisk analys av en rad historiska flygbilder. Syftet var att vi sedan ska kunna kvantifiera mängden av morän som flyttats av Mulajökull när den framvällande glaciären (eng. surging glacier) rycker fram med 20 till 40 år mellanrum. Det vill säga: ingen av oss tänkte på drumliner!

Vi var beväpnade med de senaste flygbilderna över området. De var från 1995. Därför var det en underbar överraskning att redan under de första dagarnas rekognosering kunna notera att isen, som hade smält tillbaka en kilometer, hade lämnat bakom sig ett äkta drumlinfält bestående av ett femtiotal skedformade ytformer. Det fanns till och med ett par drumliner som skurits upp av erosionen, och därmed blotade sitt innanmäte av morän och andra sediment.

Under våra samtal växte insikten fram att vi hade hittat något viktigt och jättespännande – världens enda aktiva drumlinfält.

Genom analys av den exponerade moränen, kunde vi visa att drumliner troligtvis har skapats progressivt genom deposition och erosion under några framvällande glaciärer. Vi tror också att fler drumliner finns under isen och att framtida framvällningar kommer att fortsätta att forma drumlinerna, till och med de som är blottade idag. På detta sättet kan vi säga att drumlinfältet är aktivt.

Drumlinerna är av intresse idag eftersom de kan indikera en snabbbrörlig is. Om isen är snabbbrörlig, är den också troligtvis relativt tunn. Glaciärer påverkar hur vindarna rör

sig över eller runt glaciären och en tunnare is påverkar klimatet på ett annat sätt än en tjock is. Drumliner kan därför användas för att tolka isens rörelse och klimatets karaktär under en istid.

Drumlinerna har också varit ett vetenskapligt hett område eftersom frågan om hur de bildats har varit kontroversiell. Vi tror att Mulajökulls fältet skapas av deposition och erosion av en framvällande glaciär. I Kanada har en annan tolkning gjorts av hur drumlinfält bildas. Där menar forskare att en jättestor subglacial flod har eroderat fram drumlinerna under isen. Vi har inte hittat något bevis att Mulajökulls drumliner kunde ha skapats på detta sätt.

Vi kommer återvända till fältet för att undersöka det ytterligare. Vi hoppas att hitta, eller själva kunna skapa, flera skärningar för att testa vår hypotes om drumlin-genes. Vi bedömer att Mulajökulls drumlinfält är världsunikt och ger en fantastisk möjlighet till vetenskapen att få inblick i en process som vi bara har kunnat spekulera kring förut.

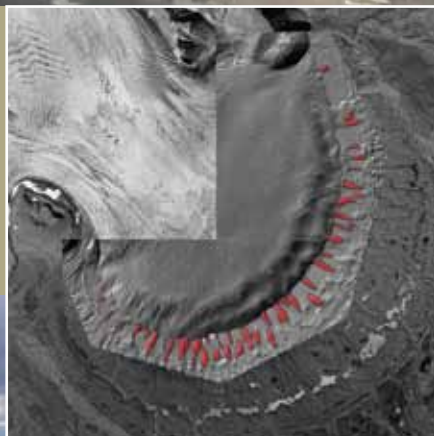
Mark Johnsson är docent vid geovetarcentrum, Göteborgs universitet, och medförfattare till en vetenskaplig artikel om Mulajökulls drumlinfält som publicerades i *Geology*, oktober 2010.



Övre bild: Helikoptervy mot Mulajökull. De många sjöarna ligger mellan de radiellt formade drumlinerna. Foto: Ivar Örn Benediktsson

Nedre bild: Foto av norra kanten av Mulajökull. Drumlinerna syns mellan sjöarna. Man kan också se ungefär tio stycken årsmoraner.

Till höger: Ett flygfoto från 1995 över Mulajökull som har bildbehandlats år 2009. Drumlinerna är markerade med rött. Push-moränen är markerad med pil. Figur: Anders Schomacker.



Hallå där!

Vivi Vajda, professor i paleontologi, Lunds universitet, tillförordnad ordförande 2010 och ordförande i Geologiska Föreningen 2011-2012, samt i år utsedd till Årets geolog av Naturvetarnas geologsektion.

