

# GEOLOGISKT FORUM

NR 87 SEPT 2015  
ÅRGÅNG 22

**Jämtlands**  
*dubbelkrater*

**Härliga**  
Höga Kusten

**Edgeøya**  
en saga i sten



Dubbelkratern

9



Geologins Dag

5



Egdeøya

23

# GEOLOGISKT FORUM

NUMMER 87/2015

## NYHETER OCH REDAKTIONELLT

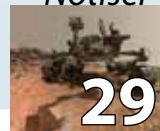
Var finns kvickleran?   Krismedvetenhet. Vad är det?	3
Geologifrågorna till Gotland	4
Annons: Geologins Dag 2015.	5
Härliga Höga Kusten	6
Notiser Geologins Dag.	7
Växthusgas i jordskorpan.	8
Äntligen spår från devon.	18
Stödprenumeranter.	28
Kalendarium   Notiser.	29
Notiser	30
Sista ordet: En termins geovetenskap – för alla.	31
Tävla & vinn en stenlåda.	32

## SIDA

## ARTIKLAR & REPORTAGE

Lockne och Målingen. Världsunik dubbelkrater.	9-13
Jens Ormö, Erik Sturkell, Carl Alwmark, Åsa Frisk.	
Kilauea. Besvikelse och överraskning. Åke Johansson.	14-17
Hur bildades Bastnästypens sällsynta-jordartsmineraliseringar?	19-22
Dan Holtstam och Ulf B. Andersson.	
Egdeøya – en saga i sten. Ingrid Anell.	23-27

## Notiser



29

**Ansvarig utgivare:** Mark Johnson

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

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

**Omslagsbild:** En fältgeolog har en lite annorlunda kontors-  
arbetsplats. Här loggar Ingrid Anell en lång sektion sedi-  
mentära stenar högt uppflugen på en bergsida på Egdeøya  
Svalbard. Läs mer på sida 23. Foto: Aleksandra Smyrak-Sikora.

**Upplaga:** 1 000 ex. **Tryckeri:** Masala media.  
**Ordinarie lösnúmerpris:** 75 kr.

**För annonser, distribution, prenumerationsärenden, adress-  
ändring, köp av tidigare nummer samt reklamationer:**  
kontakta redaktionen.  
ISSN 1104-4721

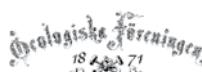
En årsprenumeration kostar 250 kr. För dig som är medlem  
ingår tidningen i det ordinarie medlemskapet i Geologiska

Föreningen, vilket kostar från 290 kr/år. Som medlem har du  
också tillgång till tidningen såsom pdf samt ett digitalt arkiv.  
(Läs mer på vår hemsida). Ange alltid namn, adress och  
e-postadress (!), vid betalning till vårt Plusgiro: 2108-9 eller  
Bankgiro 749-6359. Du kan också betala direkt med kort via  
vår hemsida på [www.geologiskaforeningen.se/medlem.php](http://www.geologiskaforeningen.se/medlem.php)

**Tidningen har sedan starten 1994** publicerat populärveten-  
skapliga artiklar inom geovetenskapens alla områden.

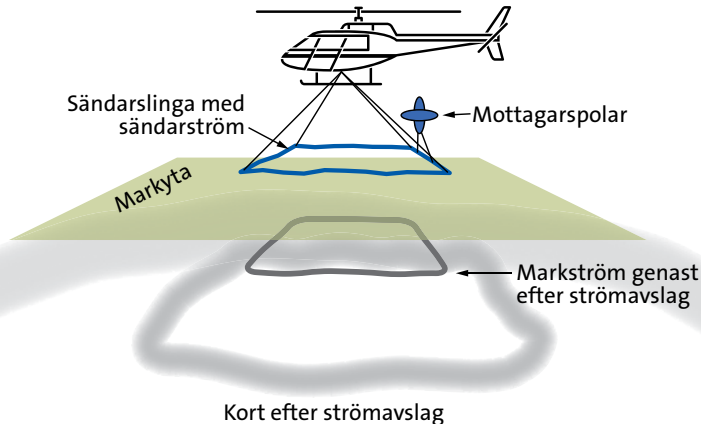
**Varmt välkommen** att kontakta tidningens redaktör  
Anna Kim-Andersson om du vill medverka i Geologiskt  
forum – hör av dig innan du sänder ditt manuskript. Förfat-  
terna svarar själva för innehållet i sina artiklar. Nästa num-  
mer av Geologiskt forum kommer i december.

**Geologiskt forum ges ut** av Geologiska Föreningen i  
samarbete med föreningen för Geologins Dag och med stöd  
av Sveriges geologiska undersökning, SGU.



**SGU**  
Sveriges geologiska undersökning





## Kort efter strömvavslag Var finns kvickleran?

I augusti inleddes flygmätningarna inom det så kallade kvickleraprojektet, som är ett samverkansprojekt mellan flera myndigheter i Sverige. Syftet är att kartlägga kvicklera inom fyra utvalda områden – med hjälp av helikopterburna geofysiska mätningar.

**Nästan alla lerskred** i Norge och Sverige som medfört betydande skador har varit kvickleraskred. Skredolyckor i Sverige beräknas kosta samhället 200 miljoner kronor årligen och i ett förändrat framtida klimat kommer sannolikheten för att nya skred inträffar att öka.

För att minska risken för stora skredolyckor i framtiden behöver man kunna peka ut områden där kvicklera förekommer. Inom sådana områden krävs särskild aktsamhet vid till exempel schaktarbete i jord. Syftet med kvickleraprojektet är att utveckla en kostnadseffektiv metodik för att kartlägga utbredning av kvicklera. Projektet kommer att testa metodiken inom fyra försöksområden; två i Göta älvdalen, i norra Bohuslän samt i Ångermanälvens dalgång, där man sedan tidigare vet att det förekommer kvicklera.

- Under 2015 kommer markens elektriska ledningsförmåga att mätas med hjälp av geofysiska mätningar från helikopter. (Metoden bygger på att det finns ett samband mellan minskning av elektrisk led-

ningsförmåga hos salturlakade leror och förekomst av kvicklera.)

- 2016. Geofysiska mätningar på marken för mer information i kritiska delområden.

- Hösten 2016. Geotekniska borrhningar och provtagning för att verifiera mätresultaten. Metodiken omfattar även topografiska, hydrologiska och geologiska förutsättningar för bildning av kvicklera.

- Projektavslut hösten 2017 då en metodbeskrivning för kvicklerundersökning ska publiceras.

**Projektet utförs av** Trafikverket, Statens geotekniska institut och Sveriges geologiska undersökning i samverkan. Det finansieras av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. För mer information, ta del av de gemensamma pressmeddelanden som nås via respektive myndighets hemsida.



Att kartlägga kvicklera är ett sätt att arbeta förebyggande för att minska risken för skredolyckor i samhället. Ett av de mest förödande skreden i Sverige är det som skedde 1977 i Tuve där nio personer omkom och 436 personer blev hemlösa. Fotot från Tuveskredet: Curt Fredén, SGU. Illustrationen ovan är gjord av Anna Jönsson, ArtAnna.

## Krismedvetenhet. Vad är det?

Att nationer och samhällen ska ha beredskap för att både förbygga och hantera större kriser är en ganska självklar tanke. Men hur står det till på individnivå? Vet du och jag om vad vi har för rättigheter och skyldigheter i händelse av kris? Till exempel att om man är frisk och stark måste man i möjligaste mån själv se till att man klarar sina grundläggande behov av sän't som vatten, värme och mat. I alla fall de första dygnen. Men har verkligen gemene man beredskap för att klara till exempel ett längre strömvabrott hemmavid? Och hur förbereder vi oss inför vistelser utomlands? Vet du om att det i till exempel Portugal och på Azorerna förekommer jordbävningar? Och att Italien har flera aktiva vulkaner, såsom Etna och Vesuvius. På Italienska ambassadens hemsida står bland annat följande. *Vesuvius, som befinner sig strax söder om Neapel, har inte haft något utbrott sedan 1944, men är ändå den vulkan som bedöms som mest oroväckande i Italien eftersom det rör sig om en explosiv typ av vulkan och det är därmed svårt att förutse vad ett eventuellt utbrott skulle kunna föra med sig.* Ett tips som svenska ambassaden i Portugal i sin tur ger är att på såväl familje- som företagsnivå göra beredskapsplaner som regelbundet går igenom och uppdateras. Man kan även anmäla sig till ambassadens beredskapslista.

Nå. Klarar du höstens nalkande stormar? Vart ska du resa i vinter? Är du rätt förberedd?

/ Anna Kim-Andersson, redaktör



# Geologifrågorna till Gotland

Det är inte varje dag som heta georelaterade frågor diskuteras mitt i maktens centrum. Men under Almedalsveckan 2015 diskuterade experter tillsammans med politiker och andra myndigheter frågor som: hållbar vatten- och metallförsörjning, ballast och blå tillväxt. Mötena hölls i Visby hamn, ombord på undersökningsfartyget Ocean Surveyor.

**J**ord, berg och vatten är viktiga, i vissa fall helt avgörande, för hur vårt samhälle fungerar. Mer hänsyn till de geologiska förutsättningarna i samhällsplaneringen innebär därför bättre hälsa, säkrare boende och mer ändamålsmässig markanvändning. Detta är bakgrunden till att Sveriges geologiska undersökning, SGU, medverkade i Almedalen 2015 – dels med egna arrangemang ombord på undersökningsfartyget Ocean Surveyor, dels i andras arrangemang. Syftet var att öka kännedomen om geologins betydelse hos de beslutsfattare som formar vårt samhälle.

SE SEMINARIERNA I EFTERHAND  
De välbesökta seminarierna finns dokumenterade på SGUs youtube-kanal (du når den antingen genom SGUs webbsida: [www.sgu.se](http://www.sgu.se) eller [www.youtube.com/user/sgusweden](http://www.youtube.com/user/sgusweden)).

Seminarierna tog upp olika aspekter av geologi i samhällsplaneringen:

- **Samhällsplanering för en tryggad vattenförsörjning:** Med ett förändrat klimat och ändrade konsumtionsvanor till följd av ökad turism och fler fritidsboenden hotar perioder av vattenbrist många svenska kommuner. Vilka nya lösningar finns, och vad krävs för att de ska bli verklighet?
- **Metallförsörjning – lokalt, hållbart, rättvist:** Åtgången av metaller är så stor att återanvändning och återvinning bara täcker en liten del av vårt behov. Samtidigt kräver ny avancerad elektronik och energiteknik nya material som bara kan produceras via gruvor.

- **Urbaniseringen kräver 100 miljoner ton byggmaterial – hur kan det bli hållbart?** Sveriges storstadsregioner växer snabbast i Europa – bara Stockholm tros öka med en halv miljon invånare till 2030. Urbaniseringen riskerar att bli en enorm utmaning för miljön när allt byggmaterial – mer än hundra miljoner ton – ska brytas, transporteras, lagras och användas.
- **Blå tillväxt – vad ska Östersjön växa till?** Blå tillväxt är ett begrepp som blir allt vanligare i samhällsdebatten. Men vad är blå tillväxt och vad ska den leda till? Sverige jobbar med dessa frågor, bland annat genom att ta fram en maritim strategi som ska öppna för fler jobb och nya affärsmöjligheter inom de maritima näringarna.



**Till vänster:** Paneldiskussion kring materialförsörjning. Från vänster: Björn Strokirk (Bergmaterialindustrierna), Mattias Göransson (SGU), Kristina Lundberg (Luleå tekniska universitet), Lena Söderberg (generaldirektör SGU), Peter Egardt (Landsövding Uppsala län) och Stig-Björn Ljunggren, moderator.

**Nedan:** Undersökningsfartyget Ocean Surveyor, här i Visby hamn. Båda fotografierna är från SGU.





# Geologins Dag

**lördagen den 12 september**



Foto: Kaarina Ringstad, Hovs Hallar, Bjärehalvön

**Höstens arrangemang och mer geologi hittar du på**  
**[www.geologinsdag.nu](http://www.geologinsdag.nu)**



**I samarbete med:**



KUNGL. INGENJÖRVETENSKAPSAKADEMIEN  
Royal Swedish Academy of Engineering Sciences

Boliden Mineral AB • FAB – föreningen för avancerad börning • Georange • Geotec  
Göteborgs universitet • International Geoscience Programme • Luleå tekniska universitet  
Naturvetarna • Stockholms universitet • Svensk Kärnbränslehantering AB  
Sveriges Bergmaterialindustri • Uppsala universitet





Höglintan. Toppen är helt kalspolad. På sluttningarna mot öster och söder finns flera klapperavlagringar med strandvallar. Bilden visar en vy mot Omnefjärden från den högst belägna klapperavlagringen, 260 meter över havet. Foto: J.-O. Svedlund.

# Härliga Höga Kusten!

Hissnande naturupplevelser och gott om geologiska sevärdheter. Av alla våra svenska geologiska besökspärlor är UNESCOs världsarv Höga Kusten något alldeles extra i ett geovetenskapligt perspektiv.



