

FoU-dag vid SGU, 11 november 2020

FoU-seminarium med prisutdelningar av Geologiska föreningen och Geosektionen

Sammanställd av Therese Bejgarn och Nelly Aroka

december 2020

SGU-rapport 2020:42



Omslagsbild: Undersökning av stenar i en varphög
i västra Bergslagen.
Fotograf: Erik Jonsson

Författare: Sammanställd av Therese Bejgarn och Nelly Aroka.

Ansvarig avdelningschef: Kaj Lax

Redaktör: Lina Rönnåsen

Sveriges geologiska undersökning

Box 670, 751 28 Uppsala

tel: 018-17 90 00

e-post: sgu@sgu.se

www.sgu.se

INNEHÅLL

Förord	4
Program för FoU seminariet.....	5
Sammanfattningar från presentationer.....	6
Vindslipning i södra Sverige – stratigrafisk position och åldersställning.....	7
OSL-datering av veikimoränplåtar ger MIS3-åldrar och insikt i luminiscensegenskaper hos kvarts.....	8
Sedimentology, stratigraphy and genesis of the diverse hummocky landforms of the southern Swedish highlands.....	9
K-Ar datering av lermineral som bildats genom förkastning påvisar urbergets roll i den Kaledonska orogenesen	10
Geologiförmedling- möjligheter och utmaningar!	11
Den ofrivillige geoturisten – värdet av geologiska inkörsportar	12
Hur varierar bergmaterialegenskaper med metamorfos?	13
Integrated 3D modelling at the Källfallsgruvan and Persgruvan iron oxide deposits, Riddarhyttan ore field, Bergslagen	14
Textural and chemical characterization of sulphide minerals for improved beneficiation and exploration, Skellefte district, Sweden	15
Geofysisk karakterisering av mineralisering.....	16
Mineraliseringen med sällsynta jordartsmetaller (REE) i Olserum-Djupedal, Småland – en del av pusslet för att förstå hur större REE-förekomster bildas.....	17
Mobility of critical metals in the Bergslagen ore district.....	18
Förekomst och mobilitet av beryllium (Be) och volfram (W) i gruvavfall, grundvatten och ytvatten	19
Mobilitet av arsenik i fiberbankar utanför Västernorrlands kust.....	20
Nya tematiska underlag för att stödja planering och värdering av undermarken.....	21
Reviderade U-Pb-zirkonåldrar och nya Hf-isotopdata från södra Sverige (Östra segmentet och Protoginzonen)	22
Quantification of coupled hydro-mechanical processes in deep hydraulically transmissive fractures	23
Ackumulering av metaller i Östersjöns sediment: betydelse för miljöövervakning	24
The status and future of coastal groundwater – implications for groundwater quality and quantity under increased pressures.....	25
Geokemisk, mineralogisk och mikrobiologisk karakterisering av sura sulfatjordar.....	26
Spridning av miljögifter från fiberbankar i Ångermanälvens utlopp.....	27
Att nå fram – hur svårt kan det vara?	28

FÖRORD

Geovetenskaplig forskning och utveckling (FoU) ser Sveriges geologiska undersökning (SGU) som en grundläggande resurs i arbetet med en hållbar samhällsutveckling och i arbetet med att uppfylla våra nationella miljömål och de mål som är satta i bland annat Agenda 2030. Förutom arbetet som sker direkt i SGUs verksamhet så har SGU ett bidrag till riktad grundforskning och geovetenskaplig forskning som gör att vi kan stödja 3–5 nya projekt per år.

I år valde SGU att låta samtliga pågående projekt som har erhållit SGUs bidrag till forskning att presentera projektets mål och resultat hittills. I år är ett speciellt år i många avseenden, och om vi fokuserar på de positiva aspekterna så är det första gången som SGU samarrangerar det årliga FoU-seminariet tillsammans med Geologiska Föreningen och Naturvetarnas Geosektion samtidigt som vi passar på att ta ”klivet ut” och anordna en heldigital dag. Under dagen bjöds det på en informativ, intressant och trevlig blandning av geovetenskaplig FoU inom allt från naturresurser, åldersbestämning av bergarter och deglaciation, grundvatten, jordarter och dess bildning, förorenade sediment och vikten av att nå ut med geovetenskaplig information i samhället via till exempel geoturism och populärvetenskap. Det senare blir alltmer viktigt för att väcka intresse och få människor att reflektera över geologins betydelse för vår vardag, en nyckel för att kunna rekrytera framtida blivande geovetare.

Seminariet arrangerades 11 november 2020 och hade lite över 100 följare under dagen. I denna rapport kan läsaren få en introduktion till de projekt- och pristagarpresentationer som gavs. Vi hoppas att de som inte hade möjlighet att delta kommer att finna dessa sammanfattningar upplysande och att de väcker mer intresse för geovetenskaplig FoU. Om ni vill hålla er fortsatt uppdaterade så finns mer om projekten att läsa på SGUs webbplats.

Uppsala den 13 november 2020

Anneli Wirtén
Generaldirektör

Therese Bejgarn
FoU strateg

PROGRAM FÖR FOU SEMINARIET

Öppen seminariedag webb-sänd via Skype med presentationer av projekt som erhållit SGUs bidrag till forskning och prisutdelningar med föreläsningar från pristagare vid Geologiska Föreningen och Naturvetarnas Geosektion.

10:00 **Välkommen & introduktion**

Anneli Wirtén GD SGU, Therese Bejgarn FoU strateg SGU, Fredrik Mossmark FoU samordnare SGU, Magnus Johansson ordförande Geosektionen Naturvetarna, Pär Weihed ordförande Geologiska Föreningen.

10:10 Per Möller, Lunds universitet: Sub-till sediments and deflation surfaces in south Sweden – what are their implications for the glacial history of this area?

10:20 Helena Alexandersson, Lunds universitet: En förbättrad Weichselkronologi för norra Sverige.

10:30 Mark Johnson, Göteborgs universitet: Sedimentology, stratigraphy and genesis of the diverse hummocky landforms of the southern Swedish highlands.

10:40 Bjarne Almquist, Uppsala universitet: Dating brittle deformation events in faults from central Sweden.

10:50 Frågestund och paus.

11:00 **Prisutdelning Årets Geolog**

Magnus Johansson, ordförande Geosektionen Naturvetarna.

11:05 Emma Rehnström, Geologica consult: Geologiförmedling – möjligheter och utmaningar.

11:15 Nils Jansson, Luleå tekniska universitet: Den ofrivillige geoturisten – värdet av geologiska inkörsportar.

11:25 Cindy Urueña, Lunds universitet: Understanding the variation of bedrock material properties with metamorphic conditions.

11:35 Tobias Kampmann, Luleå tekniska universitet: 3D modelling of metallic mineral deposits in the Bergslagen lithotectonic unit.

11:45 Jonathan Rincon, Luleå tekniska universitet: Textural and chemical characterization of sulphide minerals for improved beneficiation and exploration, Skellefte district, Sweden.

11:55 Thorkild Maack Rasmussen, Luleå tekniska universitet: Geophysical investigation of the Arvidsjaur volcanics and the Archean-Proterozoic boundary.

12:05 Frågestund och lunch.

13:10 **Prisutdelning Jan Bergströmpris till unga forskare**

Pär Weihed, ordförande Geologiska Föreningen

13:15 Stefan Andersson, Uppsala universitet: Mineraliseringen med sällsynta jordartsmetaller (REE) i Olserum-Djupedal, Småland – en del av pusslet för att förstå hur större REE-förekomster bildas.

13:25 **Presentationer av fleråriga projekt som startat år 2020**

5min Iain Pitcairn, Stockholms universitet: Mobility of critical metals in the Bergslagen ore district.

- 5min Lina Hällström, Luleå tekniska universitet: Förekomst och mobilitet av Högteknologiskt Kritiska Metaller i gruvavfall, grundvatten och ytvatten.
- 5min Madelene Olofsson, Mittuniversitetet: Mobilitet av arsenik i fiberbankar utanför Västernorrlands kust.
- 5min Emrik Lundin Frisk, Chalmers tekniska universitet: Novel subsurface thematic representations to support planning and valuation.
- 15min Frågestund och paus.

-
- 14:00 Åke Johansson, Naturhistoriska riksmuseet: Cleaning up the record - reanalysing zircon samples from southwest Sweden and the PZ by SIMS.
- 14:10 Auli Niemi, Uppsala universitet: Quantification of coupled hydro-mechanical processes in deep hydraulically transmissive fractures by downhole field tests and modelling.
- 14:20 Marcelo Ketzer, Linnéuniversitetet: Ackumulering av metaller i Östersjöns sediment: betydelse för miljöövervakning och åtgärdsinitiativ.
- 14:30 Roland Barthel, Göteborgs universitet: The status and future of coastal groundwater - implications for groundwater quality and quantity under increased pressures.
- 14:40 Mats Åström, Linnéuniversitetet: Geokemisk, mineralogisk och mikrobiologisk karakterisering av sura sulfatjordar - mot förbättrad vattenkvalitet på kustslätterna.
- 14:50 Elin Almroth Rosell, SMHI: Regional spreading of pollutants from fibre banks in the Bothnian Sea.
- 15:00 Frågestund och paus.

-
- 15:20 **Prisutdelning Hiärnepris för betydande populärvetenskaplig verksamhet inom det geovetenskapliga området**
Pär Weihed, ordförande Geologiska Föreningen
- 15:30 Erik Sturkell, Göteborgs universitet: Att nå fram – hur svårt kan det vara?
- 15:40 Frågestund
- 15:45 **Geologiska Föreningen 150 år 2021**
Pär Weihed, ordförande Geologiska Föreningen
- 15:50 **Summering och avslut**
Therese Bejgarn, Fredrik Mossmark, Magnus Johansson, Pär Weihed

SAMMANFATTNINGAR FRÅN PRESENTATIONER

I detta avsnitt följer sammanfattningar från presentationer som hölls under dagen, med undantag för pristagares motiveringar och information om Geologiska Föreningens 150-årsfirande. Sammanfattningarna är arrangerade i samma ordning som de presenterades vid seminariet.

