

NATUREN MÄNNISKORNA TEKNIKEN



13

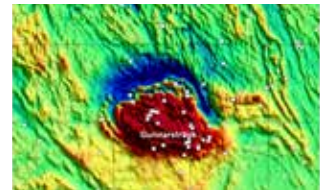
SGUs verksamhetsberättelse

Detta är ett särtryck av SGUs verksamhetsberättelse, som också publiceras i SGUs årsredovisning. Vill du ta del av SGUs årsredovisning så finns den på www.sgu.se. Du kan också kontakta vår kundservice på kundservice@sgu.se eller på telefon 018 - 17 90 00.

Omslagsbild: En rullstensås i Rörbäcksnäs i norra Dalarna, skapad av smältvattnet från inlandsisen. Denna typ av isälvsavlagring är en av våra viktigaste grundvattenresurser för till exempel dricksvatten. Det grova och väl sorterade materialet i åsen skapar stora sammanhängande grundvattenmagasin och det i ytan ofta grovkorniga jordmaterialet, som i bilden skönjs genom lingonriset och tallskogen, gör att grundvattenbildning på åsen är större än i omgivande terräng. Rullstensåsar är också betydelsefulla inslag i den svenska landskapsbilden. Historiskt och kulturellt har åsarna haft stor betydelse där åsarna har utgjort infrastruktur för byar, kyrkor och vägar. Foto: Magdalena Thorsbrink. Tryck: Elanders Tryckeri

Verksamhetsberättelse 2013

- 2 GDarna har ordet
- 6 Sveriges geologiska undersökning
- 8 Glimtar från 2013
- 10 Geofysik – att se ner i berget
- 14 Hållbar materialförsörjning
- 18 Vägledning för prövning av gruvverksamhet
- 19 Mineraljakten 2013 – ett frö till framtidens gruvor
- 20 SGU samordnar saneringen av Sveriges mest förorenade sjö
- 24 Geologisk kartläggning av Skånes kust
- 27 Gränsöverskridande samarbete ger ny kunskap om Kattegatt
- 28 Geoturism – att öka intresset för geologi
- 32 Forskning för en hållbar tillväxt
- 34 SGU värd för stor mineralkonferens
- 36 Det är vi som är SGU
- 38 Vetenskapliga publikationer
- 42 Geologiska begrepp och uttryck



GDarna har ordet

HÅLLBAR GRUND FÖR MINERALNÄRING OCH SAMHÄLLSBYGGANDE



Foto: Stewen Quigley

I februari presenterade regeringen den nationella mineralstrategin, som arbetats fram med deltagande av industrin, miljöintressenter, länsstyrelser och kommuner samt flera myndigheter. SGU har varit starkt engagerat i detta arbete och har nu ansvar för att följa och stödja implementeringen av strategin. Vi har också ett direkt ansvar för fem av de nitton regeringsuppdrag som lagts ut.

Den nationella mineralstrategin redovisar en lång rad åtgärder, som ska ge en grund för att utveckla den svenska mineralnäringen på ett hållbart sätt. Under året har konflikter mellan gruvnäringen och andra intressen på flera håll visat på vikten av dialog, ömsedigt hänsynstagande och konstruktivt samarbete mellan berörda parter för att en långsiktigt god utveckling ska erhållas. Det är en viktig uppgift för SGU att aktivt medverka i detta arbete.

Fem gruvor har fått bearbetningskoncession under året. Prospekteringsverksamheten har gått ned cirka 38 procent i omfattning jämfört med de senaste åren, vilket framför

allt beror på den ekonomiska situationen. 119 prospekteringsstillstånd har meddelats. Ett hundratal företag prospekterar nu efter mineral i Sverige.

FRÅN BARENTS TILL SKÅNESTRAND

I SGUs karteringsverksamhet har Barentsprojektet, som bedrivs i de två nordligaste länen, dominerat. Vi samarbetar nära med industrin. LKAB deltar i projektet och medverkar också i finansieringen. Vi prövar här metoder att kontinuerligt redovisa data från verksamheten i stället för att på traditionellt sätt samla allt material till en slutrapport.