**Höga Kusten** är ett stycke unik natur och en del av kusten i Ångermanland. Här finns spåren efter högsta kustlinjen, världens högsta kustlinje som bildades för cirka 10 000 år sedan, 286 meter över nuvarande havsytan (två kilometer från dagens strand). Spåren efter istid och landhöjning är väl synliga i landskapet: isräfflor på runda berghällar, klapperstensfält, kalottberg och avsnörda havsvikar.

År 2000 sattes Höga Kusten upp på UNESCOs världsarvslista för naturobjekt. Området är ett av de bästa exemplen i världen på hur nedisning och landhöjning påverkar landskapet. Vissa av processerna pågår än idag. Det är också ett globalt nyckelområde för att tolka den geologiska såväl som biolo-

giska och kulturhistoriska utvecklingen. Naturnum Höga Kusten är värd för invigningen av årets upplaga av Geologins Dag som firas den 11 och 12 september.

**Läs mer på:**

[www.varldsarvethogakusten.se](http://www.varldsarvethogakusten.se)  
[www.naturumhogakusten.se](http://www.naturumhogakusten.se)



## FÖLJ MED PÅ EN VANDRING I LANDHÖJNINGENS SPÅR

**12 september.** Karin Grånäs, statsgeolog och Mikael Berglund, fil. dr. kvartärgeologi Högscholan Dalarna, leder en vandring i Skuleskogens nationalpark i landhöjningens tecken.

**Samling vid entré syd kl. 10.00.** Vi vandrar till Slättdalsskrevan och Tärnättvattnen, ner till Näskebodarna och tillbaka till entré syd. Längs vägen kommer Karin och Mikael att berätta om spåren av landhöjningen. **OBS! Förnamälan senast den 10 sept. på tel. 0613-700 200.** Vandringen tar cirka sex timmar och är bitvis krävande. Ta med matsäck och kläder efter väder!

**Bilder till vänster:** Bilderna visar fördelningen av land och hav idag (nederst) och när inlandsisen lämnat Höga Kusten för 10 400 år sedan (överst). Området var då så nedpressat av inlandsisens tyngd att endast de högsta topparna stack upp ovanför havsytan. Kartorna är från Sveriges geologiska undersökning, SGU.

**Tips till dig som ska ut i naturen!** Ta hjälp av de två fina geoturistkartorna Höga Kusten, SGU serie K1 och K2. Här finns geologiska beskrivningar och sevärdheterna är väl utmärkt. Du kan ladda ner kartorna via webben. Besök [www.sgu.se](http://www.sgu.se) och sök på Höga Kusten.



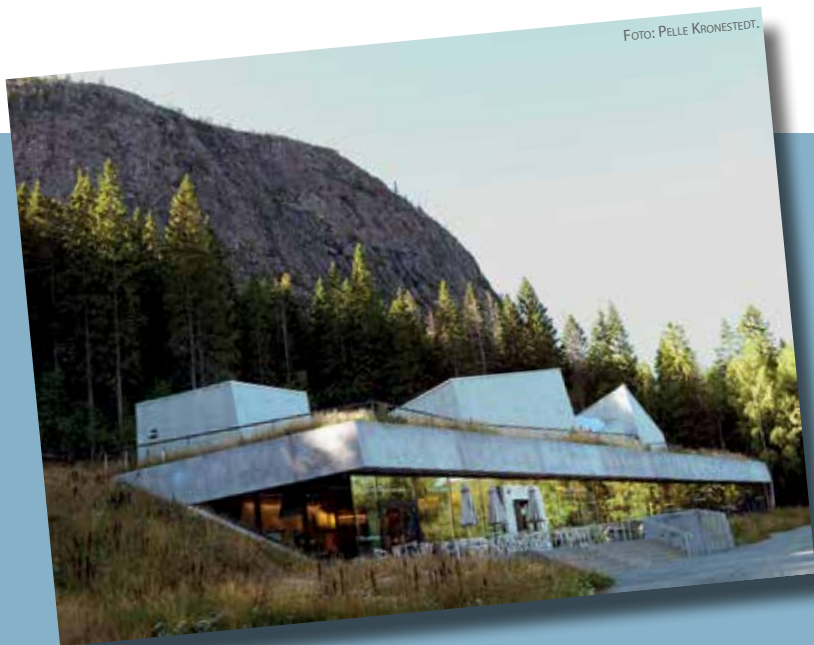


FOTO: PELLE KRONESTEDT.

## Landshövdingen inviger Geologins Dag

• 11 september kl. 14.00. I år hålls den nationella invigningen av Geologins dag på naturum Höga Kusten. Det blir mingel med snittar och musik och invigningstal av landshövding Gunnar Holmgren. Nelly Aroka, projektledare, presenterar Geologins Dag.

• 11 september, kl. 15.00. Föredrag om landhöjningen. Karin Grånäs, statsgeolog från Sveriges geologiska undersökning, har själv studerat Höga Kusten ingående och karterat

området. Det vill säga sett var och hur havet har bearbetat moränen och landskapet.

• 12 september kl. 10.00. Vandring i landhöjningens spår (se sidan 6) med Karin och Mikael.

• 12 september kl. 10.00–17.00. Geologins dag på naturum. Vi undersöker olika stenar och tar reda på hur de kan skiljas åt. Vi får även veta hur de bildats. Både små och stora besökare hälsas välkomna!

Kom och fira



### 67 ARRANGEMANG

Ett helt pärlband av fina arrangemang går av stapeln i vårt avlånga land den 11 och 12 september under firandet av Geologins Dag. Prova att vaska guld, lär dig mer om Östersjöns historia eller upptäck underjorden! Du hittar alla arrangemang på [www.geologinsdag.se](http://www.geologinsdag.se)

### FOTOTÄVLING FÖR SKOLOR

2015 års skoltävling förenar fotografins ädla konst med geologi. Eleverna får fotografera något som har en geologisk anknytning eller ett geologiskt ursprung – tänk brett, geologi finns överallt!

Det spelar ingen roll vilken sorts kamera du använder. Skriv en beskrivning till ditt foto samt namn, klass, skola och adress till skolan.

Max ett foto per elev gäller.

Läraren ombeds att sammanställa klassens bidrag och skicka materialet elektroniskt (JPEG, TIFF, PNG) till [geologinsdag@sgu.se](mailto:geologinsdag@sgu.se) senast den 30 november. Vinnaren utses av Geologins Dags styrelse och presenteras den 15 december. Mer info på [www.geologinsdag.se](http://www.geologinsdag.se)

## VINN EN GEOLOG

Teknikens Hus i Luleå har varit med och firat Geologins Dag i princip sedan starten. I årets upplaga lanseras ett skolkoncept: "Vinn en geolog" tillsammans med Luleå tekniska universitet, LTU. Tävländande skolklasser (klasslärare - anmäl din klass!) får göra ett kristallexperiment och sedan återge hur de gjorde och hur det gick. De tre bästa vinner en halvdag med en geolog från LTU i klassrummet.

Besökare under helgen då Geologins Dag infaller kommer att kunna "Träffa stendoktorn med din sten", gå tipsrunda och se till exempel Tidssnöret på 46 meter i parken. Läs mer på [www.teknikenshus.se](http://www.teknikenshus.se)



FOTO: ERIC HOLMSTEDT.

# Växthusgas i jordskorpan

Forskare har hittat en tidigare okänd process för hur växthusgas konsumeras i den övre delen av jordskorpan.

Det är tidigare känt att flödet av växthusgasen metan till atmosfären begränsas av att den konsumeras av mikroorganismer under syrefria förhållanden. Processen där metan förbrukas i kontakt med ett ytligare sulfatrikt vatten i marina sediment, har beskrivits världen över, men beskrivningarna om hur det fungerar i andra miljöer är få. Kunskaperna om liknande processer i den djupa berggrundens biosfär är begränsade, vilket till stor del beror på svårigheter och kostnader att göra undersökningar i denna extrema, men vanligt förekommande miljö.

Genom detaljerade undersökningar av mineral som bildats i sprickor i det svenska urberget har Henrik Drake vid Linnéuniversitetet tillsammans med nationella och internationella forskarkolleger kunnat belägga att det förekommer metankonsumtion på flera hundra meters djup i berggrunden, vilket är av stor betydelse.

– Speciellt intressant är att metan verkar bildas av mikroorganismer

relativt ytligt, men konsumeras på flera hundra meters djup i kontakt med ett djupt salt- och sulfatrikt vatten, säger Henrik Drake. Denna process är helt omvänd mot vad som belagts i de otaliga sedimentära miljöer där metankonsumtion undersökts. Eftersom granitisk berggrund med djupt liggande saltvatten (liknande det vi undersökt i Laxemar, Oskarshamn) förekommer inom stora områden på olika kontinenter, kan processen vi upptäckt vara vanligt förekommande och därmed betydande för cirkulationen av metan i jordskorpan.

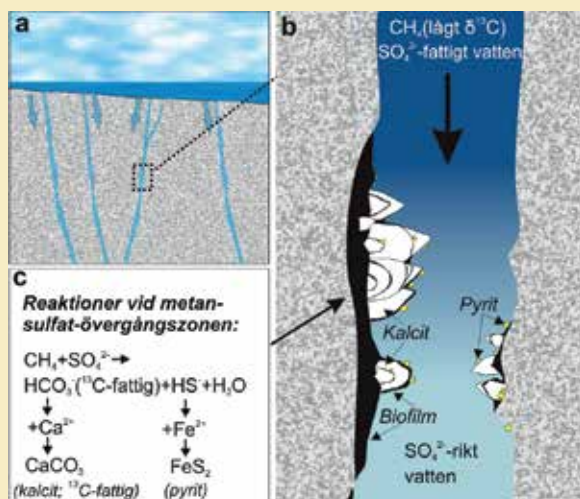
I likhet med i andra miljöer har de mikrobiella processerna belagts med hjälp av isotopsignaturer, speciellt  $^{13}\text{C}$  jämfört med  $^{12}\text{C}$  (skrivs  $\delta^{13}\text{C}$ ), men även  $^{34}\text{S}$  jämfört med  $^{32}\text{S}$  ( $\delta^{34}\text{S}$ ), eftersom processerna ger upphov till mineral anrikade på den lätta isotopen.

– Våra upptäckter visar att mikrobiell aktivitet i den djupa berggrunden, där födoämnen är begränsade, ger upphov till isotopvariationer som man tidigare inte trott varit möjliga, säger Henrik Drake. I ingen annan miljö har mineral med så extrema isotopsignaturer beskrivits. Då har ändå de här klassiska stabila isotoperna använts i mer än ett halvt sekel, i tusentals studier, från de flesta miljöer. Värdena ligger helt enkelt utanför graferna i läroböcker i ämnet.

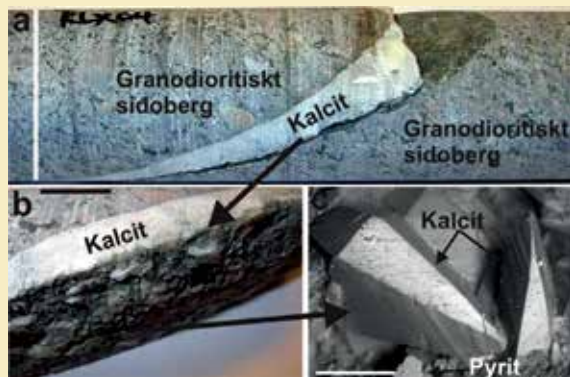


Henrik Drake, forskare i miljövetenskap vid Linnéuniversitetet, har tillsammans med svenska och utländska experter publicerat en artikel

i *Nature Communications* med fokus på hittills okända processer om växthusgasen metan i jordskorpan i dess övre delar.



TEXT: Christina Dahlgren / Henrik Drake



Till vänster: Konceptuell modell för metanoxidation på stort djup i berggrundens spricksystem. I gränsskiktet på flera hundra meters djup möter djupt sulfatrikt vatten ytligare metan och mikrobiell metanoxidation och sulfatreduktion med relaterad utfällning av kalcit och pyrit sker. Till höger: Fotografier och SEM-bild av borrhälsprover från 640 m djup. Euhedral kalcit och pyrit på ytan av den öppna sprickan har bildats vid anaerob oxidation av metan och relaterad sulfatreduktion. (Resultaten presenteras i artikeln "Extreme  $^{13}\text{C}$ -depletion of carbonates formed during oxidation of biogenic methane in fractured granite" i *Nature Communications*).