Vindslipning i södra Sverige – stratigrafisk position och åldersställning

PER MÖLLER, LUNDS UNIVERSITET. SGU DIARIE NR: 36-1911-2018.

Lagerbäck (2018) beskriver >200 grustäcker i södra Sverige, vilka enligt hans bedömning uppvisar glacifluviala avlagringar under täckande morän. Cirka 70 av dessa lokaler skall också uppvisa en vinddeflationshorisont i kontaktzonen mellan dessa. Rapportens slutsatser skulle – om verifierbara – tvinga till en radikal omvärdering av södra Sverige glaciationshistoria då det i korthet hävdas att en dominerande del av denna regions glaciala sediment är från Saale-nedisningen (>130 000 år sedan) samt att den submoränt liggande vindslipningshorisonten blev samtidigt utbildad under tidig Weichsel (för 115 000–70 000 år sedan). Föreliggande SGU-projekt syftar till att utvärdera/verifiera ovanstående stratigrafiska förhållanden samt bestämma vindslipningens kronologiska ställning genom ett massivt dateringsprogram.

Samtliga lokaler betecknade ”morän och ventifakter på isälvsediment” (Lagerbäck, 2018) har undersökts (68 lokaler). På 76 % av dessa går det inte att verifiera något som på sedimentologiska grunder kan betraktas som morän liggande på isälvsavlagringar, medan det på 24 % av lokalerna föreligger sådan morän. De senare ligger helt dominerande i anslutning till israndzonlägen över södra Sverige. Vad som ofta täcker dominerande deltaiska sedimentsekvenser är inte morän, men svallsediment och eoliska sediment. Ett 20-tal lokaler har dokumenterats sedimentologiskt i befintliga skärningar eller i grävmaskinsgrävda schakt (7). Sedimenten på dessa lokaler kan OSL-dateras, dels på deltaiska mellanbäddar under eventuell vindslipningshorisont och på strandsediment och/eller eoliska sediment över en vindslipningshorisont, och kan därmed ge maximi- och/eller minimiåldrar på den senare. För närvarande är 74 OSL-dateringar under utförande.

Till detta kommer ett antal in situ-OSL och kosmogen-dateringar på ventifakter i identifierade deflationsytor. Oavsett den negativa utvecklingen av projektet kommer detta att generera ett omfattande dataset av OSL/TCN-dateringar som sätter vindslipningen i södra Sverige i en kronologisk kontext. Slutsatserna kommer dock – åtminstone från vad vi kan se av hitintills vunna resultat – att starkt avvika från den av Lagerbäck (2018) anförda vindslipnings- och glaciala utvecklingshistorien. Genom detta projekt bidrar vi till ökad kunskap om det kvartära landskapet.



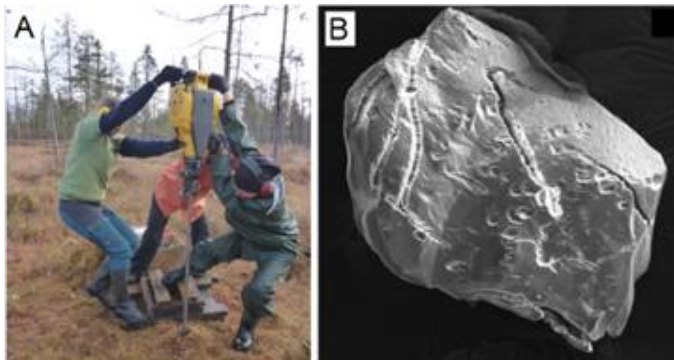
Vindslipad klasterhorisont mellan trågorsskiktade delta-topsetsediment och överliggande eoliska sediment (Kushult, Småland). Foto: Per Möller.

OSL-datering av veikimoränplatåer ger MIS3-åldrar och insikt i luminiscensegenskaper hos kvarts

HELENA ALEXANDERSON M.FL, LUNDS UNIVERSITET. SGU DIARIE NR: 36-2021-2016.

I norra Sverige finns många lokaler med sediment från före den senaste nedisningen (Last Glacial Maximum) bevarade pga. bottenfrusna förhållanden. Området är därför viktigt för att förstå utvecklingen under hela den senaste istiden, Weichsel. Men det har varit svårt att datera flera av dessa avlagringar då de varit bortom räckvidden för C14-datering och luminiscensdatering (OSL) har gett resultat med dålig upplösning. Syftet med det här projektet är därför att förbättra kronologin för nordligaste Sveriges glaciationshistoria genom att 1) undersöka och karakterisera luminiscensegenskaper hos kvarts för att ta reda på varför OSL-datering fungerar bra eller dåligt i olika områden och 2) tillämpa anpassad OSL-datering (samt C14-datering) på interstadiala sediment i veikimorän i Norrbotten.

De preliminära resultaten tyder på att veikimoränplatåerna i Lainiobågen bildades för ca 55–40 ka sedan, d.v.s. under marint isotopstadium (MIS) 3 under mittweichsel, och stöder tolkningen att de representerar supraglacial avsättning under ett deglaciationsstadium. Fluvial omarbetning på lägre nivåer har skett i samband med den senaste deglaciationen. Luminiscensegenskaperna hos kvarts varierar stort i Sverige men det verkar finnas ett samband mellan kvartsens ursprung (berggrunden) och dess lämplighet för OSL-datering. Vill man ha enkla mätningar och precisa OSL-dateringsresultat bör man hålla sig inom de proterozoiska provinserna eller det sedimentära plattformstäcket och hålla sig borta från berggrund som hör till den kaledonska orogenesisen. Varför återstår ännu att reda ut, men vi har några hypoteser. Samhällsnyttan eller vidare användningsområden av projektets resultat inkluderar bland annat ökad kunskap om landskapets utveckling under kvartär tid, förbättrat underlag för klimat- och ismodeller, möjlighet att använda luminiscensegenskaper som proxy för sedimenttransport, och minskad frustration hos OSL-daterande geologer.



A. Borrning i mitten av en veikimoränplatå. Foto: Helena Alexanderson.

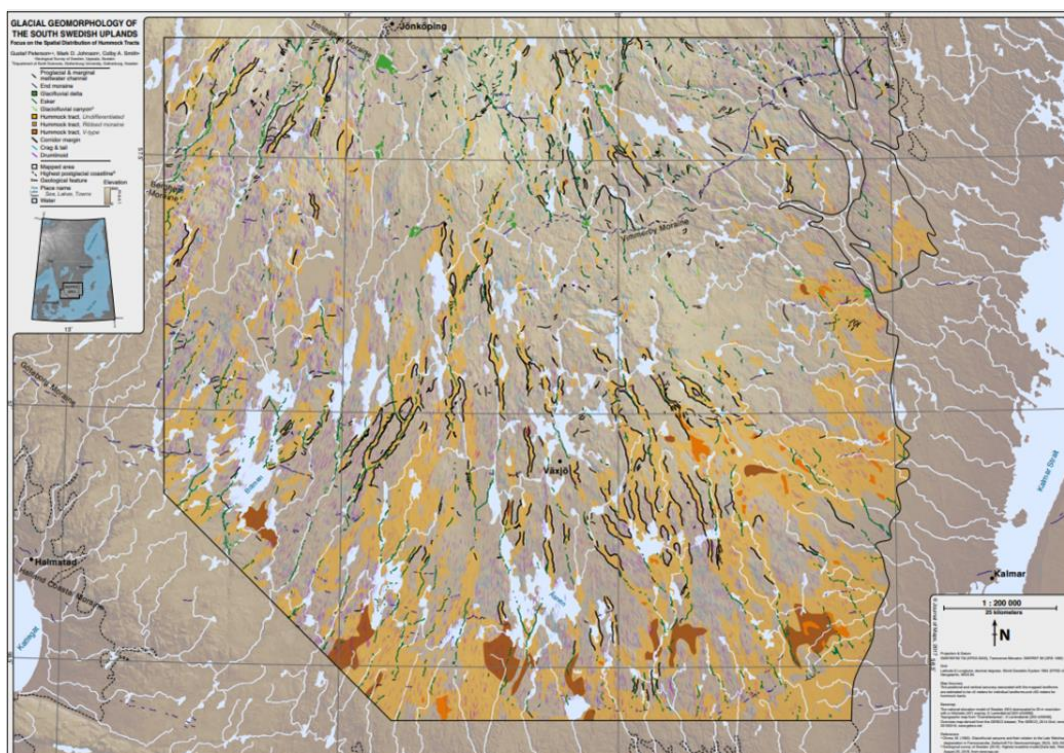
B. Svepelektron-mikroskopbild av kvartskorn med svag luminiscenssignal.
Foto: Isa Doverbratt.

Sedimentology, stratigraphy and genesis of the diverse hummocky landforms of the southern Swedish highlands

MARK JOHNSON, GÖTEBORGS UNIVERSITET. SGU DIARIE NR: 36-1772-2014.

I Sverige har det varit lite av en tradition att naturgeografer tittar på morfologi av landskapsformer och geologer tittar på sediment och stratigrafi. En komplett förståelse av geomorfologi och landskapets historia är att kombinera alla verktyg som finns till hands. Syftet med detta projekt har varit att kombinera ny geomorfologiska kartering över en del av Småland med detaljerad beskrivning och tolkning av skärningar i bestämde landskapsformer, nämligen, sk. 'hummocks'. Större delar av Småland består av 'hummocky topography', dvs, moränbacklandskap, en landskapstyp som vanligtvis tolkas som skapad av dödis.