Vivi Vajda är aktuell med flera vetenskapliga artiklar i tidskrifter som Science och Nature. Hon har länge varit engagerad i frågan om geologins roll i samhället och förutom som ordförande i Geologiska Föreningen i Sverige är hon ordförande för ett av FN-organet UNESCO:s vetenskapliga råd.

Hur känns det att emotta priset?

– Denna typ av utmärkelser är viktigare än vad man kanske kan tro. Det visar att det arbete man lägger ner faktiskt gör skillnad och att det värdesätts vilket naturligtvis är väldigt hedrande och sporrar för vidare arbete. Jag är speciellt glad för att inte bara de vetenskapliga meriterna, utan även mitt arbete med geologin i samhället lyfts fram i motiveringen

Vad är aktuellt och viktigt för dig som geolog?

– Det är flera frågor som jag anser vara mycket viktiga. Klimatfrågan är ju självskriven. Och även om det kanske kan låta som en klyscha att "the past is the key to the future" så anser jag att det är med hjälp av det geologiska arkivet som vi geologer kan bidra till att lösa framtidens klimatproblem. Tillsammans med mitt forskarlag arbetar jag med tre stora frågeställningar som både innefattar biologiska massutdöenden i historien, men även perioder av intensiv utveckling av tidiga landväxter. Förutom mitt arbete

med krita–paleogengränsen, massutdöendet där dinosaurierna dog ut och som det skrivits utförligt om i exempelvis Geologiskt forum tidigare, så arbetar jag med utdöendet som inträffade för 200 miljoner år sedan vid trias–juragränsen, tillsammans med ett kinesiskt forskarteam. Med hjälp av fossila pollen har vi minskat ner det osäkra gränsintervallet till 50 meter från ursprungliga 1 000 meter sediment och i vår deltar jag i en expedition till nordvästra Kina för att i detalj provta det återstående intervallet. Samma tidsintervall återfinns i australiensiska och nya zeeländska sediment som jag med hjälp av internationellt samarbete får ta del av. En del spännande resultat är på väg ut och mer följer senare nästa år.

Jag arbetar dock även i min närmiljö. Tillsammans med min doktorand Kristina Mehlqvist arbetar vi med att ta reda på hur den tidiga landfloran såg ut i Skåne under silur och hur vegetationen påverkade miljö och klimat. Sverige torde vara ett av de bäst lämpade områdena i världen för studier av detta slag eftersom vår kontinentplatta låg vid tropikerna. Tropikerna är ju som bekant "hot-spots" när det gäller biodiversitet, så jag tror vi letar på rätt ställe och det är spännande resultat på väg ut ifrån det projektet.

Du har många järn i elden. Vad ger dig kraft och energi? – Jag njuter av att arbeta med de vetenskapliga frågeställningarna, tolka resultat och förmedla dem till andra forskare och allmänheten. Jag samarbetar med forskare både nationellt och internationellt och jag är verkligen inte ensam i det jag gör. Att även ha familjens stöd är viktigt. Barnen har fått uppleva fältarbeten, vistelser utomlands och

både framgångar och motgångar tillsammans med mig. Det känns som att vi är ett sammansvetsat team!

Kommer du att fortsätta att arbeta med frågan om geologins roll i skolan?

Jag kommer naturligtvis fortsätta att arbeta genom de olika organ jag sitter med i men inser där mina begränsningar då jag inte har tillräckligt detaljerad insikt i hur skolans arbete med läroplaner med mera fungerar. Där har jag dock funnit den saknade "länken" och hon heter Elisabeth Einarsson, är forskare i paleontologi vid Lunds universitet och utbildad lärare på samma gång. Bättre kan det inte bli.



Årets geolog



Årets geolog utses varje år av Geologsektionen inom Naturvetarna

2010	professor Vivi Vajda
2009	professor Maurits Lindström
2008	professor David G. Gee
2007	professor Else Marie Fris
2006	professor Svante Björck
2005	doktor Olle Selinius
2004	professor emeritus Gert Knutsson
2003	professor Alasdair Skelton
2002	Curt Fredén
2001	professor Stefan Claesson
2000	Sven Laufeld
1999	ingenjörsgelog Carl-Olof Morfeldt
1998	professorerna Jan och Thomas Lundqvist
1997	Karin Eriksson och Lisbeth Godin-Jonasson

Fotografiet är taget i samband med prisceremonin i Uppsala i november.