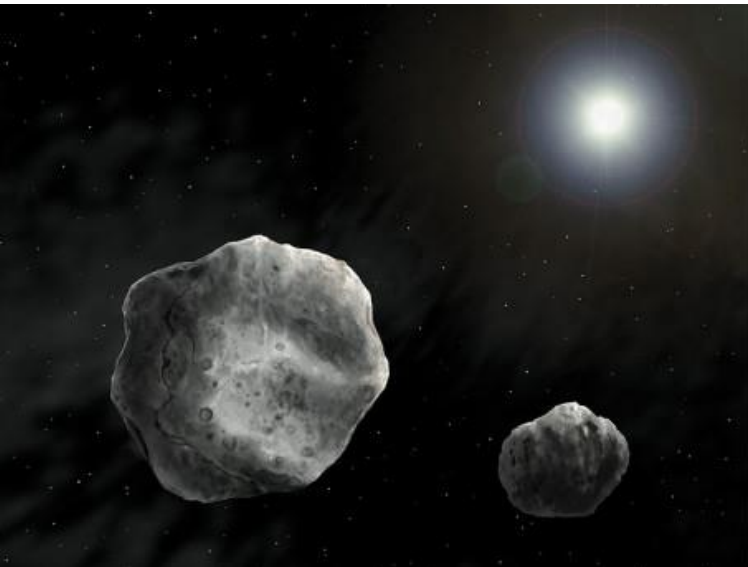


# LOCKNE & MÅLINGEN

## *världsunik dubbelkrater*

För 470 millioner år sedan inträffade en av de största kosmiska kollisioner som skett i solsystemet sedan planeterna bildades. En cirka 200 kilometer stor asteroid, i asteroidbältet mellan Mars och Jupiter, krossades i miljontals bitar varav många fick banor som kom att korsa jordens.

TEXT: Jens Ormö, Erik Sturkell,  
Carl Alwmark, Åsa Frisk.



**U**nder några miljoner år efter kollisionen ökade nedslagsfrekvensen på jorden med uppåt en hundra gånger den som annars rått sedan cirka tre miljarder år tillbaka. Mycket av materialet som föll ned landade som meteoriter på jordytan, men några klumpar var så stora att de skapade flera kilometer stora kratrar. Locknekratern (åtta kilometer i diameter) i Jämtland är den hittills största kända kratern i denna familj. Nu har det visat sig att den har ett tvillingsyskon i Målingenkratern (0,7 kilometer i diameter). Bara en handfull av jordens kratrar anses som möjliga dubbelkratrar. Hittills är det bara Lockne-Målingen som kunnat bevisas. Den höga bevaringsgraden, den välkända nedslagsmiljön (grundhav), och den etablerade kopplingen till en daterad kollision i asteroidbältet ger unika möjligheter att studera bildandet av binära (dubbel)asteroider och effekterna av deras eventuella krockar med jorden och andra planeter.

Det har varit känt sedan början av 1990-talet att landskapet runt Locknesjön hyser en av Sveriges största meteoritkratrar, den cirka åtta kilometer vida Locknekratern. Vid den tiden fanns det mycket få kända meteoritkratrar på jorden (nu finns det 188 st), men det som verkligen är speciellt med Locknekratern är att den är ett mycket välbevarat exempel på en krater bildad i en havsmiljö. Vid tiden för nedslaget i ordovicium var området täckt av ett stort epikontinentalhav. Vattendjupet i Lockneområdet var djupare än andra delar av havet, cirka 500 meter, på grund av de analkande Kaledonidernas nedtryckning av

*Föregående sida: Lockne-nedslaget i bakgrunden och Målingen-nedslaget i förgrunden av bilden. Nedslagen skedde i det ordoviciska havet för 458 miljoner år sedan. Båda asteroiderna var kraftigt uppspruckna och båda delade upp sig i flera bitar i atmosfären men med en samlad träffbild. Illustrerat av Don Dixon, copyright Erik Sturkell.*

**Bilden ovan:** Illustration av en binär asteroid. Illustrationen är från NASA.

litosfären. I borrhämnar från den idag sedimentfyllda Locknekratern kan man se vissa mycket speciella sedimentära bergarter, så kallade återsvallsbreccior, som bildades när vattnet forsade tillbaka i den nybildade kratern. En märklig förekomst av sådana bergarter har även varit känd från den lilla viken Målingen i sjön Näkten ungefär en och en halv mil sydväst om Lockne. Målingens något ovanliga halv-cirkelform kombinerat med breccior liknande de vid Lockne gjorde att forskare började misstänka att även Målingen kunde vara en nedslagskrater. Dolde det sig kanske en krater under den bananformade viken?

Det dröjde dock till sommaren 2009 innan vi bokstavligen kunde gå på djupet med mysteriet Målingen (Ormö et al. 2014a). På gårdsplanen på gården som är belägen på den lilla halvön mitt i Målingen genomfördes en 45 meter djup borrhning. Vi hade uppskattat att platsen är den ungefärliga mittpunkten på en möjlig cirka 700 meter vid krater indikerad av de urbergshöjder (kraterkant) som flankerar Målingenviken. Efter att ha gått igenom ett par meter av jord och yngre kalkstenar så nådde borren samma sedimentära breccior som också finns exponerade längst ut på näset vid gården. Som vi förväntat oss så liknade brecciorna de återsvallsbreccior som finns i Locknekratern, dock med skillnaden att de här var mycket tunnare i relation till kraterstorleken.

Under dessa hypotetiska återsvallsbreccior så fortsatte borrhningen genom meter efter meter av mörk, kambrisk lersten liknande den alunskiffer som finns i omgivningarna väster om Målingen. Efter 45 meter så var pengarna till borrhningen slut vilket var lite snopet eftersom kraterns egentliga botten i urberget ännu inte nåtts, men samtidigt också lovande genom att det indikerade att den kunde ha det stora djup som dess diameter antydde. En meteoritkrater av denna storlek förväntas ha ett djup/diameter förhållande på 1/5–1/3, grundare om bildad i en marin miljö där mycket av kratern bildats i den överliggande vattenmassan. Dessutom kunde en kollega vid universitetet i Tallinn, Estland, datera de sedimentbergarter som avsatts just efter de troliga återsvallsbrecciorerna med hjälp av mikrofossil. Dessa angav en exakt likåldrig bildning med motsvarande sediment i Locknekratern. Detta var en tydlig indikation på att Målingen hade något att göra med det stora nedslaget vid Lockne. Vi hade fått blodad tand, och för hem och ansökte om mer pengar till en djupare borrhning. Två år





Ovan: Karta över de båda kratrarnas inbördes läge samt en satellitbild över Målingenkratern. Locknekratern är cirka åtta kilometer i diameter och Målingen cirka 700 meter. Kartmaterial och satellitbild från Google Maps. Lockne är beläget cirka en mil söder om Östersund. Läs mer om på Locknekratern Meteoritcentrums hemsida Locknekratern på [www.turtex.se](http://www.turtex.se).

Till vänster: Borrningen i Målingenkratern år 2009. Fullföljdes sedan år 2011 på samma plats. Foto: Jens Ormö.

senare återkom vi och fortsatte borrhningen på samma plats, denna gång till 148 meters djup. I den nya borrhkärnan kunde man se hur de tjocka avsättningarna av mörk lersten ersätts nedåt med breccierat urberg. Några meter djupare ner så övergår urbergsbreccian gradvis i mer intakt berg. Vi visste nu att vi nått botten på kratern i urberget. Samtidigt med borrhningen genomfördes även en detaljerad geofysisk undersökning av ett cirka fyra kvadratkilometer stort område med Målingenstrukturen i dess mitt. Mätningar gjordes av avvikelser i både det jordmagnetiska fältet och gravitationen över området. Olika bergarter har olika specifik vikt

samt magnetiska egenskaper. Detta gäller även för bergarter skapade genom till exempel uppkrossning av ett meteoritnedslag. Med hjälp av avancerad datorbehandling, så kallad geofysisk modellering, så kan man skapa en modell av hur kratern ser ut under markytan. Den erhållna formen visade sig stämma mycket väl med vad man kan förvänta sig för en meteoritkrater av denna storlek (Melero Asensio 2012). Men hur kan man veta att det inte bara är någon annan typ av stort hål i berggrunden, till exempel någon tektonisk struktur, som fyllts i av utkastat material från Lockne?

Vid kosmiska krockar så träffar de olika klumparna varandra med

enorma hastigheter. De klumpar av rymdmaterial som träffar jorden är i allmänhet asteroider med en hastighet relativt jordens på cirka 20 km/s, det vill säga 20 gånger fortare än en gevärskula. Utöver asteroider så kan även kometer träffa jorden, då med till och med ännu högre hastighet. Vid så höga hastigheter och med så stora klumpar (En järnasteroid behöver vara minst cirka 50 meter i diameter för att överleva passagen genom atmosfären med oförminskad hastighet, en stenasteroid måste vara något hundratal meter, men undantag från tumregeln finns på grund av variationer i hållfastheten.) så uppstår ett enormt tryck i berggrunden vid



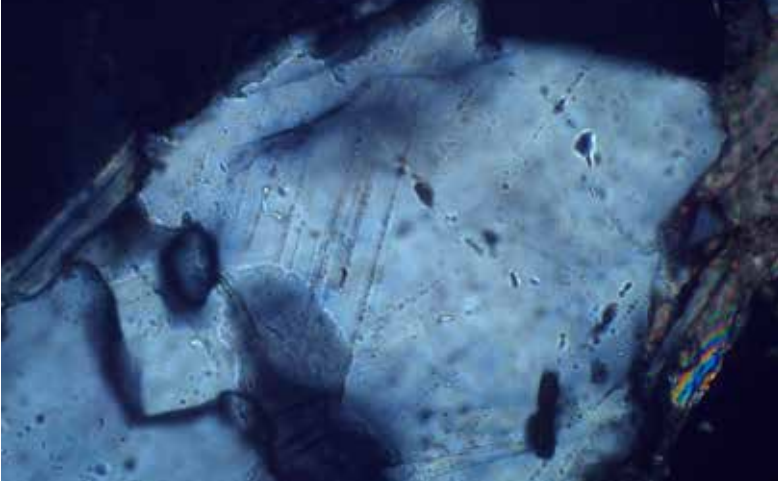
nedslagsplatsen. Genom det höga trycket så omvandlas en del mineralkorn helt eller delvis till glas. Vissa mineralkorn, bland annat kvarts, kan komma att genomkorsas av mycket tunna parallela ytor där mineralet förglasats, så kallade chocklameller. I Locknekratern så är chockad kvarts vanligt förekommande i återsvallsavsättningarna (den så kallade Loftarstenen). Dessa bildades då havsvattnet förde med sig det mest finkrossade, kraftigast chockade, och därmed mest distala materialet tillbaks in mot kratern. Detsamma gäller i Målingen. Dock finns det ju en liten möjlighet att Loftarstenen i Målingen innehåller, eller helt består av, material från Lockne. Därför blev det i fallet Målingen viktigt att söka eventuell chockad kvarts i de urbergsbreccior som påträffats under de tjocka avsättningarna av mörk lersten, det vill säga på botten av den egentliga urbergskratern. Dessa krossade bergarter kan omöjligt ha kommit från Lockne utan måste ha bil-

*Återsvallsbreccia i Målingenkratern. Grovt material blir gradvis finare uppåt vilket tyder på vatten-sortering. Foto: Jens Örmö.*

dats på plats. Där kan vi också förvänta oss att de högsta trycken skulle uppstått under kraterbildningen. Prover togs och analyserades vid universitetet i Lund och det visade sig rätt snart att urbergsbreccian innehåller dessa så viktiga mineralkorn med chocklameller (Alwmark et al. 2014).