Den maringeologiska kartläggningen har främst skett i Kattegatt, där vi arbetat ihop med vår danska motsvarighet, GEUS. Vi har också i stort sett slutfört projekt Skånestrand, där jordartskartering i strandzonen kombinerats med maringeologiska undersökningar nära kusten. Syftet med detta projekt, som rönt stort intresse, är bland annat att skapa underlag för erosionsbedömningar och förbere-



Foto: Karl-Erik Alnavik, SGU



Foto: Henrik Mållka, SGU

deler för sanering av till exempel ett oljeutsläpp. Under hösten har vi genomfört TEM-mätningar, det vill säga geofysiska mätningar från helikopter, på Gotland i syfte att kartlägga förutsättningarna för enskild vattenförsörjning på ön. Arbetet har skett i samarbete med Region Gotland.

Med stöd av Sida bedriver vi ett arbete för att utveckla mineralnäringen i södra Afrika och stärka deras kontakter med industrin och akademien i Sverige. Samarbetet mellan universiteten har utvecklats och flera delegationsresor med industriföretag har genomförts. Några svenska företag har inlett ett samarbete, som beräknas leda till joint-ventures och i några fall också till etablering i regionen. Verksamheten i Afrika har bedrivits i tre år och avslutas i sin nuvarande form 2014. Vi har regeringens uppdrag att inom ramen för mineralstrategin lämna förslag till hur Sverige och svenska företag även fortsättningsvis ska kunna bidra till utvecklingen av en hållbar gruvindustri och god förvaltning av mineralresurserna i utvecklingsländer.

MILJÖARBETET INTENSIFIERAS

De flesta myndigheter med ansvar inom miljömålsystemet har rapporterat att de mål som riksdagen satt upp till år 2020 inte kommer att nås. Det gäller också miljömålet Grundvatten av god kvalitet, som SGU svarar för. Det är framför allt kunskapen och övervakningen av grundvattnet som brister och kommunernas arbete med skyddsåtgärder som behöver förstärkas. Vi har under året bland annat arbetat med en vägledning för användning

av bekämpningsmedel i skyddsområden samt publicerat bedömningsgrunder för grundvatten.

Vårt arbete med sanering av förorenad mark har intensifierats. Vi är för närvarande verksamma i ett 70-tal saneringsprojekt, varav 27 är områden där staten varit verksamhetsutövare och således svarat för spridningen av föroreningar. I övriga fall agerar vi på framställan av en kommun som inte anser sig själv kunna leda saneringen. Detta arbete behöver intensifieras för att miljökvalitetsmålet Giftfri miljö ska nås år 2020.

Under året har vi bedrivit ett internt arbete inom SGU för att precisera och konkretisera begreppet hållbar utveckling inom bland annat mineralnäringen och samhällsplaneringen. Avsikten är att detta ska leda till tydliga resultat och ställningstaganden från SGUs sida under kommande år.

STÄRKT FoU HEMMA OCH BORTA

För tre år sedan nominerade vi fyra medarbetare till tjänster (deltid) som adjungerade professorer vid universiteten i Luleå, Uppsala och Lund samt vid Chalmers tekniska högskola. Detta har stärkt vårt samarbete med den geologiska forskningen. Vi har på motsvarande sätt anställt specialister på deltid för att tillföra vår verksamhet ny kompetens och införa mentorskap, vilket också har varit lyckat. I år har vi utsett tre medarbetare till SGU-doktorander, vilket innebär att de delar sin tid mellan SGU och universitetet, där de utför forskning som vi har direkt intresse av. Tillsammans med vår FoU-verksamhet, handledarskap för



doktorander och examensarbetare med mera skapar detta en nära samverkan mellan SGU och akademien som är till nytta för båda parter. Inom EU har vi tillsammans med industrin och akademien arbetat för att bilda en kunskaps- och innovationsplattform (Kic) för råvaror inför EUs kommande utlysningar. Vi har också, tillsammans med övriga geologiska undersökningar i Europa, påbörjat ett arbete för att forma ett Era-net inom det geovetenskapliga området.