Här är prismotiveringen så som den lästes upp av Naturvetarnas ordförande Christer Åkerman i samband med prisceremonin som gick av stapeln hos Sveriges geologiska undersökning, den 11 november 2010.

“Vivi Vajda har valts till Årets Geolog 2010 därför att hon på ett positivt och förtjänstfullt sätt flyttat fram geologins position i samhället.

Vivi Vajda är verksam vid Institutionen för geo- och ekosystemvetenskaper, Enheten för geologi (fd Centrum för GeoBiosfärsvetenskap) vid Lunds universitet och hon har nyligen utnämnts till professor. Vivos tjänst är inrättad av Kungliga Vetenskapsakademien, KVA, med medel från Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse.

Vivi Vajdas forskning berör vegetationens utveckling och har tre huvudsakliga inriktningar: större massutdöenden, återhämtning och nybildning i jordens historia. Hennes forskning medförde en mindre revolution i vår uppfattning om vad som hände i växtvärlden vid den tidpunkt då bland annat dinosaurierna dog ut för cirka 65 miljoner år sedan. Man hade föreställt sig att växterna klarade sig igenom krisen utan att påverkas nämnvärt – träden tappade sina blad, men kom kanske igen nästa år, trodde man. Det visades att så inte alls var fallet, bland annat avskogades Nya Zeeland trots att meteoritnedslaget skedde i Yucatan, i dagens Mexico, på andra sidan jordklotet. Arbetet publicerades i Science och är mycket flitigt citerat, och det gav Vivi världsrenommé.

Vivi Vajda har publicerat 13 populärvetenskapliga uppsatser i bland annat Svensk Botanisk Tidskrift, Geologiskt forum och American Scientist. Hon har deltagit i en film om paleontologisk forskning i Nya Zeelands jurallager och har i övrigt uppträtt flitigt i TV-program (nio dokumenterade tillfällen), i tidningar och radio. Vivos vetenskapliga och

ledande talanger har lett till att hon valts till ordförande för UNESCOs Scientific Board of the International Geoscience Programme för 2009–2012.

Vivi Vajda är också djupt engagerad i strävanden att få in geovetenskap på skolschemat. Från 2008 är hon ledamot i kommittén för vetenskap och skola under KVA. I arbetet ingår bland annat att utse mottagare till Lindqvistpriset samt att hålla i Lärardagen och i skolprogrammet Naturvetenskap och teknologi för alla. För KVA:s räkning har hon haft att ställa samman synpunkter på en remiss i skolfrågor, där hon av allt att döma åstadkommit ett genombrott i ett läge där positionerna var låsta.

Vivi Vajda har guidat allmänheten i fält i samband med “Geologins dag” under åren 2003–2009, då hon också var ledamot av Geologsektionens styrelse. Hon har härvid sammanställt materialet till SACO:s svar på Euro-Ages (ett EU-projekt som syftar till utveckling av tillämpbara kvalitetsstandards och kriterier för utvärdering av högre utbildningsprogram i geologi i sammanhang med Bolognaprocessen).

Från 2006 har Vivi varit ledamot Vetenskapsrådets nationella IGCP-kommitté, från 2008 har hon varit sekreterare i Geologiska Föreningen, i vilken hon nu är ordförande, från 2008 är hon ledamot i Svenska Nationalkommittén för Geologi, sorterande under KVA. Kommitténs huvuduppgift är att verka för forskning, utveckling och undervisning i geologi i Sverige.

Hon har också varit ordförande för Lunds Geologiska Fältklubb.”

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



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

NEW BOLIDEN

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



Svensk Kärnbränslehantering AB

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

6-11 februari Mineral- och smyckestensmässan. På mässan har du en unik möjlighet att botanisera bland olika mineral, fossil, smyckesstenar, slipad sten och olika verktyg för stenbearbetning. Passa på att hitta någon ny litteratur för mineral. Träffa vänner att prata mineral med, gamla eller nya. Dagligen kl. 10-16. Fri entré. Plats: Geovetarhuset, Stockholms universitet. Mer att läsa på www.sags.nu.

Geo-idéer efterlyses!

Har du idéer om hur man skulle kunna utveckla nya tjänster och nya produkter med hjälp av den geologiska information som redan finns?