Nu blev det plötsligt riktigt spännande! Vi kunde nu vara säkra på att vi hade en nedslagskrater av betydande storlek (cirka 700 meter i diameter) och dessutom exakt likåldrig med Lockne. Det finns några olika alternativ för varför två kratrar kan uppkomma bredvid varandra. Vi började resonera kring vilket av alternativen som är mest troligt. En möjlighet är att det av en slump skulle skett två nedslag av två helt olika asteroider vid samma tid. Dock kan sannolikheten att dessa skulle hamna så nära varandra beräknas baserat på den väl etablerade frekvensen av nedslag per ytenhet på jorden. Även efter att ha kompenserat med en potentiellt hundra gånger högre kraterfrekvens så stod det utom tvivel att detta alternativ kunde förkastas (Örmö et al. 2014b). Ett annat alternativ vore att asteroiden bröts upp under passagen genom atmosfären, detta är känt från mindre kratrar och kan bilda hela kraterfält, till exempel vid den 110 meter stora Kaalikratern i Estland. Dock är Locknenedslaget för stort i förhållande till atmosfärens tjocklek, och därtill avståndet mellan Lockne och Målingen för stort, för att asteroiden skulle hunnit brytas upp så pass mycket att det skulle bli två kratrar med 15 kilometers mellanrum. Likaledes talar det stor avståndet mellan kratrarna emot ett tredje alternativ, att en dåligt sammanhållen asteroid dragits isär av jordgravitationen när den närmade sig jorden. En fjärde möjlighet vore att Målingen bildats genom ett nedslag från utkastat material från Lockne, det vill säga en så kallad sekundärkrater. Dock är avståndet för stort i förhållande till kratrarnas storlek, och dessutom är Målingenkratern för stor jämfört med Lockne (man måste ju även komma ihåg att det nedfallande objektet ska kunna kratra inte bara urberget utan även de 80 meter av sedimentbergarter och upp till 500 meter av havsvatten som täckt urberget). Det troligaste scenariot är därmed att det var en så kallad binär asteroid, en asteroid med en något mindre måne kretsande kring sig i en kosmisk pardans, som slog ned och bildade de båda kratrarna. Från kratrarnas storlek kan vi uppskatta att den klump som föll ned vid Lockne bör ha varit cirka 600 meter stor, och den vid Målingen cirka 150 meter stor. Dessa binära asteroider bildas ofta





Chockad kvarts från Målingenkratern. Kristallen har av det höga trycket kommit att förglasas längs tunna lameller i vissa karakteristiska kristallografiska riktningar. Kornet är cirka 0,3 millimeter. Foto: Carl Alwmark.

efter kosmiska krockar som den i asteroidbältet för 470 miljoner år sedan. På bara några veckor kan material klumpa ihop sig till större objekt. När dessa löst sammansatta asteroider (på engelska "rubble pile asteroids") värms upp av solen kan de börja rotera. Vid tillräckligt snabb rotation så kastas material bort från asteroidens ekvator och en mindre klump kan på så sätt knoppa av från asteroiden. Dessa binära asteroider är relativt vanliga, kanske upp till 15 procent av de asteroider som ligger närmast jorden. Dock är det bara runt två procent av kratrarna på jorden som kan räknas som dubletter, det vill säga två separerade kratrar. Detta beror på att i de flesta av nedslagen så slår de båda asteroiddelarna ner så nära varandra att det bara kommer att synas som en sammanhållen slutlig krater. Av de 188 kända kratrarna på jorden så är det bara en handfull som föreslagits vara dubletter. Ingen av dessa kratrar förutom Lockne och Målingen har dock kunnat dateras med sådan noggrannhet att man kan veta med säkerhet att de bildats vid samma nedslag. Dessutom är Lockne-Målingen nedslaget helt unikt eftersom det är det första kända nedslaget av en binär asteroid i en marin miljö. Detta ger intressanta frågeställningar inför fortsatta studier, som exempelvis hur detta påverkat bildningen av de jättelika tsunamivågor som nedslagen måste medfört. Upptäckten av Målingenkratern har gett vår redan spännande forskning på Locknekratern en rejäl injektion! Ju

mer vi arbetar i området desto mer finner vi! Genom att de bormningar som hittills gjorts vid Lockne egentligen bara skrapat på ytan på den betydligt djupare kratern så vet vi egentligen ingenting hur denna unikt välbevarade krater ser ut på djupet. Är den kanske grundare än vad en motsvarande landkrater skulle vara? Har den en central upphöjning, något som kratrar helt bildade i fast berggrund har vid diametrar större än cirka fyra kilometer eller har lagret av havsvatten gjort en helt annan form på kratern i havsbotten? Vilka chocknivåer nåddes vid botten av kratern i urberget? Var de kanske lägre än de i en motsvarande krater bildad i enbart fast berg? Hur mycket påverkade havsvattnet kraterbildningsprocessen? Vi hoppas på fortsatta spännande upptäckter!

JENS ORMÖ, *Centro de Astrobiología (INTA-CSIC), Torrejón de Ardoz, Spanien (ormoj@cab.inta-csic.es).*

ERIK STURKELL, *institutionen för geovetenskaper, Göteborgs universitet.*

CARL ALWMARK, *institutionen för Geologi, Lunds universitet.*

ÅSA FRISK, *institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet.*

Denna artikel är en uppdatering och omarbetning av bokkapitlet "Lockne och Målingen, världsunikt tvillingpar" av Jens Örmö som publicerades i Hackås Sockenkrönika 2013 (Hackås Hembygdsförening. pp. 138-147) och är reproducerad med tillstånd från Hackås Hembygdsförening (2014-11-25, Kerstin Ellert).

## REFERENSLISTA

- Alwmark, C., Alwmark-Holm, S., Örmö, J., and Sturkell, E., 2014: *Shocked quartz grains from the Målingen structure, Sweden – Evidence for a twin crater of the Lockne impact structure.* Meteoritics and Planetary Science. Vol. 49(6), 1076-1082.
- Örmö, J., Sturkell, E., Nölvak, J., Melero Asensio, I., Frisk, Å., and Wikström, T., 2014a: *The geology of the Målingen structure: A probable doublet to the Lockne marine-target impact crater, central Sweden.* Meteoritics and Planetary Science, Vol. 49(3), 313-327.
- Örmö, J., Sturkell, E., Alwmark, C., and Melosh, J., 2014b: *First known Terrestrial Impact of a Binary Asteroid from a Main Belt Breakup Event.* Nature Scientific Reports 4:6724 | DOI: 10.1038/srep06724.
- Melero Asensio, I., Örmö, J., and Sturkell, E. 2012: *Gravity and magnetic model of the Målingen structure, a proposed marine impact crater.* European Planetary Science Congress 2012, IFEMA-Feria de Madrid, 23 – 28 September 2012, Madrid, Spain. Abstract #706.

# KILAUEA

## besvikelse och överraskning

Följ med på besök vid vulkanen Kilauea och sopstationen i Pahoa på Hawaii.

TEXT Åke Johansson

Vid jultid förra året befann jag mig med familjen på semester på Hawaii. Vi planerade ett besök vid Kilauea och det skulle naturligtvis bli en höjdpunkt för en geolog – trodde jag.

Kilauea är inte särskilt topografiskt framträdande, utan bildar en bula på den stora sköldvulkanen Mauna Loas sydöstra flank, men eftersom kemiska skillnader tyder på att den har en egen magmakammare räknas den som en egen vulkan, och inte bara som en sidokrater. Själva vulkanen består av en så kallad caldera, en cirka 4x3 kilometer stor jättekrafter, troligen åtminstone delvis bildad vid ett utbrott på 1400-talet. I botten av Kilauea-calderan finns en mindre krater, Halema'uma'u, med en diameter på drygt 900 meter, och i botten på denna en ännu mindre krater där en ständigt kokande lavasjö döljer sig. Vidare finns en serie kratrar längs den så kallade östra riftzonen öster om Kilauea-calderan. Lava från dessa kratrar har vid flera utbrott runnit söderut och ner i havet, senast år 2013, i ett spektakulärt skådespel. Lavan från det nu pågående utbrottet från Pu'u O'o-kratern har dock i stället tagit

en riktning mot nordost.

Kilauea-calderan är centrum i Hawaii Volcanoes National Park, med parkens entré och ett informationscentrum invid calderans norra kant. Besöket blev dock lite av en besvikelse. Calderakanten är belägen på 1 200 meters höjd, vädret där var kylslaget (jämfört med sommarvärmen på havsnivån), och calderan försvann alltmer i dis och tilltagande regn. På grund av giftiga

gaser från det pågående utbrottet i lavasjön var halva vägen runt calderan, Crater Rim Drive, avstängd för biltrafik sedan 2008, liksom de utkikspunkter från vilka det annars funnits en möjlighet att se ner i lavasjön i botten av den inre kratern. Vi fick nöja oss med de svavelosande fumarolerna längs calderans ena kant och en promenad genom en gammal lavatunnel.

**Bilden till höger:** Vulkanen Kilauea kan vid tillfälle erbjuda sådana här vyer när lavan rinner ner i havet, senaste tillfället var 2013. Lavan från det nu pågående utbrottet rinner dock ej mot havet utan mot nordost. ©Stock photo.

**Bilden nedan:** Svavelosande fumaroler vid kanten av Kilauea-calderan. Foto: Åke Johansson.







#### EN KEDJA MED VULKANÖAR

Ön Hawaii, även kallad Big Island, är den största, yngsta (500 000 år), sydösligaste och mest vulkaniskt aktiva av Hawaii-öarna, eftersom den för tillfället befinner sig mitt över den vulkaniska "hotspot" som skapat denna ögrupp. Denna hotspot är effekten av en mantelplym av het basaltisk magma vilken tränger upp från mantelns djupare delar och likt en svetslåga bränner hål i Stilla havs-plattan underifrån. Eftersom Stilla havs-plattan rör sig mot nordväst med några centimeter om året, samtidigt som mantelplymen är mer eller mindre stationär, har resultatet blivit en kedja med vulkanöar, med de äldsta (och nu inaktiva) öarna mot nordväst, och den yngsta och mest aktiva, själva Hawaii, längst mot sydöst.

Närbild på lavan som rann genom stängslet och ner för slänten vid sopstationen. Foto: Åke Johansson.



Lava har blockerat vägen bortanför sopstationen. Kraftledningen klarade sig tack vare de uppbyggda isolerande skyddan runt stolparna. Foto: Åke Johansson.

### TRE AKTIVA VULKANER PÅ HAWAII

Ön Hawaii, med en storlek jämförbar med Skåne, består i sig av fem sammanväxta vulkaner (se karta). Störst är de två jättelika sköldvulkanerna Mauna Kea och Mauna Loa, av vilken den senare anses vara jordens största vulkan till volymen. De når båda cirka 4 200 meter över havet (Mauna Kea är något högre och oftast snötäckt; namnet betyder "Vita berget"; Mauna Loa betyder "Långa berget"), men räknat från omgivande havsbotten blir höjden cirka 10 000 meter. Tre av vulkanerna räknas som aktiva, Mauna Loa (som hade sitt senaste utbrott 1984), Hualalai på öns västra sida, och Kilauea i sydöst, som med sitt sedan 1983 ständigt pågående utbrott är en av jordens allra mest aktiva vulkaner. Därtill kommer undervattensvulkanen Loi'hi, belägen på havsbotten söder om Hawaii. En mer detaljerad skildring av Hawaiis geologi av Erik Sturkell och Gabrielle Stockmann återfinns i Geologiskt forum nr 85 mars 2015.

Mer givande var då besöket dagen innan på sopstationen i det lilla samhället Pahoa ("Pahoa transfer station" för er som vill googla er fram till platsen) öster om Kilauea.

Pahoa hotas av det pågående lavaflöde som 27 juni 2014 bröt fram från Pu'u O'o-kratern i Kilaueas östra riftzon, och som därifrån flutit mot nordost (se karta). Avståndet från Pu'u O'o till Pahoa är cirka 20 kilometer fågelvägen, och nivåskillnaden cirka 600 meter. Under hösten nådde lavan Pahoa västra utkanter, där den passerade förbi samhällets återvinningsstation, tände eld på ett närbeläget hus (men garaget klarade sig), och täckte över en begravningsplats innan den stannade upp 150 meter från samhällets huvudgata (Pahoa village road).

Återvinningsstationen är således belägen längs ena flanken av det avlånga lavafödet. I månadsskiftet oktober-november nådde lava fram till stängslet runt återvinningsstationen, brände hål på detta, och rann ner för en slänt och ut på asfaltplanen där sopcontainrarna normalt är uppställda, innan den stannade upp. På Youtube finns spektakulära videofilmer som visar förloppet. Där basaltlavan korsade den närbelägna vägen svaldes delar av ett stängsel och ett par vägmärken (bör ge upphov till en kraftig järnanomali i lavan om framtida geologer tar ett prov just där). Kraftledningen längs vägen klarade sig dock, eftersom trästolparna som bar upp denna fått en tjock skyddande isolering av bland annat pimpsten innan lavan nådde fram.

Vid denna återvinningsstation, som föreföll tagen ur



normalt bruk, hade myndigheterna ordnat "lava viewing station" för turister och allmänhet, och det var denna vi besökte. Kan beskrivas som resans mentala, om än ej topografiska höjdpunkt; betydligt intressantare än ett besök på Hagbytippen i Täby! Dock syntes inte heller här till någon aktiv och glödande lava, lavan var hård och kall på ytan och rörde sig inte längre framåt, även om den fortfarande var varm inuti. Den aktiva lavafronten befann sig i stället längs ett parallellt lavaflöde ute i skogen några hundra meter norrut, utom synhåll och inom avspärrat område.

I det nya lavaflödets riktning befann sig ett mindre shoppingcenter kallat Pahoa Market Place, beläget i samhällets norra utkant, traktens gemensamma polis- och brandstation, samt landsvägen norrut från Pahoa. Eftersom denna väg var den enda vägen till och från Pahoa och hela det omgivande Puna-distriktet, efter det att tidigare vulkanutbrott kapat kustvägen västerut, höll myndigheterna på att iordningsställa flera alternativa tillfarts- och evakueringsvägar, bland annat en som löpte över lavafälten västerut längs kraterkedjan upp mot själva Kilauea.