GEOLOGI I FLER TILLÄMPNINGAR

SGU behöver ha ett nära samarbete med andra myndigheter och med länsstyrelser och kommuner för att utveckla användningen av geologiska data och kunskaper i samhällsplaneringen och miljöarbetet. Vi har betonat denna inriktning starkt under senare år och har nu en väl fungerande samverkan med bland andra Naturvårdsverket, Havs- och Vattenmyndigheten, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Boverket, Lantmäteriet, Tillväxtverket och Trafikverket, Försvarsmakten och andra deltagare i Geodatasamverkan. Vi har särskilt utvecklat samarbetet med Statens geotekniska institut, SGI, eftersom geologiska och geotekniska frågeställningar ofta har tydliga beröringspunkter.

Geologi har ibland betecknats som ”den glömda vetenskapen” till skillnad från biologi och zoologi, som förekommer mer i nyheter och reportage och som allmänheten känner till på ett annat sätt. Jag tycker dock att geologin

och SGU nu börjar ”ta plats” i medierna betydligt mera. Det hänger säkert samman med den intensivare mineralverksamheten men också med klimatfrågan och med det ökade behovet av geologisk kunskap i samhällsplaneringen och miljöarbetet. Det här är en positiv utveckling som vi försökt stödja genom bland annat GeoArena, Geologiskt Arv, Svensk Geopark, geoturism, lättillgängliga data, Låna en geolog, forskningskonferenser som SGA 2013, grundvattendagarna, nyhetsbrev och allmän öppenhet.

2013 var mitt sista år med full yrkesverksamhet. Det har varit en mycket intressant och stimulerande period då jag har haft förmånen att leda SGU. Vi har kunnat lyfta fram geologins betydelse och tillgänglighet inom alla våra verksamhetsområden till gagn för en god samhällsutveckling. Det är en expertmyndighet med stor kompetens och tydlig användarinriktning som under ledning av nästa gd, Lena Söderberg, kommer att utveckla geologin vidare. Jag önskar all framgång i detta viktiga arbete. Avslutningsvis vill jag tacka alla medarbetare för goda arbetsinsatser, lärorika samtal och trevlig samvaro.

Uppsala i januari 2014,

Jan Magnusson

Generaldirektör mars 2009-januari 2014



Foto: Carl-Erik Alnavik, SGU



Foto: Thomas Eliason, SGU

SGU – EN VIKTIG DEL AV FRAMTIDENS SAMHÄLLE



Foto: Lars Clason

SGU är en myndighet med högt anseende och med ett viktigt samhällsuppdrag. Vi har många kunniga och engagerade medarbetare i en verksamhet som vilar på stabil grund. Vår roll som expertmyndighet för frågor om berg, jord och grundvatten blir allt mer betydelsefull i en tid med klimatförändringar, miljöpåverkan och ett ökat behov av mineral. Lägg där till en önskan om att hela landet ska leva, där en sund gruvindustri kan erbjuda en unik möjlighet till sysselsättning, och det står klart att SGU spelar en viktig roll i framtidens Sverige.

Under hösten 2013 har jag haft möjlighet sitta ner med SGUs personal och chefer, samt fört samtal med regeringskansliet och externa intressenter. Den bild som målas upp av SGU är en myndighet med hög kompetens och integritet, med för samhället och näringslivet väsentlig information och kunskap. Det blir också tydligt att SGU under senare år har förenklats och förbättrat tillgängligheten till sin geologiska kunskap och gjort den vidare känd.

SGUs utmaning framöver är att ta nästa steg på den inslagna vägen och ytterligare vässa vår förmåga att se ”om hörnet” – vad behöver samhället och näringslivet om några år och i vilken form? Vi behöver främja vår nyfikenhet kring andra sektorer och fortsätta att i hög takt förse samhället med relevant kunskap och effektiva verktyg för att nå vår geologiska information. Vi ska också bli bättre på att visa upp vår unika bredd och expertkunskap, så att fler externa aktörer får upp ögonen för den nytta vi kan förmedla. SGU ska vara lika känt för sitt kunnande inom mark- och grundvattenfrågor som sin kunskap om berggrund och gruvfrågor. Vi ska vara och upplevas minst lika relevanta om fem år som idag.