Saknar du kanske en viss typ av specialkarta eller GIS-applikation? Eller något annat, som bygger på användning av befintlig geologisk information. Nu har du en chans att tillsammans med SGU förverkliga dina idéer. SGU vill stödja ett antal projekt genom att bidra med geologisk expertis utan kostnad och fri tillgång till information ur våra databaser.

Så här går det till:

- Du har en idé, till exempel en ny specialkarta.
- Projektansökan till SGU görs.
- Projektet genomförs tillsammans med SGU.
- Resultatet publiceras på SGUs webb.
- Alla rättigheter till produkten ägs av idégivaren.

Läs mer på www.sgu.se



FOTO: ANDREA LAURITZ

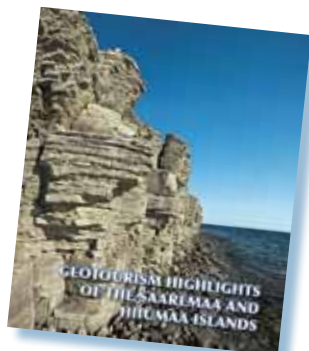
★ Titta på geologernas egna foton. Sveriges geologiska undersökning, SGU, har lagt ut bilder på Flickr. Det är bilder från Sveriges första marina nationalpark, Koster, där SGU bidragit med geologisk expertis. Mer foton ska komma, lovar SGU, som också numera finns på YouTube, bland annat med filmer om Sveriges geologiska utveckling, och på Facebook. Dessutom använder SGU MyNewsdesk och LinkedIn för att förmedla viktig information. Kika in på de respektive sajterna och sök på SGU. Läs mer om SGU på Internet, på www.sgu.se

★ Går det att återanvända förorenade sediment? Sveriges geotekniska institut, Luleå tekniska universitet och Gävle Hamn deltar från svensk sida i projektet Sustainable Management of Contaminated Sediments in the Baltic Sea, SMOCS, med partners från fem länder runt Östersjön. Hamnen i Gävle är först ut med att i fältförsök demonstrera den så kallade stabiliserings-/solifideringsmetoden, som ska göra det möjligt för hamnen att använda förorenade muddermassor för sin utbyggnad.

★ Finns det alternativ till att använda plattformar ute till havs för utvinning av olja? I Norge visar nya utredningar att det kan vara både tekniskt möjligt och ekonomiskt lönsamt att bygga produktionsanläggningar i berggrunden i stället, exempelvis utanför Lofoten och Vesterålen och andra kustnära områden. Produktionsanläggningarna blir förlagda i berggrunden, under havets botten, och nås med hjälp av tunnlrar från land. Läs mer på temat *Teknik*, i norska magasinet *GEO* nr 7, 2010.

NYA BÖCKER

Geoturismböcker för alla



Institutionen för geovetenskaper på Uppsala universitet jobbar för att sprida ämnet geovetenskap till allmänheten genom det EU-finansierade projektet *Fostering Geotourism on Central Baltic Islands*.

Inom ramen för projektet planeras en serie populärvetenskapliga böcker som är tänkta att spegla de karaktäristiska geologiska sevärdheterna i området.

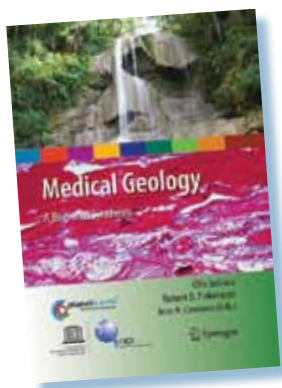
- Den första boken handlar om geoturism på Estlands två största öar.
- Den andra boken *Meteorite impact structures – geotourism in the central Baltic* ger läsaren en introduktion till hur meteoritnedslag har påverkat den geologiska utvecklingen i vår närhet men innehåller också information om hur man hittar till dessa platser och annat matnyttigt. Flertalet av dessa meteoritnedslag har skapat spektakulära landformer. Några av dessa är redan stora turistdestinationer med Siljanområdet som den kanske mest kända platsen.



Böckerna är gratis (och finns även att ladda ner på <http://www.centralbalticgeotourism.eu/>) och ska distribueras till exempel till museer och turistinformationer. Tanken är också att de lokala aktörerna ska kunna ta del av den geologiska informationen vi producerar och använda den på sätt som främjar näringsliv och turism. I början av nästa år kommer två böcker till, varav den ena kommer att behandla Gotland.