Någon större dramatik kunde dock ej märkas, eller någon panik på den servering inne i Pahoa där vi

som enda gäster intog lunch efter besöket vid sopstationen. Basaltlava brukar ju beskrivas som het (cirka 1 200° C) och lättflytande, men på ett avstånd av 20 kilometer från utloppskratern och i den flacka terrängen runt Pahoa var den uppenbarligen rätt trögflytande och rörde sig inte särskilt fort, i synnerhet som den måste pressa sig fram under de redan stelnade lavamassorna. Även om aktiviteten i Pu'u O'o-kratern fortsatt under vintern och våren 2015, har inte lavafronten vid Pahoa avancerat nämvärt efter vårt besök, utan lavan har stannat upp några hundra meter väster om Pahoa Market Place och landsvägen, enligt de kartor och satellitbilder som USGS Hawaiian Volcano Observatory med några dagars mellanrum lägger ut på sin webbplats. Mindre nya lavautflöden har i stället skett längs flankerna längre "uppströms". Åtminstone för stunden tycks Pahoa alltså ha klarat sig. Vad framtiden sedan bär i sitt sköte för Pahoa och dess invånare står skrivet, kanske inte i stjärnorna, men snarare i underjorden.

*Åke Johansson, forskare och geolog vid Naturhistoriska riksmuseet.*



*Närbild på pahoe-hoe-lava. Det sistnämnda är ett hawaiianskt ord som brukar översättas till replava på svenska. Sådana repliknande strukturer bildas när ytan på relativt lättflytande lobber av lava stelnar och veckas av rörelsen i den underliggande heta och flytande lavan. Foto: Åke Johansson.*

## LÄNKAR

USGS Hawaiian Volcano Observatory, websida med kartor och satellitbilder över det aktuella utbrottet:

<http://hvo.wr.usgs.gov/maps/>

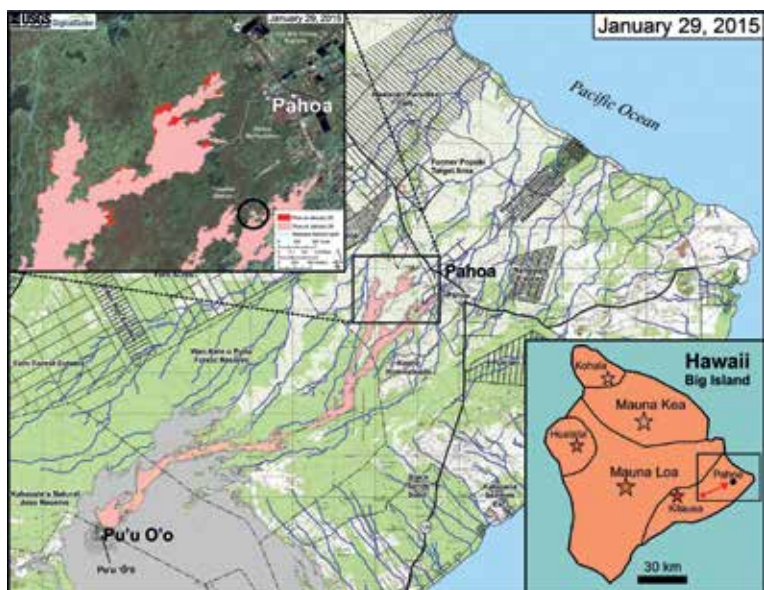
Hawaii Volcanoes National Park:

<http://www.nps.gov/havo/index.htm>

TV-inslag om lavan vid Pahoa transfer station på Youtube:

<https://www.youtube.com/watch?v=wXATp8SjdS0>

<https://www.youtube.com/watch?v=ddzU-rkzKFO>



*Karta över trakten kring Pahoa på östra Hawaii, med lavaflödet från Pu'u O'o i skärt (situationen 29 januari 2015).*

*Uppe till vänster: Satellitbild över lavaflödet närmast Pahoa samma dag. Lavaflödet i skärt, aktiv lava i rött. Den svarta ringen markerar "Pahoa transfer station", sopstationen i Pahoa (från Hawaiian Volcano Observatory's web-sida). Nere till höger: Karta över Big Island, Hawaii, med dess olika vulkaner. Kilauea har nu pågående utbrott, Mauna Loa och Hualalai räknas också som aktiva, medan Mauna Kea och Kohala är insomnade.*

# Äntligen spår från devon

Forskare har i Skåne hittat fossila sporer från växter från tidsåldern devon, 420 miljoner år gamla. Tidigare ansågs alla rester från devon vara försvunna i Sverige på grund av erosion.

**M**en nu har forskare alltså bevisat att bergarter från denna tidsålder finns bevarade och att de första landväxterna även frodades på vår kontinent. De fossila sporererna hittades i stenbrottet med namnet Helvetetsgraven nära Öved, vid Vombsjön i centrala Skåne.

– En av Sveriges populäraste byggnadsstenar, en röd sandsten från Öved, gömmer bevis för expansionen av de första egentliga landväxterna, säger professor Vivi Vajda vid Naturhistoriska riksmuseet, som gjort upptäckten tillsammans med dr. Kristina Mehlqvist, Lunds universitet, i ett pressmeddelande från Naturhistoriska riksmuseet.

Under tidsåldern devon hade Sveriges kontinent just rest sig ur havet. Det skedde när kontinenter kolliderade med varandra och bergskedjan Kaledoniderna bildades, (resterna av denna finner vi i vår svenska

fjällkedja). Ett stenigt, ödsligt och kargt landskap med höga berg. Men enstaka mossor längs vattenbryn ersattes snart av landlevande växter som förökade sig med sporer och grönskan bredde ut sig.

Miljontals år senare hade bergskedjan smulats sönder av väder och vind. Denna erosion trodde man hade utplånat alla spår från tidsperioden devon och därför har fyndet i Öved, av fossila devonväxter, en stor geologisk betydelse. Övedssandstenen liknar bergarten Orsasandsten som använts till flera byggnader i Stockholm.

Förmodligen är även Orsasandstenen av samma ålder som Övedssandstenen men det återstår för forskarna att bevisa.

Resultaten publiceras i tidskriften *Review of Palynology and Palaeo-botany*.



**Övre fotot:** *Ambitisporites eslae*, spör tillverkad av de mer avancerade växterna under denna tid, kärlväxterna. Idag är nästan alla våra växter kärlväxter, ett undantag är till exempel mossorna.

**Nedre fotot:** *Artemopyra scalariformis*, så kallad kryptospor bildad av de allra tidigaste landväxterna (idag utdöda). Fotot: Kristina Mehlqvist. Skallstrecken = 10 µm. (1 millimeter är 1 000 µm vilket betyder att cirka 30 sporer får plats i en millimeter om man radat upp dem efter varandra).



Så här tror forskarna att det såg ut i Skåne för 420 miljoner år sedan när de första växterna på land spred sina mikroskopiska sporer och koloniserade det ödsliga landskapet. Illustration och fotomontage: Pollyanna von Knorring.



# HUR BILDADES

## *Bastnästypens sällsynta-jordartsmineraliseringar*

Bastnäs, nära Riddarhyttan i Skinnskattebergs kommun, Västmanland, vann världsberömmelse i och med upptäckten av ett nytt grundämne i mineralprover därifrån. Detta skulle sedan följas av ytterligare upptäckter.

TEXT Dan Holtstam & Ulf B. Andersson



Stuff, cirka tio centimeter med västmanlandit-(Ce) (brunsvart) och fluorbritholit-(Ce) (rödaktigt) från Malmkärragruvan, Norberg. Foto: Bertil Otter.

**B**astnäs gruvor (egentligen Nya Bastnäs) är kända sedan 1600-talet och har brutits på främst järn, samt lite koppar.

Det vetenskapliga intresset väcktes i 1700-talets mitt, när mineralogen Axel Fredrik Cronstedt beskrev ett märkligt rödaktigt mineral med hög densitet, som blev känt som Bastnäs tungsten. Tidens framstående kemister, som C.W. von Scheele, försökte analysera det närmare, men först år 1804 blev det bevisat att en huvudkomponent var en hittills okänd metall, som av upptäckarna gavs namnet cerium (Ce). Männen bakom det nya grundämnet var Wilhelm Hisinger, naturforskare och brukspatron, och den då relativt okända brunnsläkaren Jacob Berzelius, som skulle komma att bli en av världens främsta kemister någonsin. Mineraler fick namnet cerit (cerit-(Ce) enligt modern nomenklatur).

Ytterligare forskningsinsatser under 1800-talet på det unika materialet från gruvorna ledde till nya upptäckter, bland annat av mineraler bastnäsit och grundämnet lantan (La). La och Ce inleder som bekant den svit om 15 grundämnen

i det periodiska systemet som går under beteckningen lantanoider. Begreppet sällsynta jordartsmetaller (engelska *rare earth elements*, REE) är nog annars det vanligaste. REE-metallerna har rönt stort intresse även på senare år, och en omfattande prospekteringsverksamhet har skett världen över för att täcka en förmodat ökande efterfrågan inom olika högteknologiska tillämpningar, vilket bland annat beskrivits i Geologiskt forum. Trots den centrala roll just Bastnäs spelat i upptäckten av elementen i fråga har dock intresset från malmgeologer inte varit särskilt stort för just denna fyndighet i nyare tid.

Före författarnas insatser i början av 2000-talet var det den välkände malmforskaren Per Geijer (1886–1976), som i en serie artiklar beskrev mineralogin och de geologiska dragen för Bastnäs och några närbesläktade REE-förekomster, främst i Norbergsområdet. Han betecknade dem sammanfattande som Bastnästypens mineraliseringar. Karaktäristiskt är, förutom den exceptionella anrikningen på REE i olika mineral, förekomsten av järnoxider, skarnsilikater (främst amfibol), samt sulfider med bland

annat koppar, molybden, och vismut. Fyndigheterna uppträder i marmorförande horisonter (dolo-mit) i suprakrustala bergartsenheter dominerade av främst kraftigt kemiskt omvandlade vulkaniska utbrottsprodukter. Den tolkning som Geijer föreslog gäller alltså i stora drag: att heta vattenlösningar, som måste ha innehållit betydande mängder REE och andra metaller, reagerat med karbonathorisonter, vilket lett till utfällning av olika REE-mineral, sulfider, skarn med mera. Geijer kopplade ihop detta med att stora granitkroppar trängde in i regionen och drev de hydrotermala lösningarna, de så kallade urgraniterna (tidigsvetikofenniska granitoider enligt modern terminologi, 1,90–1,85 miljarder år gamla).

Det har dock återstått en hel del obesvarade frågor: **(1)** När avsattes dessa fyndigheter? Bergslagens geologiska historia bergjade för knappt två miljarder år sedan och generellt ägde de malmbildande processerna, som präglade regionen så genomgripande, rum under de första 100 miljoner åren i samband med omfattande vulkanism och djupmagmatisk aktivitet. **(2)** Vilken var den ursprungliga källan för REE

#### UNDERTYP 1

#### UNDERTYP 2

Allanit-(Ce)	(Ce,La)CaFe <sup>2+</sup> Al <sub>2</sub> [Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ][SiO <sub>4</sub> ]O(OH)	x	x
Bastnäsit-(Ce)	(Ce,La)CO <sub>3</sub> F	x	x
Bastnäsit-(La)	(La,Ca)CO <sub>3</sub> F	x	
Cerianit	CeO <sub>2</sub>	x	
Cerit-(Ce)	(Ce,La,Nd) <sub>9</sub> (Mg,Fe)Si <sub>7</sub> O <sub>24</sub> (O,OH,F) <sub>7</sub>	x	x
Dissakisit-(Ce)	Ca(Ce,La)MgAl <sub>2</sub> [Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ][SiO <sub>4</sub> ]O(OH)	x	x
Dollaseit-(Ce)	Ca(Ce,La)Mg <sub>2</sub> Al[Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ][SiO <sub>4</sub> ]F(OH)		x
Ferriallanit-(Ce)	(Ce,La)CaFe <sup>2+</sup> AlFe <sup>3+</sup> [Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ][SiO <sub>4</sub> ]O(OH)	x	
Fluocerit-(Ce)	(Ce,La)F <sub>3</sub>	x	
Fluocerit-(La)	(La,Ce)F <sub>3</sub>	x	
Fluorbritholit-(Ce)	(Ce,La) <sub>5</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> F		x
Fluorbritholit-(Y)	(Y,REE) <sub>5</sub> [SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> F		x
Gadolinit-(Ce)	(Ce,La) <sub>2</sub> Fe <sup>2+</sup> Be <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>10</sub>	x	x
"Gadolinit-(Nd)"	(Nd,Ce) <sub>2</sub> Fe <sup>2+</sup> Be <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>10</sub>	x	x
Gadolinit-(Y)	(Y,REE) <sub>2</sub> Fe <sup>2+</sup> Be <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>10</sub>		x
Håleniusit-(La)	(La,Ce)OF	x	
Lanthanit-(Ce)	(Ce,La) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·8(H <sub>2</sub> O)	x	
Magnesiorowlandit-(Y)	(Y,REE) <sub>4</sub> MgSi <sub>4</sub> O <sub>14</sub> F <sub>2</sub>		x
Parisit-(Ce)	Ca(La,Ca) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> F <sub>2</sub>		x
Percleveit-(Ce)	(Ce,La) <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	x	
Törnebohmit-(Ce)	(Ce,La) <sub>2</sub> Al[SiO <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> (OH)	x	
Västmanlandit-(Ce)	Ca(Ce,La) <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub> [Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ][SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> F(OH) <sub>2</sub>		x



och de andra metallerna? De graniter som utpekats har inga unika egenskaper som skiljer dem från andra i denna del av Sverige.