Uppsala i februari 2014,

Lena Söderberg

Generaldirektör från januari 2014



Foto: Sven Aaro, SGU



Foto: Asa Lindh, SGU

Sveriges geologiska undersökning

I takt med att samhället förändras och utvecklas ställs nya krav på nyttjandet av land och hav. Därmed behöver vi veta mer om markens egenskaper och miljö. Sveriges geologiska undersökning, expertmyndighet för berg, jord och grundvatten, spelar här en viktig roll.

Geovetenskap är en komplex och dynamisk samling geologiska discipliner som samverkar och påverkar varandra. Som expertmyndighet för grundvatten och ansvarig för det nationella miljökvalitetsmålet för grundvatten arbetar SGU för att framtida generationer också ska få tillgång till en hållbar dricksvattenförsörjning.

På de flesta håll har vi i Sverige god tillgång på grundvatten. Men allt från oförsiktig användning av naturgrus till bristfällig samhällsplanering och utsläpp av föroreningar kan påverka markförhållandena och äventyra grundvattnet.

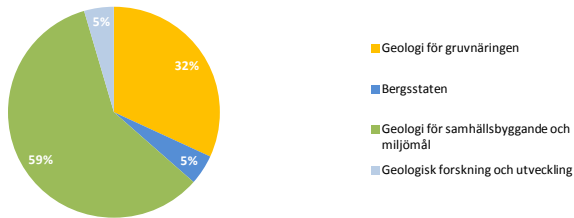
Som förvaltare av geologiska data som rör Sveriges berggrund har vi en viktig roll för utvecklingen av Sverige som

gruvnation. Vårt land är rikt på mineraltillgångar. En ökande global efterfrågan på råvaror kan göra att gruvindustrin åter får stor betydelse för Sveriges utveckling. I Sveriges nationella mineralstrategi, som ska säkra en hållbar utvinning av Sveriges mineraltillgångar, är SGU huvudman för flera av uppdragen.

ENKELT ATT NÅ OCH ANVÄNDA GEOINFORMATION

Efterfrågan på geokunskap ökar i takt med att det uppstår behov av att utnyttja mark och områden på nya sätt. För en ny bebyggelse som planeras är det till exempel viktigt att säkerställa och förbereda markförhållandena så att miljön blir lämplig för de människor som ska arbeta och leva





Finansiering med förvaltnings- och forskningsanslag samt bidrags- och försäljningsintäkter, exkl. uppdrag.

där, samtidigt som markanvändningen blir så skonsam som möjligt mot miljön. En viktig del av vårt arbete är att utforma den geologiska informationen så att den blir lätt att använda för icke-geologer. Numera går det enkelt att söka och hitta geologisk information med hjälp av tjänster på SGUs webbplats. I Geodatasamverkan, ett samarbete med andra myndigheter, arbetar vi vidare för att tillgängliggöra geologisk information. Tillgängligheten ökar också genom att vi har gjort vår data fri för forskning. Den som behöver hjälp att hitta och tolka geologiska data för användning i samhällsplaneringen kan dessutom få låna en geolog från SGU under en dag, då SGU lånar ut sina geologer till kommuner, länsstyrelser och andra som kommer



Foto: Claes Mellqvist, SGU

SGUs ekonomi 2013 (Mkr).

Myndighetsanslag	226
Oljelagringsanläggningar	11
Förorenad mark	68
Särskild finansierad verksamhet (främst myndighetssamverkan)	29
Forskning och utveckling	6
Summa	340

behöver hjälp med att komma i kontakt med, och kan dra nytta av, geologisk information.

För att man som medborgare ska kunna förstå och bedöma naturfenomen som skred, vulkanutbrott, jordbävningar, klimatförändringar med mera krävs ett visst mått av geovetenskaplig kunskap. Därför jobbar vi aktivt med att öka intresset för geovetenskap i samhället. Vi har till exempel tagit initiativ till ett nätverk kring geoturism och en rad aktiviteter för att öka medvetenheten om hur geologisk information kan användas i samhället. SGU håller också ihop projektet Geologins Dag, som vänder sig till allmänhet och skolor och syftar till att väcka nyfikenheten på geologi.