För mer information kontakta projektkoordinatoren Sebastian Willman vid institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet, Sebastian.Willman@geo.uu.se eller 018-471 27 42.

Medical Geology – a Regional Synthesis, Springer förlag 2010



Få en regional och global överblick över alla aspekter på medicinsk geologi. Denna bok på 392 sidor i färg har ett regionalt tema och behandlar medicinsk geologi, problem, lösningar, regionala aspekter från alla delar av jorden. Huvudredaktör är Olle Selinus. Olika kapitel i boken behandlar Europa, Afrika, Nordamerika, Karibien och Mellanamerika, Sydamerika, Mellanöstern, Oceanien, Japan, Kina, Ryssland, Indien och närliggande länder. Respektive kapitel är skrivet av auktoriteter i medicinsk geologi i dessa regioner. Boken är en del av serien på Springer, International Year of Planet Earth, där medicinsk geologi var ett av temaområdena.

Medicinsk Geologi, Studentlitteratur, 2010



Den första svenska läroboken i medicinsk geologi. Olle Selinus är huvudredaktör samt författare. Medicinsk geologi är ett tvärvetenskapligt ämne och samverkan krävs mellan bland annat geologi, geokemi, geofysik, toxikologi, epidemiologi, biologi, veterinärmedicin, nutrition, växtnärläring, vilket återspeglas i boken. Syftet med boken är att ge en bred inblick i medicinsk geologi med fokusering på Sverige och svenska förhållanden med många exempel och kartor. Men även med globala överblickar för att visa att vi påverkas utifrån. Boken riktar sig i första hand till studerande inom såväl geovetenskap, medicin, miljövetenskap som biologi. Även myndigheter har stor nytta av boken i sitt arbete med miljö och hälsa men även den som är allmänt miljöintresserad. Förordet är skrivet av tidigare miljöministern Görel Thurdin och övriga författare är Ulf Lindh, Uppsala universitet, Monica Nordberg, Holger Kirchmann, Bernt Jones S, Åke Bruce, Karin Ljung, Ingegerd Rosborg, Cecilia Jelinek och Kaj Lax.

Förnuft och känsla i kärnbränslefrågan

Livet är fyllt av risker. Det är omöjligt att veta vad som väntar bakom nästa gathörn. Vissa händelser kan man skydda sig mot genom att teckna försäkringar, ändra sitt beteende eller genom att helt enkelt undvika att utsätta sig för sådant som man uppfattar som farligt.

Andra risker får man leva med. Vem som helst kan utan egen förskyllan bli drabbad av en invaliderande sjukdom eller bli påkörd av en rattfyllerist.

För oss som arbetar med att ta hand om Sveriges använda kärnbränsle är människors rädsla för strålning en del av vardagen. Vi möter den ständigt i olika former och olika styrkor. Varje individ hanterar risker på sitt eget sätt – från att förtränga dem till att vara ytterst försiktig. Det är svårt för den enskilde att bedöma hur stor en risk är. Ofta får förnuftet vika för känslorna.

Det är vanligt att underskatta risken med det frivilliga och vardagliga. Att bo i ett radonhus är ett exempel på detta. Nästan hälften av den årliga stråldosen som genomsnittssvensken utsätts för varje år kommer därifrån. Enligt Strålsäkerhetsmyndigheten är radon i

bostäder orsaken till att omkring 500 personer drabbas av lungcancer varje år.

Det som är okänt och ofrivilligt uppfattas däremot för de mesta som mer riskfyllt. För de flesta människor är använt kärnbränsle något mycket abstrakt, ett resultat av en högteknologisk process, som man i regel inte varit i kontakt med och kanske inte heller sympatiserar med. Det som komplicerar frågan ytterligare är de hisnande tidsperspektiven. Använt kärnbränsle kommer att vara radioaktivt under längre tid än vad mänskligheten hittills har existerat.

Lösningen är att se till att ingen kommer i kontakt med det använda bränslet. Att kapsla in det i koppar och deponera det i ett slutförvar 500 meter ner i urberget är en metod som kommer att fungera både i dag och i framtiden.

Våren 2011 kommer SKB (Svensk Kärnbränslehantering AB) att ansöka om att få bygga och driva ett sådant förvar i Forsmark i Uppland.