(3) Vilka specifika egenskaper hade lösningarna, vad gäller till exempel temperatur och kemisk sammansättning? (4) I vilken form har REE transporterats? Metalljoner, som  $\text{La}^{3+}$ , har låg löslighet i rent vatten, varför det krävs komplexbildning med så kallade anjonligander, till exempel  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  eller  $\text{CO}_3^{2-}$ , som kan förekomma ymnigt i naturliga heta vattenlösningar. Internationellt har det under de senaste decennierna forskats på vilka komplex som är mest effektiva vad gäller transport av REE i vattenlösningar och under vilka miljöbetingelser (främst temperatur och pH), bland annat genom laboratorieförsök och termodynamiska beräkningar.

Inledningsvis insåg vi att det behövdes en närmare beskrivning av fyndigheternas mineralogi, med fokus på REE, gjord med hjälp av moderna analysmetoder. En intressant, tidig iakttagelse var att det som Geijer tolkat som cerit, från Malmkärra och Östanmossa gruvor vid Norberg, visade sig i huvudsak

vara ett annat ovanligt REE-mineral, fluorbritholit-(Ce). Under arbetets gång kunde vi också påvisa flera tidigare helt okända mineral, bland annat ferriallanit-(Ce), västmanlandit-(Ce), percleveit-(Ce), magnesiorowlandit-(Y), fluorbritholit-(Y) och häleniusit-(La). Västmanlandit, percleveit och häleniusit beskrevs och namngavs inom Bastnäsprojektet, medan de övriga sedermera har påträffats på andra håll i världen och beskrivits därifrån. Ytterligare några REE-mineral från Bastnästypens mineraliseringar återstår att beskriva fullständigt för att erhålla internationellt erkännande.

Utifrån associationen av olika REE-mineral kan man dela in mineraliseringarna i två undertyper: typ 1, som karaktäriseras av relativt mer Ce-, La- och Fe-rika mineral, jämfört med typ 2, där mineralen uppvisar högre halter av Mg, Ca, F och Y. Typ 1 representeras av Nya Bastnäs och några mindre fyndigheter i dess närhet, plus den relativt nyupptäckta REE-mineraliseringen i Rödbergsgruvan, Nora. Typ 2 utgörs av fyndigheterna i Norbergs malmtrekt. Se den sammanfattande tabellen här och vår

artikel från 2007 för den mineralogiska beskrivningen.

I en nyligen publicerad studie presenterar vi våra slutsatser om ursprung och bildningsbetingelser för REE-mineraliseringarna, baserade på petrologisk karakterisering, mineralkemiska och bergartsgeokemiska analyser, isotopdata för olika mineral (stabila och radiogena system), samt vätskeinnslutningar. Även om det fortfarande finns oklarheter och vissa data är av preliminär natur kan en hel del nu sägas om ursprunget och avsättningsmiljön för dessa unika mineraliseringar.

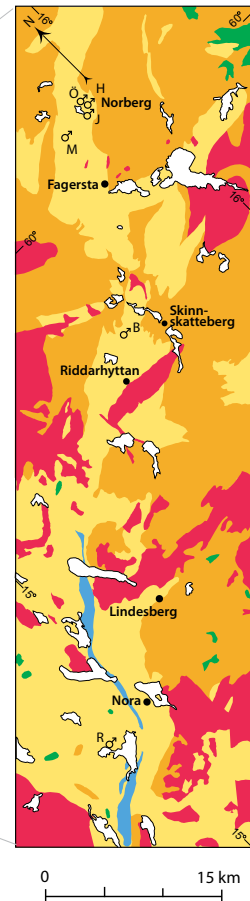
Mineralbildningen inleddes tidigt, för cirka 1 900 miljoner år sedan och kan sedan ha fortgått en längre tid, beroende på fyndighet. REE, järn och en del andra metaller transporterades i heta vattenlösningar bundna vid anjonkom-

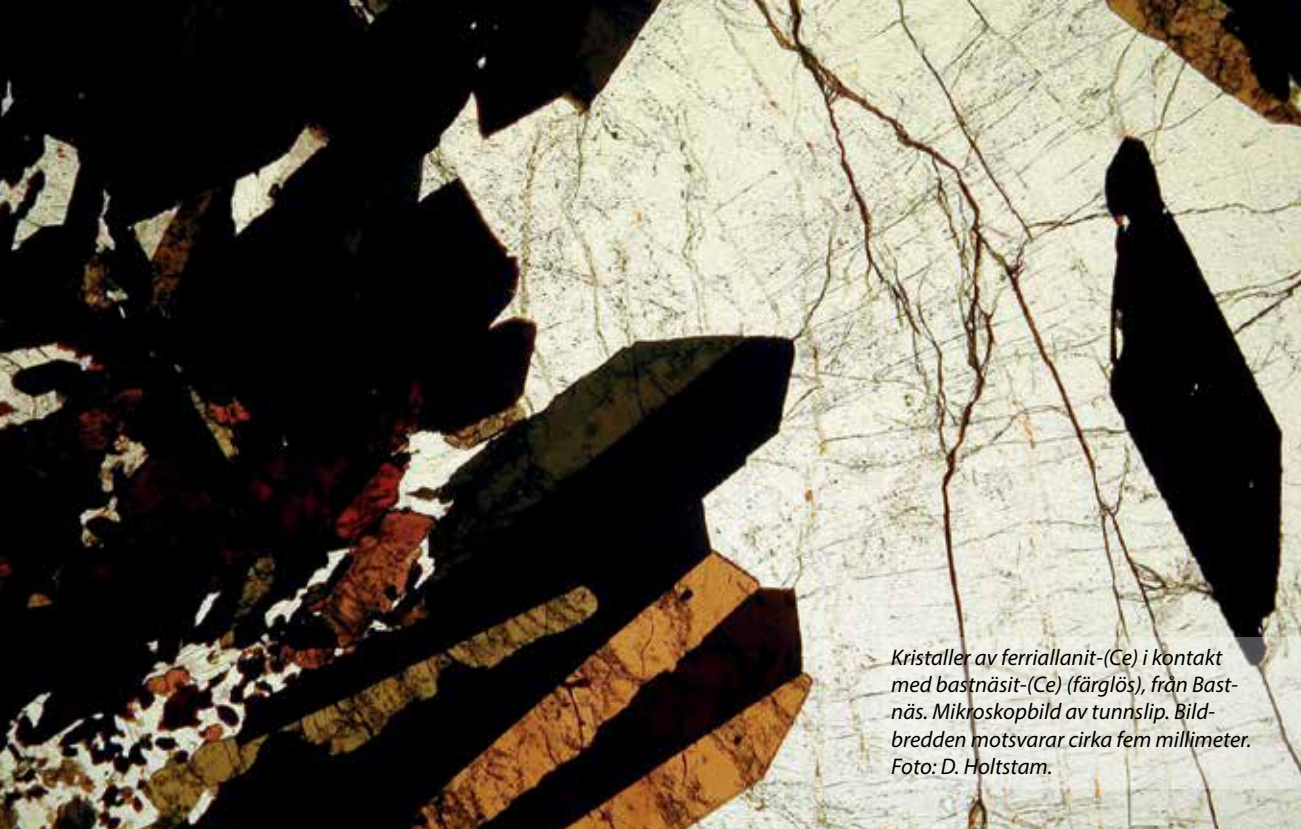


- ♂ Järnoxidmineralisering med REE (Bastnäs-typ)
- Granit, ≤ 1810 Ma
- Gabbro etc.
- Granit-granodiorit-tonalit, ≥ 1850 Ma (deformerad)
- Marmor
- Ytbergarter, huvudsakligen felsiska vulkaniter

**Karta:** Geologisk karta med de större förekomsterna av mineraliseringar av Bastnästyp. Ma = miljoner år. B = Bastnäs. M = Malmkärra. Ö = Östanmossa. R = Rödbergsgruvan. Grafik: Författarna.

**Tabellen till vänster:** REE-mineral i Bastnäs-typ-mineraliseringar, med kemiska formler.





Krystaller av ferriallanit-(Ce) i kontakt med bastnäsit-(Ce) (färglös), från Bastnäs. Mikroskopbild av tunnslip. Bildbredden motsvarar cirka fem millimeter. Foto: D. Holtstam.

plex av troligen främst Cl (men även F, Si och CO<sub>2</sub> har sannolikt spelat en roll), och avsattes genom reaktioner med befintliga kalkrika led i den geologiska lagerföljden. Detta har inledningsvis inträffat vid temperaturer över 400°C och avslutats vid betydligt lägre temperaturer (cirka 100°C, som vi noterat för kristallisationen av flusspat från typ-2-förekomsterna). De heta vattenlösningarnas ursprung var främst magmatiskt, och avsättningen kan ha skett i flera pulser i en långlivad vulkanisk-plutonisk miljö, till exempel under utveckling av en öbåge. Vi kan dock inte direkt peka ut någon särskild bergartskropp i området som "den skyldiga" i bemärkelsen att den avgett lösningarna och drivit den hydrotermala aktiviteten. Besläktade mineraliseringar finns på några andra ställen i världen, med åtminstone delvis överlappande mineralogi, men de är oftast tydligare associerade med lokala magmatiska system (alkalina eller granitiska). REE-sammansättningen (förhållandet mellan lättare och tyngre REE) skiljer sig också från andra kända huvudtyper av

REE-mineraliseringar, varför det fortfarande är relevant att betrakta Bastnästypen som unik.

DAN HOLTSTAM, docent, senioranalytiker, Vetenskapsrådet.

ULF B. ANDERSSON, docent, specialist i geologi, LKAB.

## LITTERATUR

- Andersson, U.B. (red.) (2004): *The Bastnäs-type mineralisations in north-western Bergslagen, Sweden – a summary with geological background and excursion guide*. SGU Rapporter och meddelanden 119, 34 sid.
- Andersson, U.B., Jonsson, E., Holtstam, D. & Langhof, J. (2013): *Bastnäs – the birthplace of the light REEs*. 12th Biennial SGA Meeting, 12–15 August 2013, Uppsala, Sweden. Excursion Guidebook SWE3, SWE6 & SWE7 The Norra Kärr REE-Zr project and the birthplace of light REEs. The historic Sala silver deposit. The island of Utö. SGU sid. 48-52.
- Geijer, P. (1961): *The geological significance of the cerium mineral occurrences of the Bastnäs type in Central Sweden*. Arkiv för Mineralogi och Geologi 3:99105
- Holtstam, D. (2004): *Cerium 200 år*. Geologiskt forum 42, 12-15.
- Holtstam, D. & Andersson, U.B. (2007): *The REE minerals of the Bastnäs-type deposits, south-central Sweden*. Canadian Mineralogist 45, 1073-1114.
- Holtstam, D., Andersson, U.B., Broman C. & Mansfeld, J. (2014): *Origin of REE mineralization in the Bastnäs-type Fe-REE-(Cu-Mo-Bi-Au) deposits, Bergslagen, Sweden*. Mineralium Deposita 49, 933–966.
- Jonsson et. al: Del1 och 2. *Sällsynta och kritiska metaller i vanliga och ovanliga mineral*. Geologiskt forum 85; 6-12, och 86; 22-27.
- Sjöqvist, A. (2014): *Sällsyntare än en lottovinst*. Geologiskt forum 84: 17-19.



# Edgeøya

## – en saga i sten

Foto: Ingrid Anell.

”Min kollega och jag vandrar förstiktigt längs med toppen av klipporna. Det har tagit oss tre timmar att ta oss hit, till toppen av Kvalpynten på Svalbard. Det är högsommar men vinden blåser rejält och vi är klädda för vinter.”

TEXT: INGRID ANELL



# En berättelse om att kartlägga norra Barents havsregionens geologiska historia.

**V**i befinner oss på 77 grader nord cirka 21 grader öst på ön Edgeøya på Svalbard. Vi är på närmare 400 meters höjd och det enda liv och rörelse omkring oss är båten som tagit oss hit (en resa på drygt 30 timmar från Longyearbyen) som vi ser långt bort på horisonten, och en ensam ren som betar intill oss. Vi är på jakt. Inte efter renen dock, som ändå håller sig på tryggt avstånd, utan på jakt efter sten.

Det är den andra sommaren vi jobbar på Kvalpynten som ligger på Edgeoyas sydvästra spets. Edgeøya består nästan helt av sedimentära stenar, främst från Trias. Det är alltså en ö som speglar en tid då området var långt ifrån en ö, snarare ett hav. Edgeøya kan man alltså säga är rena motsatsen till Atlantis, det är en ö som istället lyfts upp från havet.