Foto: Benno Kathol, SGU

Glimtar från 2013

Januari

SGU SANERAR IMPREGNERINGSPLATS I RAMNÄS

SGU ledde saneringen av ett område i Ramnäs där Televerket impregnerat trästolpar med metallsalter.

KLIMATFÖRÄNDRING PÅVERKAR GRUNDVATTNET



I ett samarbete med SMHI presenterade vi en rapport om klimatpåverkan på koncentrationer av kemiska ämnen i grundvatten. Slutsatsen är att förändringarna kan bli stora för en del metaller, inte minst kvicksilver.

Februari

SGU GER UT NY BERGGRUNDSKARTA

Den nya berggrundskartan i skala 1:1 miljon är den första kartan som ger en översiktlig bild av berggrunden i ett tektoniskt perspektiv med bergartsenheter och större deformationszoner.



STORT METEORITNEDSLAG I RYSSLAND

Den 15 februari 2013 inträdde en meteoroid i jordens atmosfär över Jekaterinburg i Ryssland. På 20 kilometers höjd splittrades den i en enorm explosion med stora skador över ett vidsträckt område som följd.

NATIONELL MINERALSTRATEGI

Regeringen presenterade i februari Sveriges nationella mineralstrategi, vars syfte är att skapa ett hållbart nyttjande av Sveriges mineraltillgångar. SGU har starkt bidragit i arbetet.

Mars

SVERIGES GRUVNÄRINGSKLIMAT RANKAS HÖGT

I en internationell undersökning rankas det svenska näringslivsklimatet inom gruvnäringen som ett av de bästa i världen.

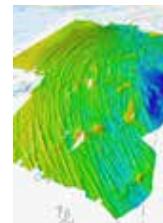
NORDLIGA FYNDIGHETER I EN ENDA DATABAS

I ett unikt samarbete har de geologiska undersökningarna i Sverige, Finland, Norge och Ryssland sammanställt information om närmare 1700 metallfyndigheter i den fennoskandiska skölden i en och samma databas.

April

MÄRKLIGA RÄNNOR PÅ HAVSBOTTNEN

Vid SGUs maringeologiska kartläggning i Kalmarsund har märkliga erosionsrännor påträffats. De kilometerlånga rännorna har bildats efter den senaste istiden.



SVENSK FORSKNING OM KRIDSKAMINERAL

SGU är med och startar ett nytt stort forskningsprojekt, Eurare, för att öka kunskapen om de sällsynta jordartsmetallerna. Syftet är att på sikt minska EU:s importberoende av dessa strategiskt viktiga mineral.

Maj

KARTLÄGGNING GER NY VATTENTÄKT I SÄLEN

SGUs kartläggning av jord och vatten i Dalarna lägger grunden till en ny vattentäkt för Sälenbyn och delar av Sälenfjällen.



VÄGLEDNING FÖR PRÖVNING AV GRUVVERKSAMHET

SGU har i samråd med Naturvårdsverket utvecklat en vägledning för prövning av gruvverksamhet. Vägledningen, som riktas till både gruvindustri och myndigheter, är ett led i arbetet att effektivisera miljöprövningsprocessen.



Juni

SGU I INTERNATIONELLT HAVSMÖTE OM ATLANTEN

I juni samlades representanter från 15 länders regeringar, och andra internationella organisationer i Göteborg för ett möte om Nordostatlanten. De viktiga frågorna på mötet gällde biologisk mångfald, skydd mot övergödning samt risker vid olje- och gasutvinning.

Juli

ÅRETS FÄLTARBETE INOM BARENTSPROJEKTET IGÅNG

Andra årets fältarbete inom projektet Kartering Barents fortsatte med full fart. Resultatet ska användas för att skapa en bättre geologisk bild av berggrunden i nordligaste Sverige.