Redan i dag vet vi att vi kommer att klara myndigheternas krav med stor marginal – ett krav som motsvarar en stråldos på omkring en

kvarts procent av den genomsnittliga årliga stråldosen för en person som lever av självhushåll i förvarets närhet.

Kärnavfallsfrågan handlar ytterst inte om teknik utan om känslor, moral och etik. Det använda bränslet finns och måste tas om hand på ett säkert sätt. Oavsett hur Sveriges framtida energiförsörjning kommer att se ut. Och oavsett om folkviljan är för eller mot kärnkraft.

Det är dagens generationer som har skapat energibehovet och konsumerat elenergin. Och det är Sverige som nation som har dragit nytta av energiproduktionen. Kärnavfallsfrågan är en nationell angelägenhet som kräver en lokal lösning.

Ökad kunskap om vad ett slutförvar för använt kärnbränsle egentligen innebär och vilka risker det i realiteten medför kan vara en hjälp att ta ställning. För en sak är säker: Den allra största risken tar vi om vi inte gör något alls.

/ Berit Lundqvist,
vetenskapsinformatör
Svensk Kärnbränslehantering AB



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

GEONYTT

På denna sida upplåter Geologiskt forum kostnadsfritt plats för information som är relevant för föreningens medlemmar eller en geointresserad allmänhet. Har du något du vill tipsa om – hör av dig till redaktionen senast 20 februari. Nästa nummer av tidningen kommer ut i mars 2011.
Kontakta redaktör Anna Kim-Andersson, tel 036-440 01 20, anna@qi-media.se

Nya medlemsavgifter

På medlemsmötet i november fastställdes nya medlems- och prenumerationsavgifter för Geologiska Föreningen 2011.

- Medlemskap i Geologiska Föreningen (Geologiskt forum, GFF-online, GFF tryckt): 650 kr
- Medlemskap i Geologiska Föreningen, med endast Geologiskt forum: 290 kr
- Studerandemedlemskap (Geologiskt forum, GFF-online, men INTE tryckt GFF): 290 kr
- Familjemedlemskap (inga tidskrifter): 120 kr
- Enbart penumeration på Geologiskt forum (ej medlem): 190 kr

Mer information om inbetalning och vad som gäller kommer i separat utskick i månadsskiftet januari/februari 2011 till alla befintliga medlemmar.

Har du inte varit medlem/prenumerant tidigare, men vill gå med i föreningen/prenumerera?! Varmt välkommen! Uppge namn, adress och e-postadress vid inbetalning enligt något av ovanstående alternativ, till föreningens plusgiro 2108-9. För mer information om medlemskap, kontakta någon av oss i föreningens styrelse eller info@geologiskaforeningen.nu

Geologiska Föreningens styrelse 2011

Ordförande Vivi Vajda, Lunds universitet, vivi.vajda@geol.lu.se, 046-222 46 35

Sekreterare Erika Ingvald, Sveriges geologiska undersökning, erika.ingvald@sgu.se, 018-17 93 50

Kassör Kari Niiranen, LKAB, kari.niiranen@lkab.com, 0980-717 29

Redaktör Mikael Calner, Lunds universitet, mikael.calner@geol.lu.se, 046-222 14 24

Ledamot Mark Johnson, Göteborgs universitet, mark@gvc.gu.se, 031-786 28 08

Ledamot Patrik Nilsson, URS Nordic, patrik_nilsson@urscorp.com, 08-553 935 08

Ledamot Anna Kim-Andersson, Qi-Media, anna@qi-media.se, 0708-20 50 10

Läs mer om föreningen och styrelsen på www.geologiskaforeningen.nu

Annons: Mineral och bergartssamling

Efter 40 år måste jag av utrymmesskal sälja min samling (som är systematisk). Den består av 577 mineralstuffer från gruvor och täkter i svenska landskap, plus ett antal från andra länder. Varje stuff i var sin pappask med information från fyndplats. Förvaringsskåp i vitlackerat trä med tre dörrar och 39 dragbackar. Skåpmått: Höjd 174 cm., bredd 101 cm, djup 60 cm. Bergarterna består av 183 stuffer, liksom mineralen numererade, med tillhörande dokumentationspärm. Sveninge Carlsson, tel. 0123-107 44.