Tidigare har vi jobbat långs med den smala strandkant som löper intill de gigantiska, nästan vertikala klipporna. Kvalpyntens klippor visar upp ett praktfullt exempel på växtförkastningar, som vi studerat i detalj. I år har vi navigerat sankmarkerna och vandrat runt baksidan upp till toppen av klipporna. Vi har en god idé om vad vi kommer kunna finna eftersom vi plockat upp intressanta stenblock på stranden. Stenar som ser ut som vilken sten som helst för de flesta men som för geologer berättar en invecklad historia. Men stenblock utan att veta exakt vart det kommer ifrån i stratigrafin är inte till mycket nytta. Så nu ska vi leta efter källan.

Under Perm var norra Barents hav mycket närmare ekvatorn, ett grunt, relativt varmt hav täckte området och karbonater byggdes upp på havsbotten. Men under Trias förändrades detta. Låt oss föreställa oss att vi reser tillbaka i tiden 250 miljoner år. Vi sänker ner ön vi står på och plockar bort alla lager, ner till denna permiska plattform. Vår ö ligger nu på havets botten. Grönlands norra spets är nästan granne med oss i väst och långt i öster pågår en enorm kontinental kollision som

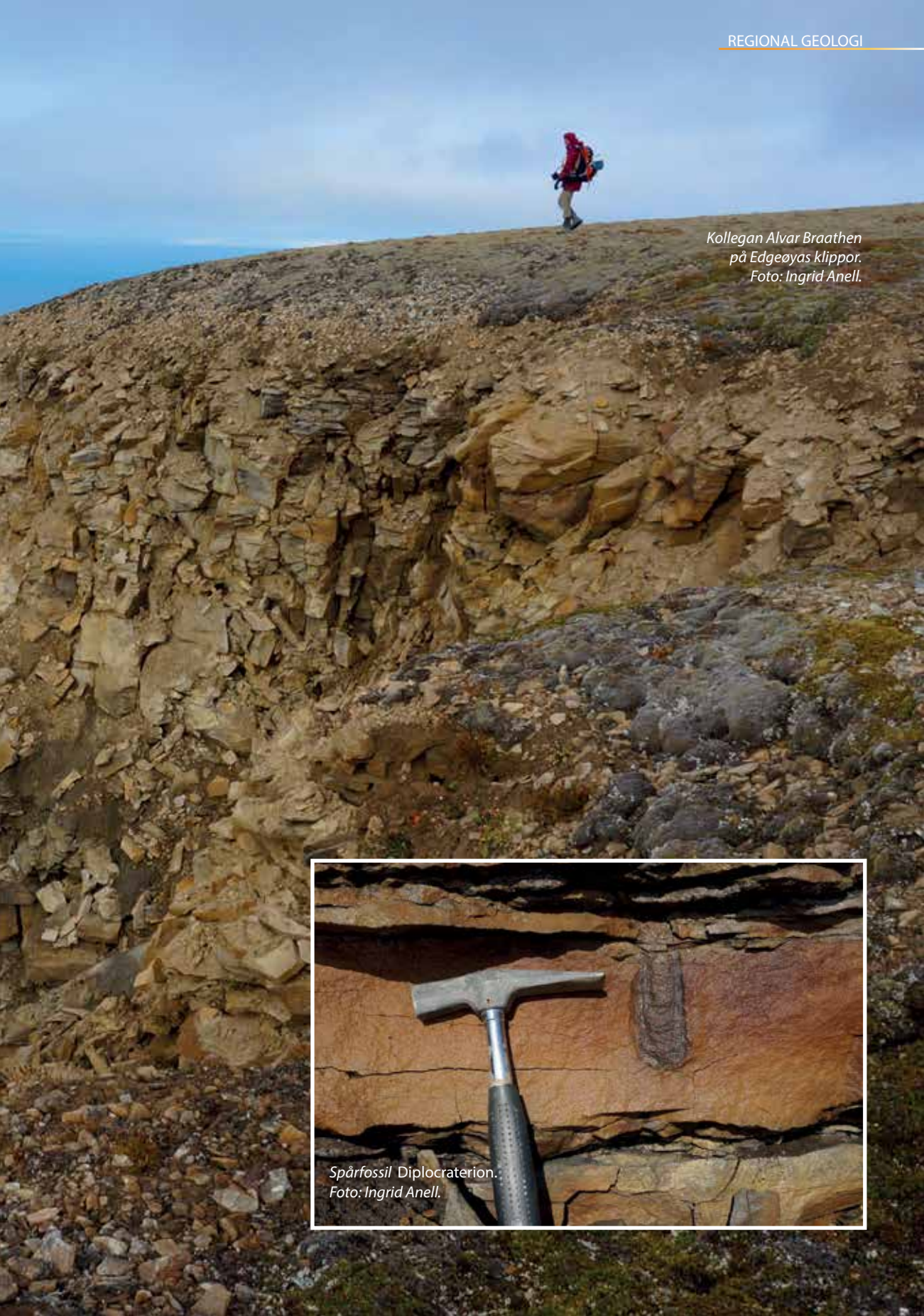
bygger upp Uralbergen. Hela plattformen har nyligen skjunkit och där vår blivande ö ligger är det just nu mörkt och djupt. De sediment som byggs upp består av otroligt finkornigt material som transporterats långa vägar, suspenderat i vattnet. Den organiska komponenten är hög. I den mörka syrefattiga miljön faller både små och stora djur ner och begravs sakta. Fossil från den första funna ichthyosaur på Edgeøya har nyligen hittats inte långt från där vi är (Hurum et al., 2015). Den sten som nu byggs upp är Botneheiaformationen, en becksvalt organisk bladschiffer.

Senare under Trias, cirka 240 miljoner år sedan, börjar saker förändras. De mörka svarta skiffrarna ersätts med ljusgrå laminerade intervaller. Inblandad i leran kommer mer och mer sand, ibland uppemot ett par meter. Dessa sandstenar uppvisar ofta HCS, eller *Humocky Cross Stratification*, något som kännetecknar intervaller som påverkats av stormar.

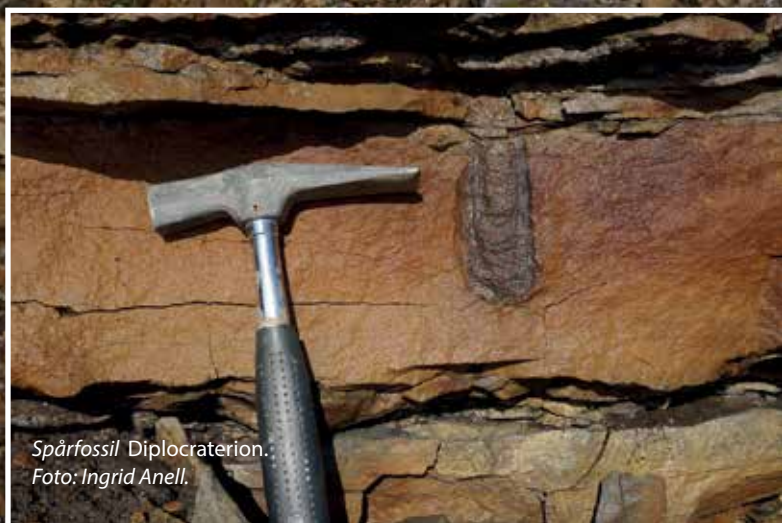
Vår blivande ö har blivit ett prodelta. Under Trias har ett enormt deltaiskt system byggt ut från syd och öst och fyllt plattformen med sediment. Bit för bit har plattformen fyllts och gjort att floderna flutit allt längre och transporterat







Kollegan Alvar Braathen  
på Edgeøyas klippor.  
Foto: Ingrid Anell.



Spårfossil Diplocraterion.  
Foto: Ingrid Anell.





"Vi letar efter kustlinjen. Pricken över i:et. Vi letar efter bevis för att det land vi står på nu, faktiskt varit land en gång tidigare också."

material närmare och närmare det som kommer bli Svalbard. Vi kan läsa oss till denna del av historien både i den seismiska datan och i så kallad proveniensanalys. I den seismiska datan ser vi nämligen stor-skaliga klintformer som visar hur detta system avancerade. Deltatiska klintformer bildas på relativt liten skala, kanske upp till hundra meter men oftast mindre. Djupare och längre bort från själva deltasystemen bildas en annan klintform, som är flera hundra meter hög och tiotals kilometer lång.

När till sist dessa deltasystem når Edgeøya fylls området snabbt. Flera meter tjocka sandstenar läggs ner ovanpå varandra. När man tittar närmare syns tecken på påverkan från både ström, vågor och tidvatten med välbevarade ripples (böljeslagsmärken) och olika paleoströmsindikatorer. Diverse djur lever nu i sedimenten i det grundare vattnet och efterlämnar spår, så kallade spårfossil som till exempel *Skolithos* och *Diplocraterion* (se bild sida 25). Kustlinjen närmar sig och blad och träflisor ackumuleras i sanden. Den relativa havsnivån ändras ibland och periodvis återkommer intervaller med skiffer sedan övergår dessa åter i sandigare intervaller.

**Ovan:** *Ripples (böljeslagsmärken).* **Övre bilden till höger:** *Kol från Svartpynten.* **Nedre bilden:** *Spår efter rötter.*

*Foton: Ingrid Anell och Aleksandra Smyrak-Sikora.*







Min kollega och jag letar efter kustlinjen. Pricken över i:et. Vi letar efter bevis för att det land vi står på nu faktiskt varit land en gång tidigare också. Att det relativt djupa mörka syrefattiga område som ofantligt långsamt byggde upp laminerade skiffrar till slut blev en floddal. Längre söderut har vi funnit flera tunna lager av kol som indikerar att stora mängder växtmaterial har förmultnat i träsk. Men nådde de ända fram hit? Klipporna är branta och det är svårt att ta sig både upp och ner. Min kollega och jag hittar dock till slut en ravin som vi kan klamra oss ner i. Nu kan vi börjar logga. Sektionen är brant och illa vittrad. Vi får vända och vrida på stenblock, gräva oss genom rasmassorna. Men där till slut har vi det. Spår efter rötter. Spår efter hundra miljoner år gamla växter som grävde ner sina rötter i sedimenten. Vi står alltså ovan en floddal. En 230 miljoner år gammal floddal. Vi står på en ö som var ett hav, som blev till land, som blev till hav, som blev till land. Med kanske ännu fler repetitioner. Det kanske bara ser ut som ett streck i en grå sten för många, men för två frusna, slitna geologer berättar denna sten en oändligt intressant historia.

INGRID ANELL är postdoktor och jobbar på universitetet i Oslo med att utröna den regionala geologin under Trias i norra Barents hav inom ramen för projektet Trias Nord (ett treårigt projekt som omfattar mer än tio olika institutioner världen över och är finansierat av norska forskningsrådet tillsammans med industripartners; Tullow Oil Norge, Lundin Norway, Statoil Petroleum, Edison Norge och DEA Norge).

Per-Terje Osmundsen, Aleksandra Smyrak-Sikora och Ingrid Anell tar en närmare titt på sedimentära stenlager på Edgeøya.

Foto: Helge Hellevang.

#### REFERENSER

Hurum, J.H., Roberts, A.J., Nakrem, H.A., Stenløkk, J.A., Mørk, A., 2015. *The first recovered ichthyosaur from the Middle Triassic of Edgeøya, Svalbard*. Norwegian Petroleum Directorate Bulletin, 11, 97-110.

# Geologiskt forums stödprenumeranter



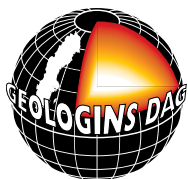
## Svensk Kärnbränslehantering AB

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

Läs mer på [www.skb.se](http://www.skb.se)

## GEOSIGMA

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



Föreningen för Geologins Dag.  
[www.geologinsdag.nu](http://www.geologinsdag.nu)

## URS

Världens ledande miljökonsult.  
[www.ursnordic.com/www.urscorp.com](http://www.ursnordic.com/www.urscorp.com)



Täktkonsulter verksamma inom täkt, mark, miljö, vatten.  
[www.geopro.se](http://www.geopro.se)

## NEW BOLIDEN

Boliden producerar metaller som får det moderna samhället att fungera.  
[www.boliden.com](http://www.boliden.com)



Medins Biologi är en ackrediterad miljökonsult med inriktning på vatten. Vi arbetar över hela Sverige med undersökningar av sediment och biologi.  
[www.medins-biologi.se](http://www.medins-biologi.se)



# Kalendarium

## NOTERAT

**11 september. Invigning av Geologins Dag.** Naturrum Höga Kusten är värd för årets invigning av Geologins Dag. Läs mer på sid. 5-7 och på [www.geologinsdag.nu](http://www.geologinsdag.nu)

**12 september. Geologins Dag.** Lördag den 12 september 2015 är det Geologins Dag i hela landet. Läs mer på sid. 5-7 och på [www.geologinsdag.nu](http://www.geologinsdag.nu)

**12 september. Geologins Dag.** Workshop om geoturism och geoparker i Riddarhyttan. Detta är ett tillfälle för dig som är intresserad av frågor som rör geoparker och geoturism att träffa andra med samma intresse. Lyssna på när andra berättar hur de arbetar med dessa frågor, diskutera och låt dig inspireras! Föredrag och gemensam exkursion i området som avslutas med fika och diskussioner i det gröna. Vi beräknar avsluta dagen cirka kl 16.00. Detaljerat program finns på [www.sgu.se](http://www.sgu.se).