Augusti

SGU VÄRD FÖR INTERNATIONELL MINERALKONFERENS

Den 12 augusti invigdes den tolfte SGA-biennalen i Uppsala, med SGU som värd. Den internationella vetenskapliga konferensen samlade närmare 700 forskare från hela världen, gräddan av de forskare som studerar världens mineralfyndigheter.

KARTLÄGGNING AV MILJÖBOV I VÄSTERBOTTEN



Under augusti kartlade våra geologer förekomsten av sulfidjordar i Västerbottnens kustland. I områden med dessa jordar påverkas vattenkemin periodvis mycket negativt med höga metallkoncentrationer och lågt pH som följd.

September

MÖJLIG ÅTERVINNING AV METALLER UTREDS

Inom ramen för mineralstrategin får SGU i uppdrag att analysera och kartlägga utvinnings- och återvinningspotentialen för olika metall- och mineraltillgångar i Sverige. Arbetet görs i samarbete med Naturvårdsverket.

GEOLOGINS DAG

Lördagen den 14 september anordnades Geologins Dag. SGU samordnade verksamheten, som innehöll en rad evenemang och utställningar på temat geologi runt om i landet.

Oktober

NYA RAPPORTER FRÅN BARENTSPROJEKTET

I oktober publicerades ett antal rapporter med geologisk information om berggrunden i Barentsområdet. Rapporterna finns tillgängliga via SGUs webbplats.

GOTLAND KARTERAS MED HELIKOPTER

SGU utförde i oktober helikopterburna geofysiska mätningar på Gotland med en ny metod, Skytem, i syfte att öka kunskapen om grundvattenförhållandena och undersöka områden av intresse för dricksvattenförsörjningen.



November



MICHAEL STEPHENS ÅRETS GEOLOG

SGUs medarbetare Michael Stephens utses till Årets Geolog år 2013 för sin insats med att omsätta sin breda geologiska kunskap i samhället och akademien.

SGU PRISAR UTVECKLING, INNOVATION OCH JÄMLIKHET

Pär Weihed, Lena Abrahamsson, Eira Andersson och Robert Pantze. Det är årets mottagare av SGUs hedersmärke för "Snille och flit" inom gruvnäringen.

December

VINNARE I MINERALJAKTEN

Ett stort block med guld, koppar och molybden från Älvsbyn. Det är vinnarbidraget i Mineraljakten 2013, där intresset var större än någonsin.



Geofysik – att se ner i berget

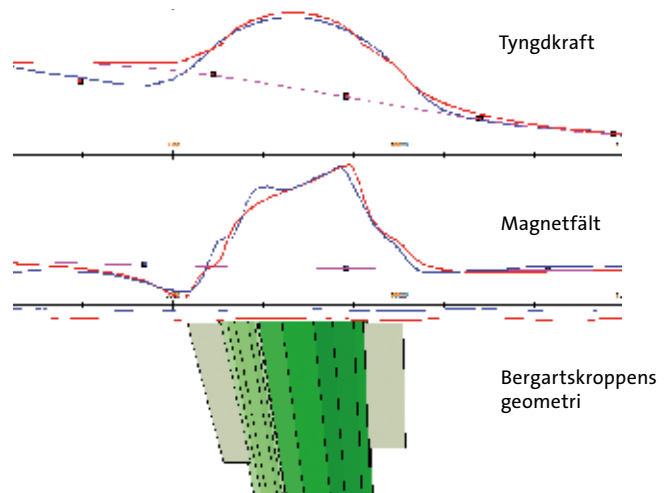
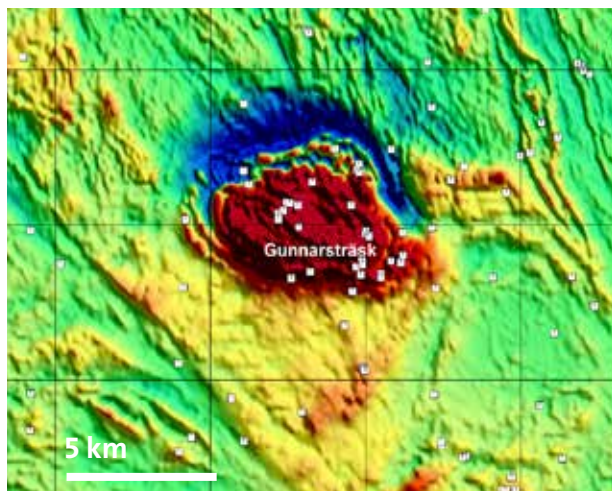
Sverige är till stor del täckt av jord eller vatten som döljer vår berggrund. Men med olika geofysiska metoder har man möjlighet att se ned i marken från någon meter ner till flera kilometer. SGU använder en rad metoder för att mäta jordlagrens och bergets fysiska egenskaper och på så sätt dra slutsatser om geologiska strukturer och processer. Här tar vi upp två fall som visar hur geofysik används inom berggrundskartering och grundvattenkartläggning.