Tanken har varit att LiDAR skulle visa oss en 'taxonomi' av olika typer av hummocks som kunde betyda variation i genes. Det var bara delvis lyckat. Majoriteten av hummocks visar väldigt lite 'order' och har stora variationer i relief, mönster och storlek som inte passar i nuvarande klassifikationer. I projektet gjordes två viktiga upptäckter; Den förste var upptäckten av en unik hummock typ som vi har döpt till 'murtoo.' Denna landskapsform blev samtidigt upptäckt av finska kolleger, och följande samarbete med dem har lett till en publikation och fortsatt samarbete med kolleger på GTK och i Åbo. Det visar sig att dessa murtoo är vanliga över Sverige och Finland, och kan vara en ledtråd till isens avsmältning och subglacial hydrologi. Mer viktigt har varit upptäckten att moränbacklandskap finns som i 'korridorer'; kilometer breda band som är parallella med isrörelseriktningen. Morfometrisk analys av dessa korridorer visar liknande orientering och avstånd till varandra såsom tunneldalar och rullstensåsar. Intressant är att hummocks karakteriserar dessa korridorer men tolkningen är att dessa skapas under isen, och kan inte vara dödisformer. Vi tolkar dessa korridorer att tyda på större påverkan av subglacialt smältvatten under deglaciation än tidigare tänkt. Dessa upptäckt också visar, bl. a., att innehåll av hummocks indikerar att dessa kan ha större hydrauliska konduktivitet än först indikerat.



Karta visande utbredning av 'hummock corridor' (i gulbrunt) i södra Sverige från Peterson et al., 2017 (<https://doi.org/10.1080/17445647.2017.1336121>).

K-Ar datering av lermineral som bildats genom förkastning påvisar urbergets roll i den Kaledonska orogenesisen

BJARNE ALMQVIST, UPPSALA UNIVERSITET. SGU DIARIE NR: 36-1940-2017.

Syftet med studien är att tidsbestämma förkastningar där lermineral har bildats i och med förkastningsrörelser. K-Ar datering används på fem separerade kornstorleksfraktioner för varje prov, från <0.1 upp till 10 mikrometer, där illit är det primära lermineral som bildas under förkastningsrörelser. Förkastningar på tre platser i centrala Sverige har studerats och daterats. I denna presentation fokuserar vi på åldrar som erhållits från två förkastningar i Jämtland, nära den nutida Kaledonska fronten i den granitiska Fennoskandiska urbergsskölden.

K-Ar åldrar har erhållits från sex förkastningszoner vid tre lokaler i centrala Sverige. I detta seminarium diskuteras åldrar från två förkastningar från Jämtland. Dessa förkastningar har skett längs mafiska gångar som intruderat i Svecofenniska graniter. Större kornstorlekar (0.4–10 mikrometer) visar äldre åldrar från c. 823 till c. 476 Ma, och är antagligen till del relaterade till tidig hydrotermal förändring av gångar och bildandet av K-feldspat. De minsta kornstorlekarna (<0.1 till 0.4 mikrometer) domineras av illit som K-bärande mineral, och visar åldrar från c. 442 till c. 392 Ma. De senare åldrarna indikerar att de två förkastningarna rörde sig under stora delar av den Kaledonska orogenesisen, och att det granitiska urberget (under decollement) var tektoniskt involverad i både kollision och kollaps av de centrala Skandinaviska Kaledoniderna. Dessa åldrar öppnar dessutom för nya tolkningar om hur deformation fördelar sig över skorpan, även under de Kaledonska skollorna.

Åldersbestämning av spröda strukturer, så som förkastningar, bidrar till en förståelse om hur skorpan har påverkats av tidigare, och nuvarande, tektoniska krafter. Detta ger en förbättrad möjlighet till att förstå möjliga framtida rörelser längs förkastningar. Studien kan också bidra till kunskap om hur ekonomiskt viktiga mineraliseringar bildas och kan delvis tidsbestämmas längs förkastningszoner.



Förkastning i Bingstagraniten (Jämtland) som visar rörelse och position för ett av de prov (KH181109C) som daterades i studien. Foto: Bjarne Almqvist.

Geologiförmedling- möjligheter och utmaningar!

EMMA REHNSTRÖM, GEOLOGICA CONSULT. PRISTAGARE ÅRETS GEOLOG.

Att förmedla geologi är inte alltid enkelt. Man måste ofta börja på en väldigt basal nivå för att inte tappa sina åhörare för snabbt, tröskeln är ofta hög och många vet helt enkelt inte så mycket om vår ”underjord”.

Men att förmedla geologi är också fantastiskt givande. Att be sin publik att kasta av sig tidens tunga ok och bjuda upp till planetär dans- för när tiden släpps lös, blir jorden levande. Den geologiska tiden är svår för den är så lång, men den ger därmed nödvändigt utrymme för de långsamma geologiska processerna, som kontinenternas dans över jordens yta och tektonikens djupa andetag.

Att förmedla geologi innebär nästa alltid att vidga någons vyer, i tid eller rum eller båda. Att ge ny kunskap om något som är nära, kanske berggrunden under dig eller kasta ljus över det som verkar långt bort, kanske klimatförändringar eller vulkanutbrott. Det hela ryms i den geologiska berättelsen.

Att förmedla geologi är också att koppla vår egen historia, inte bara som människor, men som användare av geologiska resurser, till geologi. Från stengårdsgårdar och kaolin till pilspetsar och stenkol har den lokala geologin präglat bygd och samhällen genom årtusenden och gör det än idag.

Att förmedla geologi har aldrig varit viktigare, vi är mer beroende än någonsin av georesurser, till infrastruktur, grön omställning och smart teknologi. Samtidigt är avståndet till naturen också större än någonsin. Att förmedla geologi är att öka förståelsen för geologiska processer och geologiska material och därmed kanske också för behovet att använda georesurser.



Upptäckarglädje pågår! Bild från projektet Geokids i Skåne. Foto: Ola Göransson.

Den ofrivillige geoturisten – värdet av geologiska inkörsportar

NILS JANSSON – LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET. INBJUDEN AV ÅRETS GEOLOG OCH GEOSEKTIONEN.

Hur ökar vi intresset för geologi? Det är frågan i det här föredraget, som tar avstamp i författarens egna erfarenheter av att ha gått från att vara oavsiktlig geoturist vid Sala Silvergruva, till att gå vidare med en yrkeskarriär inom ämnet.

Besöksgruvor såsom Sala, Kleve och Taberg kanske främst lockar besökarna med rik historia och spännande underjordsäventyr, men utgör viktiga inkörsportar till geologi. Många besöksgruvor faller inom områden med hög tillgänglighet med närhet till flera tätorter. Enbart Sala Silvergruva lockar c. 35 000 besökare per år, varav många är 'vanliga' turister, och ungefär en tredjedel är barn. Detta kan ställas i kontrast till många geolokaler och nationalparker i Sverige, som ligger i områden med låg-medel tillgänglighet och kanske främst lockar personer, geoturister, som redan har ett visst intresse.

Bortsett från den höga tillgängligheten så erbjuder besöksgruvorna många olika fora att lära ut geologi. Dessa kan bestå i allt från specialturer och föredrag med geologitema, till att inkludera geologi i det ordinarie visningsmaterialet. Här kan man med fördel sätta in geologiska koncept i historiska kontext som ofta förknippas med gruvorna, och visa hur geologin och gruvorna har utgjort ett fundament för samhällsutvecklingen i Sverige under hundratals år. Detta skapar en personlig beröringspunkt, och belyser relationen mellan geologi och andra ämnen.

Rådande pandemi har visat att besöksgruvorna är sårbara och inte kan tas för givet. Diskussionen i media kring Sala Silvergruvans stängning har illustrerat att det är svårt att hitta hållbara finansieringsmodeller för besöksgruvorna, redan innan pandemin slog hårt mot besöksnäringen. Sett till utebliven turism är det nästintill en katastrof vars effekter ej ännu kan förutspås, både för berörd kommun och för den framtida tillväxten av geovetare. På grund av detta efterlyser författaren en mer djuplodande undersökning av besöksgruvornas värde för geoturism, som även tar i beaktande deras roll i att öka intresset för geologi och geologins roll i samhället.