**13-14 oktober. Grundvattendagarna.** Två grundvattendagar i samarbete mellan Sveriges geologiska undersökning, Chalmers, Göteborgs universitet, Havs- och vattenmyndigheten och Trafikverket. Vi välkomnar företag, myndigheter, forskare, kommuner, länsstyrelser och andra organisationer till en konferens om grundvatten, dess betydelse och användningsområde. Konferensens övergripande tema är "Grundvatten och samhällsplanering". Tillgången till rent vatten är angeläget för alla i vårt samhälle. Kunskap om grundvattenförhållandena är en förutsättning för att kunna planera för en hållbar dricksvattenförsörjning och för hantering av naturresurser idag och i framtiden. Anmälan och mer information via [www.sgu.se](http://www.sgu.se).

**22 november. Mineral- och Smyckestensmässan.** Geovetarhuset, Stockholms Universitet, Frescati, Stockholm söndagen den 22 november. kl. 10-16. Fritt inträde! Förra året deltog 40 olika utställare. Vägbeskrivning och mer information om mässan finns på [www.sags.nu](http://www.sags.nu)

**13-15 januari 2016. 32:a Nordiska Geologiska Vintermötet, Helsingfors.** Nu är det Finlands tur att vara värd för de nordiska geologernas stora mötesplats. Mer information och anmälan. [www.geologinenseura.fi/winter\\_meeting/](http://www.geologinenseura.fi/winter_meeting/)



### Nominera din kandidat!

Vartannat år delar de geologiska föreningarna i Norden ut priset The Nordic Geoscientist Award. Priset delas ut till en nordisk geoforskare som under sin karriär både varit starkt involverad i samhällsfrågor såväl som presenterat framstående forskning inom något av geovetenskapens områden. Vinnaren får ett diplom och en stenplakett samt blir inbjuden att hålla ett prisföredrag i samband med 32:a Nordiska geologiska vintermötet som i januari 2016 hålls i Finland. Senaste nomineringsdag är den 1 oktober. Sänd din nominering till Mark Johnson, prefekt vid institutionen för geovetenskaper, Göteborgs universitet, samt ordförande för Geologiska Föreningen, e-post: [mark@gvc.gu.se](mailto:mark@gvc.gu.se). Läs mer på [www.geologiskaforeningen.se](http://www.geologiskaforeningen.se)



### Med tävlingen Geologiskt Arv

vill Sveriges geologiska undersökning lyfta fram den spännvidd och variation som Sveriges geologi uppvisar. Lär dig mer om geologi, landskap, växter och djur, kulturhistoria och samhället idag. Nu finns broschyren Geologiskt Arv 2014 att ladda ner eller beställa hem via [sgu.se](http://sgu.se) eller via kundservice tel. 018-17 90 00.



## Ett års isolering av astronauter

I slutet av augusti inleddes NASAs isoleringsexperiment, som en förberedelse för den första resan till Mars. De sex astronauter som ingår i testet har stängt sig själva inne i en specialbyggd dome, en cirkulär byggnad (11 meter i diameter, 6 meter hög) byggd på Mauna Loas norra sluttning, Hawaii. Försöket kommer att pågå i ett år. Detta är den längsta tid som en astronautgrupp isolerats under Mars-liknande förhållanden.

I ett trångt utrymme, utan tillgång till frisk luft, färsk mat eller eget privatliv kommer gruppen att studeras. Hur löser de sina konflikter och de problem som kommer att uppstå? Besättningen består av en fransk astrobiolog, en tysk fysiker (med masterexamen från Uppsala universitet) och fyra amerikaner (pilot, arkitekt, läkare/journalist samt jordmåns- och vattenexpert). Läs mer på webben: [hi-seas.org/](http://hi-seas.org/)

# Jurassic World

## Hur är filmen?

**D**en fjärde filmen i Jurassic Park-serien, Jurassic World, hade premiär på bio i juni. Filmen bjuder på 124 minuter med science fiction, action och äventyr. I filmens epicentrum står en ny dinosaurie som kallas *Indominus rex* och som är en av människan genmanipulerad hybrid av djur och dinosaurier. Allt för att locka fler besökare till parken.

Hur upplever en geolog filmen? Är den sevärd eller bara publikfriande "nonsens"?

Vivi Vajda, professor och chef för Naturhistoriska riksmuseets enhet för paleobiologi har i ett blogginlägg (med glimten i ögat) skrivit en recension från en biokväll med arbetskamraterna. Filmen beskrivs som ganska förutsägbart, men med sina poänger. *"Det finns dock flera skatter för en paleontolog som gör filmen direkt sevärd även ur ett mer vetenskapligt perspektiv... Som paleontolog är mosasaurien en av höjdarna, den havslevande reptilen som kunde bli över 15 meter lång har nu försetts med en stjärtfena vinklad enligt nya forskarrön – som en upp och nedvänd hajfena och man kan inte annat än imponeras av denna jätterekonstruktion."*

Läs mer hos Forskning och framsteg på bloggsidorna [fof.se/blogg](http://fof.se/blogg).



Erik Sandrén, Emma Melander, Olivia Kassander och Johan Holmlund (Bortalaget), vinnare av Hack for Sweden Award 2015 för webbtjänsten Varsko.se.

## \* Hack for Sweden \*

Under 24 timmar tävlade 80 deltagare från hela Sverige i Hack for Sweden i våras. Uppdraget var att skapa nya appar och tjänster utifrån 20 deltagande myndigheters öppna data. Hack for Sweden har skapats för att synliggöra och popularisera myndighetsdata. Allt från gymnasieelever och ingenjörstudenter till företagare och doktorer i datorvetenskap fanns på plats i Naturvårdsverkets lokaler under tävlingsdygnet. På plats fanns även personal från alla 20 medverkande myndigheter (till exempel SMHI, SGU, SLU, Jordbruksverket med flera) för att stötta, hjälpa och guida lagen. Laget bakom tjänsten Varsko blev vinnare av Hack for Sweden Award. Tjänsten kan genom SMS, mejl eller sociala medier informera den enskilde om nationella olyckor och katastrofer på kommunal eller länsnivå. Mer att läsa på [www.hackforsweden.se](http://www.hackforsweden.se)

# Fossil och evolution



I år har Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm öppnat dörrarna till den helt nya utställningen Fossil och evolution. Dinosaurierna är tillbaka! Utställningen vänder sig till både stora och små och är en permanent utställning som berättar om djur och växter som har kommit och gått under jordens historia. Utställningen innehåller mängder av fossil och museets ambition är att presentera den senaste forskningen – på ett helt nytt sätt.

Läs mer om utställningen och museet på webben [www.nrm.se](http://www.nrm.se).

Archaeopteryx var en flygande dinosaurie. Den är anfader till dagens fågel och ingår i den dinosauriegrupp som överlevde när de andra dinosaurierna dog ut. Bilden till vänster är en del av en illustration gjord av Simon Stålenhag, ©Naturhistoriska riksmuseet.

### UTSTÄLLNINGEN FOSSIL OCH EVOLUTION

- Tidsomfattning: jordens födelse fram till dinosauriernas utdöende
- Antal fossil: cirka 400 st
- Äldsta föremålet: meteoriten
- Minsta djuret: en liten bläckfisk, cirka en centimeter
- Tyngsta skelettet: Iguanogon
- Äldsta svenska djuret på land: skorpionen *Palaeophonus*



# En termins naturvetenskap – för alla

Att nå ut i media är ett sätt att sprida geologisk kunskap. Här funderar Erik Sturkell över medias roll och mötet med journalisterna. Han noterar också att det finns olika förförståelse för geologi, i olika länder.

**D**e senaste tio åren har geologi blivit mera synligt i media och på bio. I och med katastrofen annandag jul 2004 lärde sig det svenska folket ett nytt ord: tsunami. Efter detta gjorde seismologer och geologer ett stort antal framträdande i media och dessa ökade intresset och förståelsen för geologi. Här fick framförallt universiteten en stor pedagogisk uppgift som handlade om att på svenska förklara vad som hade skett och hur jorden fungerar. Genom detta kom forskare också in i journalisternas kartotek och forskare blev fortsättningsvis betydligt oftare kontaktade. Det är bäst att vara i direktsändning så att det man säger inte blir nerklippt eller förvrängt. Man ska också kräva att få kontrollläsa det alster som journalisten har genererat, och ibland är det frestande att skriva det själv så att det blir rätt. För man blir överraskad av att så få ord kan missuppfattas så mycket under så kort tid. Mitt råd till geologerna är dock att tala med journalister – för det är viktigt att föra ut geologin till de breda massorna; dock ett varningens ord: ta inte för givet att journalisten har förstått.

De allra flesta av oss geologer har en begränsad erfarenhet av att bli intervjuade och vi glömmer att när man talar med en journalist är det inte som att tala med en annan geolog. Det stora flertalet journalister vet inget om geologi och det finns en tendens att de aktivt förstorar detaljer till nyheter. Med den geologiska kunskapsnivån i Sverige måste man lägga sig på rätt nivå (läs låg) och förklara allt.

**I**ett land som Island med ett flertal aktiva vulkaner och ett normaltillstånd med cirka 250 jordskalv per vecka, är journalister insatta i geologi. Här finns ett annat problem – de blir överentusiastiska. Svar på frågor om en ökad jordskalvsaktivitet betyder att det blir ett vulkanutbrott NU, och om man som geolog svarar att detta kan vara en indikation på att magma rör sig mot ytan kommer det nästa dag att stå i tidningen med decimeterstora bokstäver "VULKANUTBROT", men det var inte det jag sa!

Den isländska geologen Sigurður Þórarinnsson blev intervjuad av en ung journalist. Journalisten frågade när får Katla sitt nästa

utbrott och fick svaret "för varje dag som går är vi en dag närmare utbrottet". Detta resulterade med en framsida med ett stort typsnitt "KATLA NÄRMARE ETT UTBROT", men den försvann snabbt då huvudredaktören läste artikeln.

I USA är geologi betydligt mera känt. Det finns flera förklaringar till detta och en är att nationalparkerna är så bra. En annan är att alla som läser på universitet måste ta en termin med naturvetenskap och då väljer de oftast geologi, som troligen är populärare än teoretisk fysik. Jag besökte nyligen den amerikanska ambassaden angående en visumansökan och handläggaren förstod direkt vad jag jobbade med och han kände till vulkaniska processer; han hade läst en termin geologi.

Så vad vi skulle göra i Sverige är att införa en obligatorisk termin med naturvetenskap för alla universitetsstudenter.

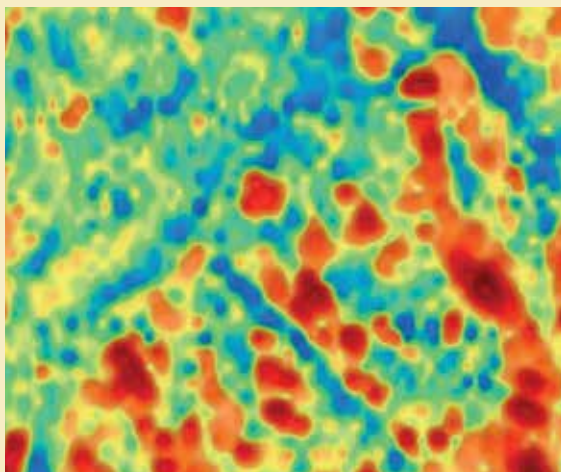
---

ERIK STURKELL, institutionen för geovetenskaper, Göteborgs universitet.

*Islands yngsta lava – Holuhraun som ligger med sin östra kant i älvfåran för Jökulsá. Vatten tränger in och förångas i kontakten med den ännu varma lavan vilket resulterar i en vägg av ånga. (Foto Erik Sturkell, augusti 2015).*

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

# Tävla & vinn en stenlåda



## Klarar du bildgåtan?

Para ihop rätt bild med rätt beskrivning och tävla om utlottningen av en populär stenlåda från Sveriges geologiska undersökning, SGU.

Respektive foto: A, B, C och D ska paras ihop med något av nedan.

1. Hällkar
2. Ön Loskare
3. Vanadinit
4. Detalj ur flygmagnetisk karta

- Bildgåtan är ett samarbete mellan Geologiskt forum och SGU. Samtliga foton och bilder är från SGU. Rätt svar publiceras i nästa nummer av Geologiskt forum.
- Sänd den rätta raden på ett vykort till  
SGU, Kaarina Ringstad, Box 670, 751 28 Uppsala eller  
via e-post till [info@geologiskaforeningen.se](mailto:info@geologiskaforeningen.se)
- Senast den 30 september vill vi ha ditt svar!