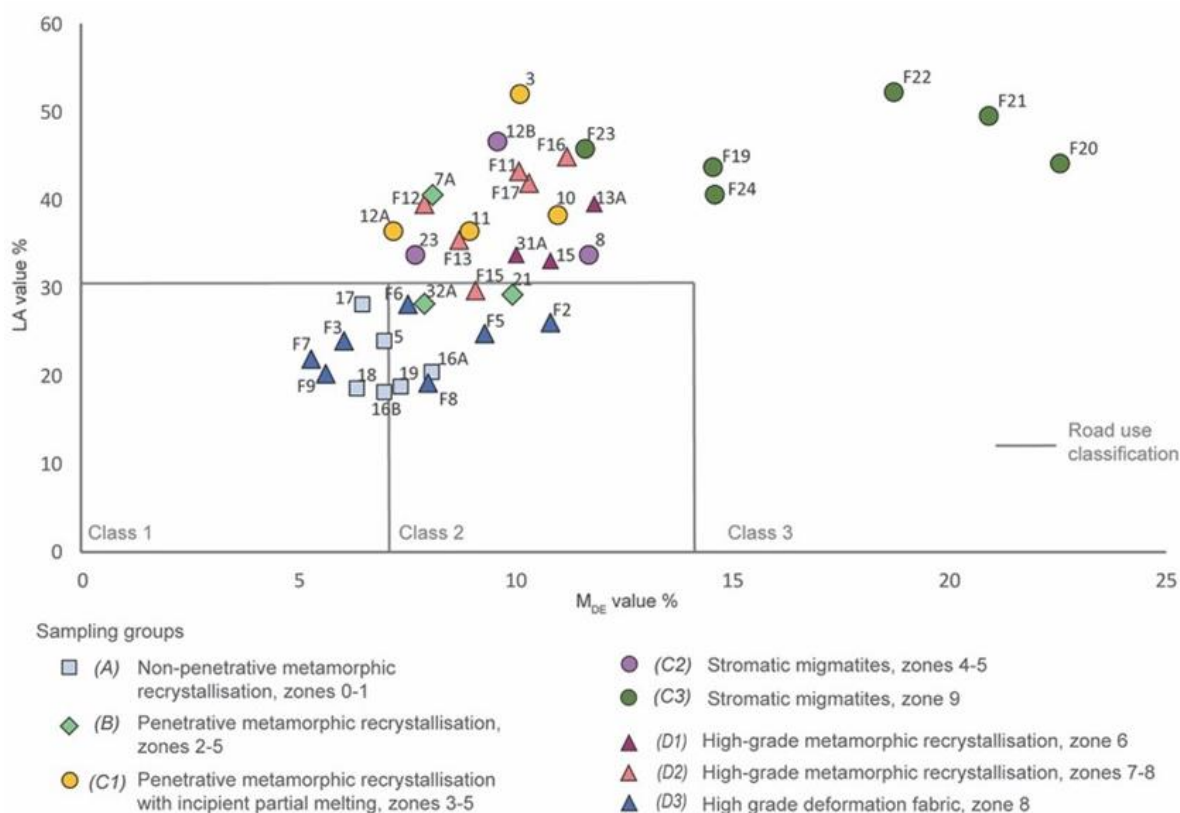
Guide med barn i trappa i Sala silvergruva. Foto: Maria Andersson.

Hur varierar bergmaterialegenskaper med metamorfos?

CINDY UREÑA MED FLERA, LUNDS UNIVERSITET. SGU DIARIE NR: 36-1957-2017.

Projektets mål är att klargöra hur olika metamorfa förhållanden och processer påverkar tekniska egenskaper hos bergmaterial. Testområdet är en profil över sydvästra Sveriges berggrund, där flera stora infrastrukturprojekt pågår och planeras och därmed stora uttag av krossberg för väg, järnväg och betong. Granitiska gnejser och gabbrobergarter av samma respektive ursprung och kemisk sammansättning förekommer genom hela testområdet. De metamorfa förhållandena varierar däremot, som ett resultat av de processer som verkade under bergskedjebildning för 980 miljoner år sedan. Med förståelse om sambanden, samt geologisk och petrologisk kompetens, finns potential att förutse egenskaper för bergmaterial.

Tekniska testresultat för 38 granitiska bergarter (diagram) visar att bergarter som har genomgått metamorfos vid lägst temperatur (i den östligaste delen av i profilen, grupp A), samt de vid högst temperatur (i den västligaste delen, Grupp D3), har de bästa tekniska egenskaperna och kan användas för asfaltslager. Egenskaperna är betydligt sämre i bergarter som har genomgått partiell uppsmältning (grupperna C1–3 och D1–2), och är allra sämst i bergarter med grovkornigt och rikligt leukosom (grupp C3). Resultaten visar att metamorf textur (inkl. kornstorleksfördelning och kornform) har större betydelse än relativa proportioner av mineral (punkträkning). Resultaten är viktiga för den generella kunskapen om bergkvalitet, och visar att det finns bra ballastmaterial även i de delar av testområdet där berggrunden har genomgått metamorfos under hög temperatur, men då under förhållandevis torra förhållanden. Det är således viktigt att petrografiska data, som metamorfa nyckelmineral och texturer, infogas i dokumentationen under geologisk kartläggning och i kartdata.



Diagrammet visar resultat från tekniska tester av 38 granitiska bergarter i testområdet. Micro DeVal-värdet är ett mått på motstånd mot abrasion och Los Angeles-värdet ett mått på motstånd mot fragmentering. Bra material till väg skall ha låga värden för båda (klass 1–2).

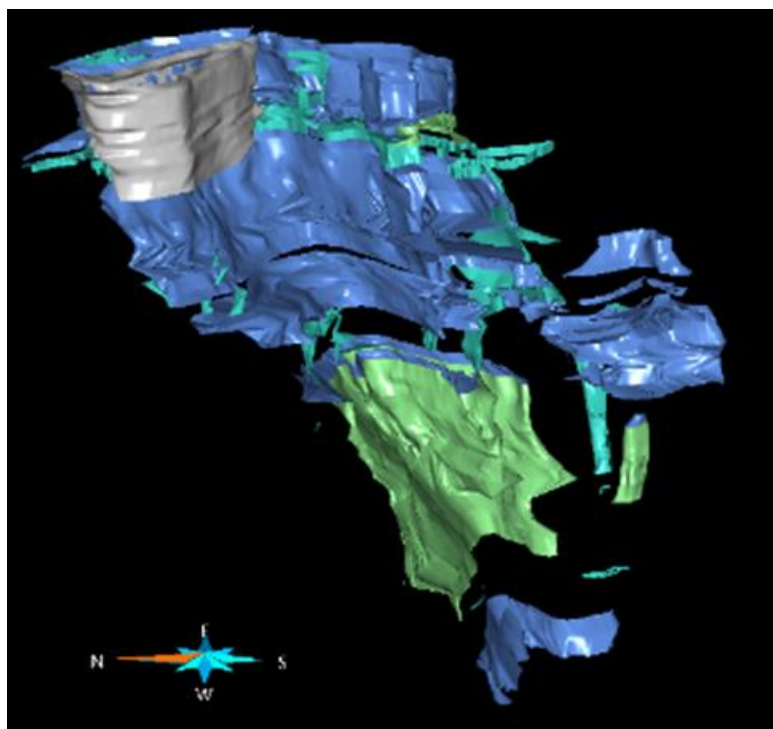
Integrated 3D modelling at the Källfallsgruvan and Persgruvan iron oxide deposits, Riddarhyttan ore field, Bergslagen

TOBIAS C. KAMPMANN M.FL, LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET. SGU DIARIE NR: 36-1341-2019.

I detta 1-års projekt studerar och klassificerar vi SGU:s databas av gamla gruvkartor från Bergslagen. Dessa kopplar vi ihop med fält- och borrhänskarteringar vid två järnoxidfyndigheter, Källfallsgruvan och Persgruvan, som är en del av Riddarhyttfältet. Genom att kombinera dessa olika typer av data kan vi bygga mer exakta geologiska 3D-modeller av dessa malmer. Detta kommer att underlätta tolkningar av strukturella kontroller samt malmsystemet, vilket medför implikationer för prospektering, i allt från fyndighets- till distriktskala. De resulterande 3D-modellerna kommer att integreras i regionala modeller som samtidigt utvecklas i karteringsprojekt på SGU, med syftet att bygga multiskaliga 3D-modeller av berggrunden både proximalt och distalt till malmerna.

3D modelleringen visar tydliga strukturella kontroller på mineraliseringen vid både Källfallsgruvan och Persgruvan. Enligt våra preliminära tolkningar resulterade den polyfasa deformationen i typ-I veck-interferensmönster med brant stupande axlar mot SÖ som kontrollerar mineraliseringens geometrier vid Källfallsgruvan. Vid Persgruvan liknar linjerade isolerade malmkroppar boudin-strukturer (pinch & swell) vilket tyder på starkt utdragna malmkroppar i en NÖ-SV riktning. Tre-dimensionella modeller av kända malmfyndigheter hjälper oss att identifiera vektorer mot nya upptäckter och resulterar därmed i effektivare mineralprospektering vilket är ytterst viktigt för att garantera försörjningskedjan i den svenska och europeiska råvarusektorn, såväl som för att bidra till utvecklingen mot ett hållbart samhälle.

Projektarbetet utförs som två M.Sc. examensarbeten vilket i sin tur är ett utmärkt tillfälle för unga geologer att bekanta sig med svensk berggrundsgeologi. Detta kommer att hjälpa att lösa välkända problem med kompetensförsörjning som denna sektor kommer att ha i den nära framtiden.

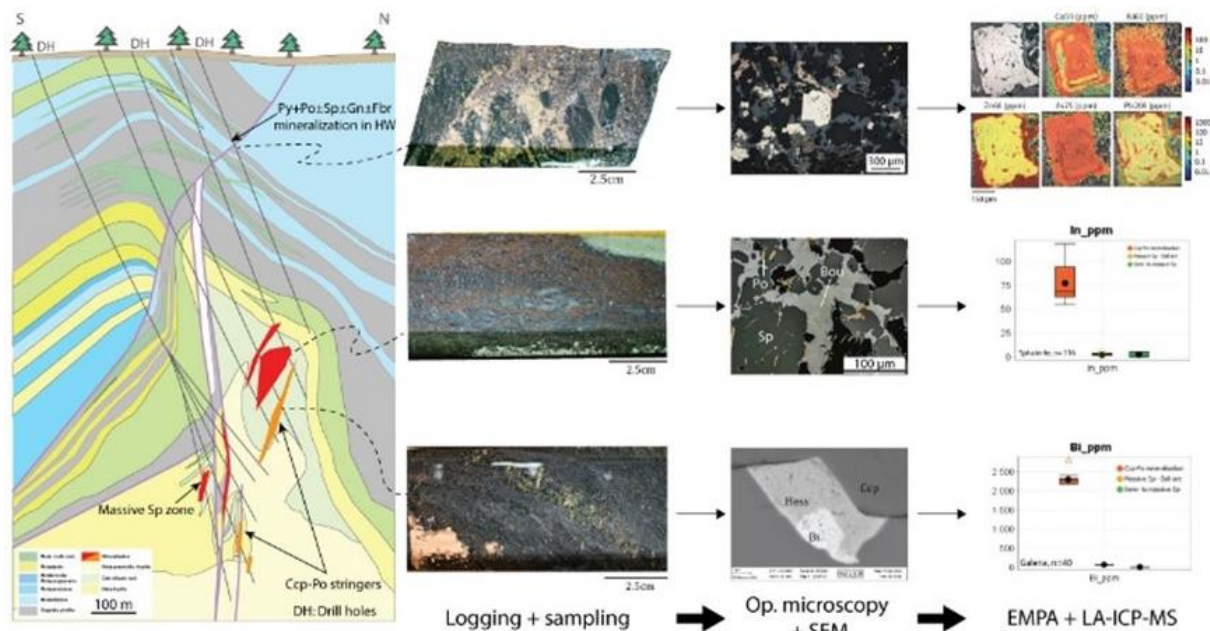


Preliminär 3D-modell av järnoxidmalmer vid Källfallsgruvan, Riddarhyttfältet, Bergslagen. Färgerna representerar olika typer av järnoxidmineralisering (blå: massiv magnetit; grön: semi-massiv magnetit + ortoamfibol) som kontrolleras strukturellt av en veckstruktur med brant stupande axel mot SÖ. Vy mot öst. Illustration: T Kampmann, E Spahic och D Glerup.

Textural and chemical characterization of sulphide minerals for improved beneficiation and exploration, Skellefte district, Sweden

JONATHAN RINCON M.FL, LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET. SGU DIARIE NR: 36-2031-2018.

Sulphide minerals are a major source of elements such as zinc, lead and copper. They can also host precious metals (e.g. Ag), critical elements (e.g. In, Bi, Sb) and elements that may be deleterious if released into the environment (e.g. Sb, Cd, Mn). Improved understanding of the deportment of these elements has multiple benefits, including increased profits and better tracking of toxic agents. The paucity of data on trace elements associated with mineralization in districts such as Skellefte, calls for an assessment of their distribution, taking into account mineralogical and textural controls. At the Rävliiden North VHMS deposit, we characterized the mineralogy and textures of Zn-Pb-Cu-Ag mineralization by means of drill core logging, optical microscopy, SEM, EPMA, and LA-ICP-MS. The mineralisation roughly defines a classic VHMS style with chalcopyrite+pyrrhotite (Ccp+Po) mineralisation in veins structurally and stratigraphically below massive sphalerite+galena+pyrrhotite (Sp+Gn+Po) mineralisation. Sulphides are present in foliated, durchbewegt, or brecciated textures. In both mineralization styles they fill piercement veins, inter-boudin zones or tension gashes. processing performance for each mineralisation style, as defined by their mineralogical associations. Silver-rich sulphide-cemented breccias and sulphide veins are proximally hosted in pelitic rocks at the stratigraphic hanging wall. Preliminary micro-analytical results reveal that precious metals such as Ag, are found in minerals including freibergite, hessite, and amalgams associated with galena. Deleterious elements such as Cd, Mn and Sb are present in sphalerite and sulphosalts (e.g. freibergite, boulangerite and gudmundite) with variable concentrations related to mineralisation style. Laser ablation-ICP-MS analysis shows that critical elements like Bi and In are hosted in the lattice of galena and sphalerite, and are present at higher concentrations in the Ccp+Po mineralisation. The spatial variation of key minor and trace elements in the deposit may be used for exploration vectoring within Rävliiden North and potentially in similar VHMS deposits in the Skellefte district. This data can also be used to control the proportions of economic and problematic minerals in the beneficiation concentrates. The next step of the project will assess the mineral processing performance for each mineralisation style, as defined by their mineralogical associations



Project workflow. From left to right: Profile showing the stratigraphy of Rävliiden North, images of different textures in the mineralisation types (drill-core and micro-scale), and trace element results in pyrite, sphalerite and galena.

Geofysisk karakterisering av mineralisering

THORKILD M. RASMUSSEN, LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET. SGU DIARIE NR: 36-1984-2017.

Syftet med projektet är att göra en geofysisk karakterisering av bergrunden vid Cu-Au-Mo mineraliseringen på Lill-Laverberget, Norrbottens län. Mineraliseringen hittades av Boliden Mineral AB 2012 och är belägen ca 1 km söder om Laver gruvan som var i produktion 1934–1946. Boliden Minerals AB har sökt om tillstånd att bryta malmen. Projektet ger möjlighet att genomföra en geofysisk karakterisering av malmen innan gruvdrift påbörjas. Gruvdrift omöjliggör geofysisk elektromagnetiska mätningar i området framöver. Kännedom om geofysiska karakteristika av mineraliseringen är av intresse för att prospektera efter mineraliseringar inom liknande geologiska miljöer.

I projektet ingår även en regional undersökning av den geologiska miljön inom vilken mineraliseringarna finns, dvs. Arvidsjaur vulkaniterna och gränsen mellan Archaiska och Proterosoiska berggrund. Dessa regionala geofysiska undersökningar omfattar tolkning av SGUs existerande tyngd och magnetfälts data. Geofysiska fältmätningar har genomförts enligt ursprungliga planen. Modellering och tolkning av data har gjorts. Dessutom har SGUs tyngddata och flygburna mätningar ingått i tolkningen.

SGU annonserade 19 december 2014 att "Sveriges geologiska undersökning (SGU) har beslutat att Laver i Älvsbyns kommun, Norrbottens län, utgör ett sådant område som är riksintressant för mineralutvinning enligt 3 kap 7 § andra stycket miljöbalken, då den väldokumenterade fyndigheten består av kopparmalm av en sådan kvalitet och omfattning att den är av stor vikt för landets materialförsörjning på kort och lång sikt." Den geofysiska karakteriseringen av mineralisering ger möjlighet till en mer riktad och effektiv prospektering efter liknande mineraliseringar i Arvidsjaur vulkaniterna.



Elektromagnetisk transient mätning med sändare för elektromagnetisk signal i förgrunden. Foto Maxim Smirnov.

Mineraliseringen med sällsynta jordartsmetaller (REE) i Olserum-Djupedal, Småland – en del av pusslet för att förstå hur större REE-förekomster bildas

STEFAN ANDERSSON, UPPSALA UNIVERSITET. GEOLOGISKA FÖRENINGENS PRISTAGARE.

Det främsta syftet med forskningen har varit att karaktärisera och förstå bildandet av Olserum-Djupedal-mineraliseringen i norra Småland, en av Sveriges två viktigaste förekomster med sällsynta jordartsmetaller (REE). Att undersöka vilka hydrotermala processer och mekanismer som är viktiga för att bilda större REE-förekomster, särskilt de som är rika på REE-fosfaterna monazit $[(\text{LREE}, \text{Y})\text{PO}_4]$ och xenotim $[(\text{Y}, \text{HREE})\text{PO}_4]$, har även det varit ett centralt mål med forskningen.

Olserum-Djupedal representerar en unik typ av hydrotermal REE-mineralisering rik på monazit och xenotim. Den är starkt anknuten till en intilliggande, ca 1,8 miljarder år gammal, granit och bildades från magmatiska, högt tempererade och Na-Fe-K-rika vattenlösningar. Enligt den allmänna uppfattningen bildas REE-fosfatrika förekomster när två separata lösningar med REE och P blandas eller när REE-förande lösningar reagerar med fosforrika bergarter. Resultaten från Olserum-Djupedal visar dock att REE och P kan samtransporteras i samma lösning under vissa förhållanden. Det är förenligt med nya rön som förklarar hur större REE-förekomster associerat med karbonatiter uppkommit. De visar att när Na och K tillförs till lösningen ökar REE-lösligheten markant. Det betyder att när Na- och K-halten i en REE-rik lösning minskas drastiskt kan stora mängder av REE reagera med kvarvarande fosfat-, karbonat- eller fluoranjoner i lösningen och bilda olika REE-mineral. Liknande mekanismer kan också förklara hur mineraliseringen i Olserum-Djupedal bildades.

En ökad förståelse av våra svenska REE-förekomster kan stimulera framtida prospekterings- och forskningsinsatser riktade mot att upptäcka nya och vidare karaktärisera befintliga REE-förekomster. Detta är ett viktigt steg för att vi ska kunna använda fyndigheterna som en framtida primär resurs för produktion av sällsynta jordartsmetaller.



En del av en REE-rik gång i Olserum-Djupedal med stora brunröda kristaller av xenotim-(Y) och vita fluorapatitkristaller. Foto: Stefan Andersson.

Mobility of critical metals in the Bergslagen ore district

IAIN PITCAIRN, STOCKHOLMS UNIVERSITET. SGU DIARIE NR: 36-1929-2019.

The Bergslagen ore district in Sweden has been identified as a key potential producer of CMs, particularly Co, In, Ga, Ge, W and the REEs. Currently we know very little about the source of CM-bearing fluids that formed the deposits in Bergslagen. Our project investigates the extent to which the CMs were mobilised during the extensive hydrothermal alteration which is one of the characteristics of the Bergslagen region. The project started with a fieldtrip based in Hällefors in June 2020 with Iain Pitcairn (SU), Nils Jansson (LTU), Alexander Lewerentz (SGU) and Robert Dunst (MSc student SU) in attendance. The aim of the week was to reconnoiter the outcrops described in De Groot and Baker (1992) and Lundström (1995) that show distinct styles of alteration and to identify potential outcrops for later field sampling. Further field trips were carried out during the summer 2020. The field work has identified 5 distinct alteration styles / textures that will be investigated further during year 1 of this project. These include areas of previously mapped Na-alteration and Mg-alteration east of Hällefors. An important aspect of the study is to define the least altered compositions of the Sängen and Älgen formations which can be used as a base line for constraining mass change during alteration. A suite of 150 rock samples have been sent for whole rock major and trace element analyses and a suite of 90 sample have been prepared as polished thin sections.



Lapilli-bearing volcaniclastic rock. Hällefors area, Sweden. Foto: Iain Pitcairn.

Förekomst och mobilitet av beryllium (Be) och volfram (W) i gruvavfall, grundvatten och ytvatten

LINA HÄLLSTRÖM, LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET. SGU DIARIE NR: 36-1932-2019.

I och med omställningen till grön teknik ökar användningen av högteknologiskt kritiska ämnen (till exempel Be & W) i samhället. Kunskapen kring dessa ämnens mobilitet och fastläggning i naturen är dock låg. Genom att kombinera geokemi med mineralogi i Smaltjärnens gruvdamm och mottagande vatten i Yxsjöberg har förståelsen för dessa ämnens geokemiska beteenden ökat. Studien har också utvärderat re-mining (återbrytning) som saneringsmetod för anrikningssanden.

I grundvatten i Smaltjärnens gruvdamm har de globalt sett högsta Be-halterna någonsin uppmätts. Den höga urlakningen beror på att syre har trängt ned i anrikningssanden och oxiderat Be-mineralet danalit. Den sura miljö som skapats då även sulfider vittrat har ökat vittringsgraden av danalit ytterligare och samtidigt vittrat F-mineralet flusspat. Löst Be har sedan troligtvis temporärt fastlagts i gips, vilket inte setts tidigare. När Be frigjorts till ytvattnet har starka komplex med F bildats vilket gjort att Be transporterats mer än 5 km från gruvdammen. Volfram har tidigare ansetts vara ett stabilt ämne. I anrikningssanden har W delvis frigjorts från mineralet scheelit på grund av utbyte med karbonater från kalcit vittring. Volfram har sedan fastlagts sekundärt i anrikningssanden och därmed inte lakat ut i höga koncentrationer till grund- eller ytvatten. Däremot har höga halter W lakat ut från den nyare gruvdammen (Morkulltjärnen) som är täckt och delvis vattenmättad. Detta visar att en sådan traditionell sluttäckning inte är lämplig för Smaltjärnens anrikningssand.

Denna studie bidrar till kunskap kring en mer hållbar hantering av gruvavfall från brytning av högteknologiskt kritiska metaller (Be och W) i skarnfyndigheter. Resultaten visar att den nuvarande lagringen av Smaltjärnens anrikningssanden har försämrat vattenkvaliteten nedanför gruvområdet. Trots utlakning av W till ytvattnet återfanns de högsta halterna i det primära mineralet scheelit. Det innebär att re-mining skulle kunna vara en lämplig åtgärd både för miljön och en cirkulär ekonomi.



Bilden visar en borrhäna genom anrikningssanden i Smaltjärnens gruvdamm där färgskiftningen från röd/orange till grå/svart indikerar djupet som syre trängt ned och oxiderat både sulfider och danalit. Den röda färgen kommer från formationer av sekundära järnoxider. Foto: Lina Hällström.

Mobilitet av arsenik i fiberbankar utanför Västernorrlands kust

MADELEN OLOFSSON, MITTUNIVERSITETET. SGU DIARIE NR: 36-1888-2019.

Utanför den norrländska kusten återfinns ett stort antal så kallade fiberbankar, efterlämnade av de många sågverk och pappersmassaindustrier som fanns och fortfarande finns i området. Innan miljölagstiftningen skärpet släpptes orenat processvatten ut från dessa industrier och förutom en stor andel cellulosafibrer innehåller dessa bankar höga halter av farliga metall- och organiska föreningar.

I projektet ”Mobilitet av arsenik i fiberbankar utanför Västernorrlands kust” undersöks förekomsten av organiska föreningar, naturligt producerade av mikroorganismer som svamp och bakterier. Dessa organiska föreningar har förmåga att komplexbinda metallföreningar och på så sätt påverka dess löslighet och även dess rörlighet i till exempel fiberbankar. En grupp av sådana organiska föreningar är sideroforer, som har hög affinitet till tervärt järn, men även till andra tervärda metalljoner.

För att undersöka om dessa komplexbildare förekommer i fiberbanksmaterial används en form av screening-metod där galliumutbyte tillämpas följt av analys med masspektrometri. Dessutom undersöks hur väl dessa sideroforer kan komplexbinda just halvmetallen arsenik, som förekommer i höga halter i många av de kartlagda fiberbankarna. Med denna information kan vi för hoppningsvis utöka vår kunskap om de risker som finns att farliga metallföroreningar, så som arsenik, kan sprida sig från fiberbankarna till omgivande vatten. I nuläge sker provbearbetning och planering av analyser, så ännu finns inga preliminära resultat.

I det föreslagna projektet undersöks en möjlig bidragande faktor till spridning av miljögifter från fiberbankarna. Resultaten kan bidra till en helhetsbild för beslutsfattare att agera gällande sanering av dessa fiberbankar och fiberrika sediment. Projektet knyter väl an till Sveriges miljömål gällande hav i balans samt levande kust och skärgård samt en giftfri miljö, men även till FN:s Globala mål #14 gällande Hav och marina resurser, delmål 14.1 Minska föroreningarna i havet.



Fiberbanksmaterial för extraktion av organiska komplexbildare, provtaget utanför Ortviken i Sundsvall. Foto: Madelen Olofsson.

Nya tematiska underlag för att stödja planering och värdering av undermarken

EMRIK LUNDIN FRISK OCH JENNY NORRMAN, CHALMERS. SGU DIARIE NR: 36-1911-2019.

Undermarken är en resurs som kan erbjuda många olika typer av varor och tjänster, som ibland är sammanfattade under konceptet geosystemtjänster. Det finns många olika anspråk på undermarken, samtidigt som det saknas ett samlat grepp på hur man strategiskt hanterar undermarkens resurser i planer. Det finns därför ett behov av att utveckla anpassade tematiska underlag för att få genomslag i planeringsprocessen för att förhindra att viktiga resurser går förlorade. Detta forskningsprojekt föreslår att utveckla sådana tematiska underlag med fokus på att stödja en förbättrad undermarksplanering.

Projektmålet är att utveckla nya och användbara tematiska underlag för att stödja hållbar planering och värdering av undermarken, baserat på att underjorden är en multifunktionell och viktig resurs som bör varsamt tas tillvara på. Specifika delmål för att nå det övergripandet syftet är att:

- kartlägga vilka tjänster och varor den undermarken tillhandahåller från ett svenskt geologiskt perspektiv, samt utvärdera vilka av dessa tjänster som är relevanta från ett planeringsperspektiv och hur dessa kan översättas tematiskt
- översiktligt kartlägga tillgängliga metoder för ekonomisk värdering av geosystemtjänster
- undersöka på vilken planeringsnivå i den kommunala planeringen (översiktsplan, detaljplan, projektnivå) som geosystemtjänster bäst hanteras, samt
- undersöka hur digitaliserad geovetenskaplig information, med associerade osäkerheter, effektivt kan förmedlas i de framtagna tematiska underlagen, i både 2D och 3D.

Som ett första steg för att uppnå projektmålet pågår en sammanställning och syntetisering av de olika beskrivningarna av geosystemtjänster, i syfte att klargöra och konkretisera terminologin runt ämnet samt undersöka hur konceptet kan användas för att stötta (undermarks-)planering. Arbetet förväntas mynna ut i en vetenskaplig artikel under nästkommande år.



Grundvatten som sipprar ur en källa i närheten av Hunneberg. Ett exempel på en av de många olika typer av varor och tjänster som undermarken bidrar med. Foto: Emrik Lundin Frisk.

Reviderade U-Pb-zirkonåldrar och nya Hf-isotopdata från södra Sverige (Östra segmentet och Protoginzonen)

ÅKE JOHANSSON, NATURHISTORISKA RIKSMUSEET. SGU DIARIE NR: 36-1908-2018.

Zirkoner från tio stycken bergartsprover från den Svekonorvegiska provinsens Östra segment, inklusive Protoginzonens södra del, i södra Sverige vilka tidigare åldersbestämts med konventionell TIMS-teknik (Johansson 1990, Johansson m.fl. 1993), har analyserats på nytt med jonmikrosonds-teknik (SIMS), vilket har lett till en revidering av tidigare åldrar. Dessa kan i flera fall ha varit blandåldrar mellan magmatiska och metamorfa åldrar, eller störda på annat sätt. Tidigare och reviderade uran-bly-åldrar framgår av nedanstående tabell.

Prov	Lokal	Bergartstyp	Kemisk klassificering (TAS)	Tidigare U-Pb-ålder (miljoner år)	Reviderad U-Pb-ålder (miljoner år)
Granitiska gnejser					
76314	Flackarp	Gnejsgranit	Granit	1531 ± 8 Ma	1698 ± 6 Ma
86011	Syd Alvesta	Gnejsgranit	Monzonit	1711 ± 3 Ma	1725 ± 4 Ma
84093	Mölle, Kullaberg	Gnejsgranit	Granit	1497 +47/-34 Ma	1683 ± 6 Ma
85015	Stenberget, Romeleåsen	Röd gnejs	Granit	1557 +32/-27 Ma	1696 ± 8 Ma
85017	Vägasked	Grå gnejs	Syenit	1613 ± 6 Ma	1693 ± 6 Ma
85018	Skäralid, Söderåsen	Gnejsgranit	Granit	1575 +77/-61 Ma	1684 ± 11 Ma
85019	Nordväst Örkelljunga	Charnockisk gnejs	Syenit	1452 +347/-47 Ma	1698 ± 7 Ma
Protoginzons-intrusiv					
84082	Önnestad	Syenit	Syenit	1224 +140/-14 Ma	1221 ± 6 Ma
84083	Åraslöv	Gnejsgranit	Granit	1204 +16/-15 Ma	1218 ± 4 Ma
86010	Vanås gods	Gnejsgranit	Syenit	1232 +80/-46 Ma	1224 ± 5 Ma

Av sammanställningen framgår att de reviderade magmatiska åldrarna för de flesta av de granitiska gnejserna i Östra segmentet faller i intervallet 1680–1700 Ma, typiskt för TIB-2-relaterade grani-toider i Östra segmentets södra del. Gnejsgraniten söder om Alvesta i Protoginzonen är dock något äldre, 1725 ± 4 Ma, och faller därmed i gapet mellan TIB-1 och TIB-2-bergarter. De yngre gnejs-graniterna och syeniterna i Protoginzonens södra del har liksom tidigare erhållit åldrar runt 1220 Ma, men med bättre precision.

Revisionen av åldrarna har även lett till en revidering av tidigare uppmätta initiala Sr- och Nd-isotop-värden för dessa bergarter. Därtill har Lu-Hf mätts med LA-ICP-MS och initial Hf-isotopsamman-sättning beräknats i samma zirkoner som daterats med U-Pb. De initiala Sr-isotopvärdena i berg-arterna är störda, men de reviderade initiala Eps-Nd-värdena för de äldre granitiska gnejserna ligger mellan +1 och +2 och för de yngre PZ-intrusiven runt 0. För initialt Eps-Hf i magmatiska zirkoner ligger medel-värdena för de äldre granitiska gnejserna mellan +3 och +6 (totalt spann för enskilda analyser +2 till +8), och för de yngre intrusiven mellan +1 och +2 (totalt spann -1 till +4). Värdena för såväl Nd som Hf tyder på ett relativt stort juvenilt inflytande (uppsmältning av mantel eller ung nybildad krusta) vad gäller magmorna som bildat samtliga dessa bergarter.

Quantification of coupled hydro-mechanical processes in deep hydraulically transmissive fractures

AULI NIEMI MED FLERA, UPPSALA UNIVERSITET. SGU DIARIE NR: 36-2025-2018.

Projektgrupp: Auli Niemi, Yves Guglielmi, Patrick Dobson, Paul Cook, Chris Juhlin, Chin-Fu Tsang, Benoit Dessirier, Alexandru Tatomir, Henning Lorenz, Farzad Basirat, Bjarne Almqvist, Emil Lundberg and Jan-Erik Rosberg

Förståelse angående de kopplade hydromekaniska processerna i sprickor i djup berggrund är av stor betydelse för många geologiska tillämpningar, exempelvis i utvinning av geotermisk energi, utvinning av olja och gas, gruvindustri och slutförvar av kärnavfall. Ofta är vätskeinjektionsrelaterad inducerad seismicitet av särskilt intresse. För att kvantifiera dessa kopplade HM processer i djup berggrund kombinerar detta SGU-projekt två unika infrastrukturer, ett 2,5 km djup vetenskapligt borrhål COSC-1 i Åre och SIMFIP metod, en hydromekanisk mätmetod utvecklad vid Lawrence Berkeley National Laboratory, USA, som gör det möjligt att bestämma sprickornas hydrauliska och mekaniska egenskaper och deras variationer när vatten injiceras i borrhål med högt tryck.

Som en central del av projektet genomfördes det i juni 2019 ett hittills unikt fältexperiment vid COSC-1 borrhålet för att i realtid observera utvecklingen av de kopplade hydromekaniska processerna i utvalda sprickor. Utvecklingen av 3D-bergdeformation, injektionsflödes hastighet och vattentryck mättes i en procedur där injektionstrycket gradvis ändrades, inklusive användning av höga tryck som kan öppna sprickor och även skapa nya sprickor. Seismisk aktivitet mättes samtidigt. Data samlades från tre sektioner (1) ett intervall med en vattenledande spricka; (2) ett intervall med en icke-ledande spricka; och (3) ett intervall utan sprickor. Experimenten var utmanande att genomföra eftersom SIMFIP inte har tidigare tillämpats vid så stora djup, men experimenten genomfördes framgångsrikt. Även de första modellanalysen är nu genomförda för att uppskatta vilka nya sprickor eller ändringar i sprickegenskaper orsakades.



SIMFIP experiment i COSC-1 borrhål i Åre, juni 2019. Foto: A Niemi.

Akkumulering av metaller i Östersjöns sediment: betydelse för miljöövervakning

MARCELO KETZER, LINNÉUNIVERSITET. SGU DIARIE NR: 36-2033-2018.

The main goal of this project is to study the forms of occurrences of trace metals in sediments and pore waters in the Baltic Sea, and how these metals can be released or retained if environmental conditions are changed, for example, from anoxic to oxic.

We have collected and analyzed 153 sediment samples, via total digestion and ICP-MS analyses for metal content. This result in a comprehensive understanding of the spatial and temporal distribution of metals in the Baltic Sea, and in the proposition of background (pre-industrial) values for metal concentration in sediments. Results were published: Shahabi-Ghahfarokhi, S., et al. (2020) Baltic Sea sediments record anthropogenic loads of Cd, Pb, and Zn. Environmental Science and Pollution Research, <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10735-x>. Ongoing research is focusing on metal speciation and experiments to simulate reoxygenation of bottom waters and sediments as a remediation action.

The contamination of Baltic Sea sediments is a major environmental problem in Swedish waters. In this project we focus on the evolution of heavy metal contamination in Baltic Sea sediments in time and space. The first part of our investigation has shown that metals start to accumulate in sediments already in the first decades of the XX Century and peak in the 1960s–1970s. Restrictive policies regarding emission of pollutants may have cause the observed decline trend in metal contamination since the 1980s in most of the Baltic Sea. The second part of our investigation will focus on the study of how metals are bounded to the sediments and how metals may be released to the water owing to changes in environmental conditions. We will also focus our study on experiments that simulate the impact of actions to improve the oxygenation of bottom waters on the metal concentration and accumulation in sediments.



Linnaeus University's team onboard research vessel SVEA during the SGU-MOS20 monitoring campaign in the Baltic Sea (from left to right: Marcelo Ketzer, Mahboubeh Rahmati, Sina Shahabi, Leonie Jaeger). Foto: Olof Larsson.

The status and future of coastal groundwater – implications for groundwater quality and quantity under increased pressures

ROLAND BARTHEL, GÖTEBORGS UNIVERSITET. SGU DIARIE NR: 36-2063-2016.

The project strives to answer the following research questions: 1) What is the actual status of saltwater intrusion and related problems in Sweden?, 2) How can we predict the future behavior and impact on human-environmental systems of coastal groundwater in view of increasing development and climate change? and 3) Which are the most relevant investigation strategies and tools for planning and management of coastal groundwater resources on a municipal level and in coordination with national and EU policies?

With respect to question 1) we found that data availability and quality of data do not allow a clear answer. In particular the lack of time series data, i.e. repeated measurements of salinity at the same location makes it impossible to see whether saltwater intrusion is progressing. For the same reason, it is also difficult to answer question 2). Question 3) was found to be the most interesting in relation to the problem. The main problem of coastal areas is the increasing groundwater demand, while guidelines to regulate (private) water supply are missing. Common investigation strategies and tools could not be identified, and the level of coordination is low.

The research has foremost identified deficits: Not enough monitoring, too little problem awareness on the municipal level, lack of coordination and guidelines. In so far, the most important benefit for society is pointing out the deficits. Securing a safe, sustainable and resilient water supply, in particular water supply based on private wells in coastal areas, is a problem that may deserve more attention.

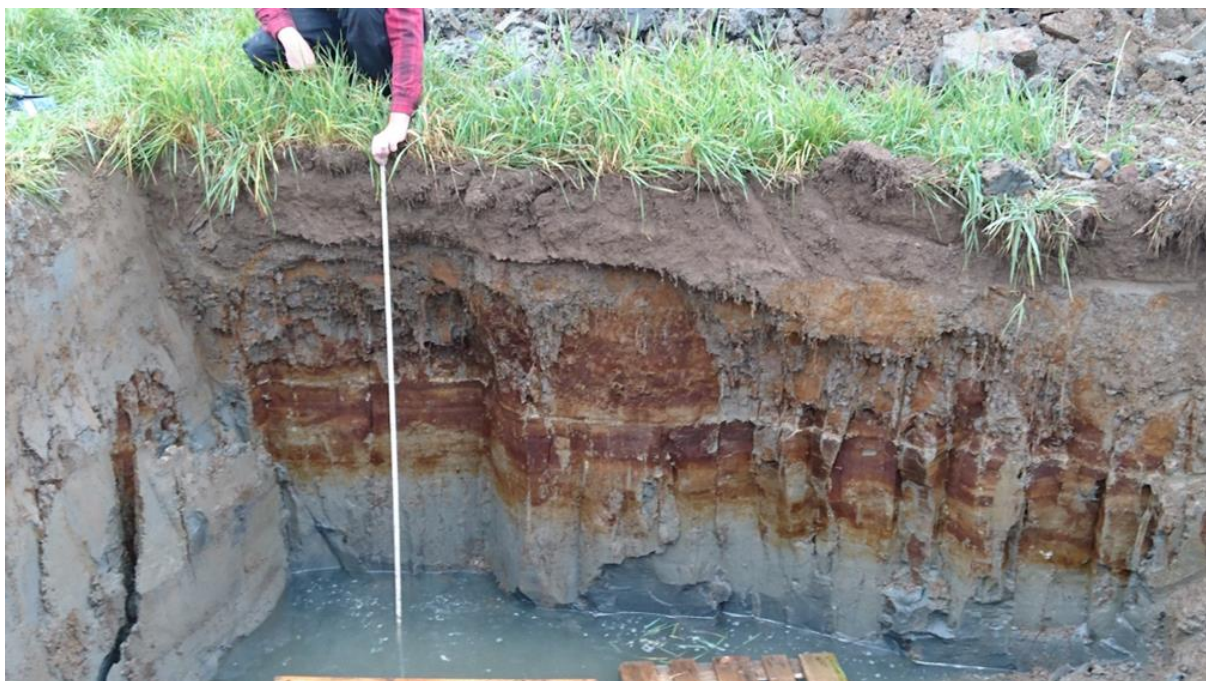
Geokemisk, mineralogisk och mikrobiologisk karakterisering av sura sulfatjordar

MATS ÅSTRÖM, LINNÉUNIVERSITETET. SGU DIARIE NR: 36-1878-2017

Den övergripande målsättningen med projektet är att bidra till ett minskat läckage av syra och metaller från sura sulfatjordar, och den vägen nå en bättre ytvattenkvalitet i områden där dessa jordar är utbredda.

Sura sulfatjordar har ett pH <4,0 och kännetecknas av omfattande bruna fällningar, som ses i fotot nedan taget från en sur sulfatjord under åkermark. Dessa bruna fällningar består av en blandning av i huvudsak järnmineralen ferrihydrit, schwertmannit och jarosit, och har positiva effekter både på miljön och för jordbruket. Av flera möjliga tekniker för att minska syra och metalläckaget från dessa sura jordar, tyder undersökningarna på att den mest miljöeffektiva, ekonomiskt rimliga och ur jordbrukssynpunkt acceptabla är ”kemisk precisionsbehandling av sura sulfatjordar”. Denna går ut på att genom befintliga täckdikningssystem injicera en finkornig kalksuspension som kommer att sätta sig på sura ytor i sulfatjorden och därmed bidra till syraneutralisering och metallfastläggning. En intressant och viktig mikrobiologisk upptäckt är att mikrobiopopulationen tenderar att förändras i takt med att den sura sulfatjorden blir äldre och mognar.

Ett minskat läckage av syra och metaller från sura sulfatjordar skulle ha stor positiv inverkan på vattenkvaliteten i områden där dessa jordar är utbredda och väl dränerade. Detta skulle, i sin tur, bidra till att vattenekologin skulle återhämta sig och förbättras i sådana områden. Sammantaget skulle detta på sikt innebära att kraven som ställs på vatten i bland annat EU:s ramdirektiv för vatten skulle kunna uppfyllas.



Sur sulfatjord, med ett pH på 3,5–3,8, under åkermark som är kalkad för att möjliggöra odling. Foto: Mats Åström.

Spridning av miljögifter från fiberbankar i Ångermanälvens utlopp

ELIN ALMROTH-ROSELL, LARS ARNEBORG, SAM FREDRIKSSON, MOA EDMAN, YE LIU, SMHI.
SGU DIARIE NR: 36-1944-2017

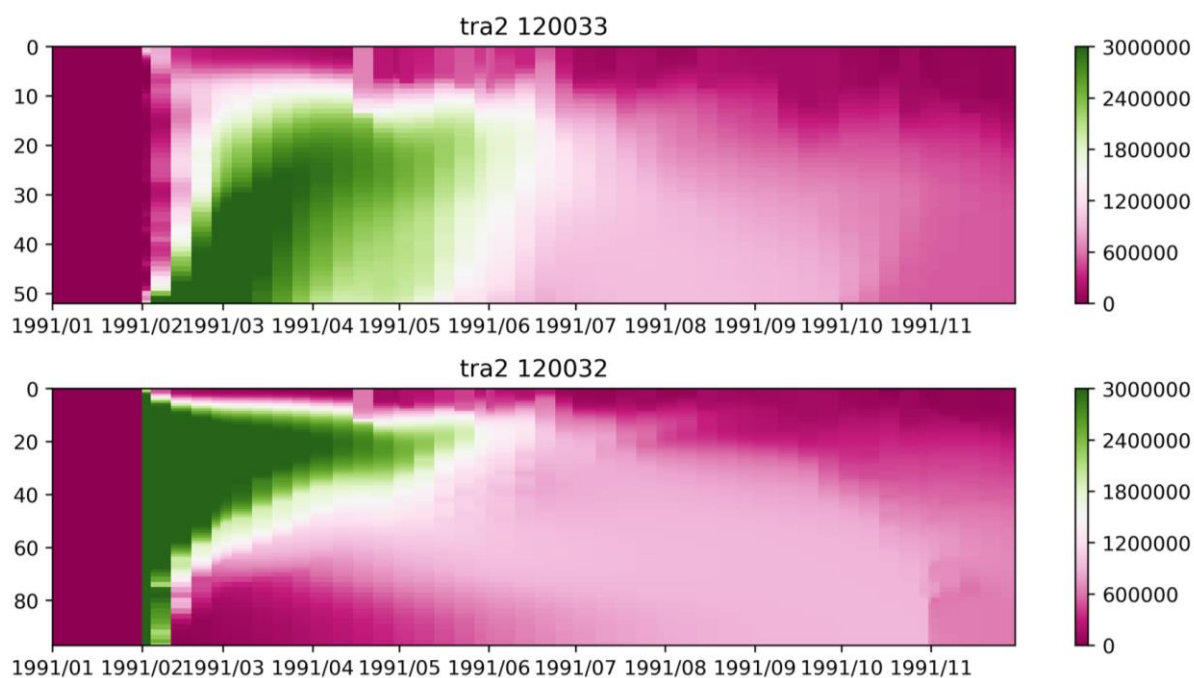
Höga halter av skadliga ämnen som till exempel organiska miljöföroreningar och tungmetaller finns i kvarlämningar i form av till exempel ansamlingar av cellulosafiber, vilka härrör från utsläpp av massa och kemikalier från gamla massa- och pappersfabriker.

I detta projekt studerar vi hur spridningen av dessa miljöföroreningar ser ut i utloppet (estuariet) av Ångermanälven och i öppna Bottenhavet genom att använda två typer av modeller 1) en en-dimensionell multi-bassängs kustzonsmodell, och 2) en tre-dimensionell havsmodell.

Modelldata från kustzonsmodellen har jämförts med mätningar av till exempel strömmar utförda i augusti-november 2018 i utloppets mynning. Den estuarina cirkulationen utanför Hyndan är väl simulerad av modellen. Spridningsstudier av ett plötsligt frigjort ämne från bottenarna pga. ett tänkt undervattensskred i en av de inre bassängerna i estuariet visar hur ämnet sprids horisontellt och vertikalt med tid. Spridningsstudier har även gjorts för att se hur miljögifterna transporteras från estuariets mynning längs med kusten och sedan späds ut i Bottenhavet.

Vi kommer fortsättningsvis att göra mer ämnesspecifika spridningsscenarier och inkludera tex. adsorption till organiskt material och inkludera till exempel sjunkhastigheter.

I arbetet mot de svenska miljömålen till exempel "Giftfri miljö", samt "Hav i balans samt levande kust och skärgård" är det en av grundkunskaperna att förstå var ämnen tar vägen om miljögifter kommer ut i vattnet.



Figur som visar horisontell och vertikal spridning med tiden av en tracer, dvs ett spridningsämne (tra2), som frigjorts i bassäng (120032) nedströms bassäng 120033. Färgskalan visar magnituden av ämnets koncentration. Illustration: Elin Almroth-Rosell.

Att nå fram – hur svårt kan det vara?

ERIK STURKELL, GÖTEBORGS UNIVERSITET. GEOLOGISKA FÖRENINGENS PRISTAGARE.

Svaret på frågan: Det är svårt!

Det största problemet är att det inte finns undervisning om geologi. I länder där det finns seriösa geologiska risker som vulkaner, jordskalv etcetera vet alla något om geologi. Det är ju bra att vi inte har några riktigt farliga geologiska risker i landet. Här på hemmaplan är nog skred som är den farligaste geologiska processen. Det är tragiskt att en katastrof måste inträffa innan folk tar till sig geologisk kunskap.

Det senaste femton 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. Efteråt gjorde seismologer och geologer ett stort antal framträdande i media och dessa ökade intresset och förståelsen för geologi. Här fick framför allt 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.

Om man vaknar tidigt en lördag och slår på radion är det naturmorgon, som oftast handlar om fåglar – men ibland är det geologi! Det är fantastiskt att geologer har lyckats infiltrera! Som exempel har det handlat om Bohus Graniten och landskapet, åtminstone vid två tillfällen klockan 7 på lördag morgon och det är mer än 100 000 lyssnare. Dock tror jag inte att man når ut till ungdomen med detta program. Det är nog många som redan är frälsta av naturen som lyssnar.

Dock ett varningsord när man talar med journalister, det är att när en journalist ler och ser glad ut betyder det nödvändigtvis inte att han/hon har förstått allt som har sagts. Men som det sägs, all publicitet är av godo. Fortsätt att exponera geologi i medierna, och om det blir fel ibland är det ingen katastrof. Om man skall göra en omelett måste man knäcka några ägg.



Mellan åren 2000 till 2004 så flödade ny magma in under vulkanen Katla på Island. Detta attraherade journalister. Här är vi ute med ett Tv-team uppe på glaciären och berättar om vad som sker och vad som kan hända om det blir ett utbrott. Foto: Erik Sturkell.