I trakten kring Boden finns en intressant geologisk struktur, ”Gunnarsträskgabbbron”, som har undersökts tidigare i samband med prospektering efter platinametaller. Tidigare studier har visat att den är en lagrad basisk intrusion. Men eftersom där finns få berghällar så har man inte med säkerhet kunnat bestämma utsträckningen.

– För att få fram en mer detaljerad bild har man därför samlat in data om geomagnetism och tyngdkraft i områ-

det, som man sedan har använt för att göra en modellering, berättar Mehrdad Bastani, statsgeofysiker.

Det jordmagnetiska fältet över området mättes av SGU från flygplan på låg höjd. Gabbbron finns i en cirkulär, positiv magnetisk anomali (bildning som avviker från det normala) med en utsträckning på cirka 7,5 gånger 5 kilometer. Tyngdkraften, som mätts vid markytan, visar en anomali vars utbredning har mycket god



Längst till vänster visas en magnetisk karta över Gunnarsträsk-gabbbron i närheten av Boden. Vita punkter visar läget för provtagning av berget. Till höger visas så kallad forward-modellering av gabbbron i Gunnarsträsk med modellen av bergarts kroppens geometri i genomskärning nederst, kurvor över magnetfältet i mitten och kurvor av tyngdkraftsfältet i översta diagrammet. Genom att förändra modellen av bergarts kroppens geometri så kan man få de beräknade värdena (röda kurvorna) att likna de uppmätta värdena (blå kurvorna), och på så sätt verifiera bergarts kroppens utsträckning.



Foto: Johan Jonberger, SGU

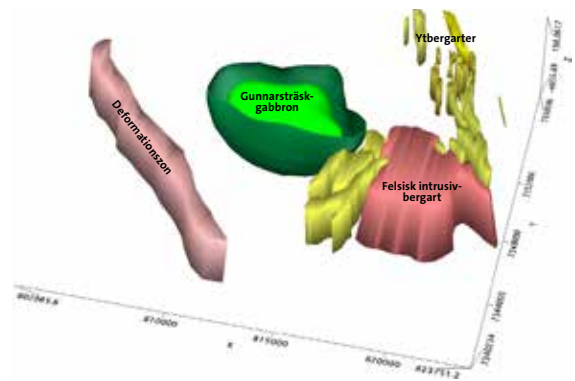
Mätning av tyngdkraften på en myr i Norrbotten.

överensstämmelse med den magnetiska.

Bergartsprov togs sedan från några platser där berget går i dagen. Dessa mättes på vårt petrofysiska laboratorium, där deras magnetiska egenskaper och densitet togs fram. Utgående från de magnet- och tyngdkraftsdata som samlats in, samt data om bergarternas egenskaper, kunde så modelleringsarbetet starta. I det här fallet används en så kallad forward-modellering, där man själv i datorn skapar en modell av tänkta bergartskroppar, med deras speciella

egenskaper, och sedan alltefter anpassar kropparnas geometri så att responsen från modellen passar ihop med värdena man erhållit vid fältdatainsamlingen (se figur på sidan 10). En annan metod för modellering är 3D-inversion. Då sker en automatisk anpassning till det uppmätta fältet.

>>

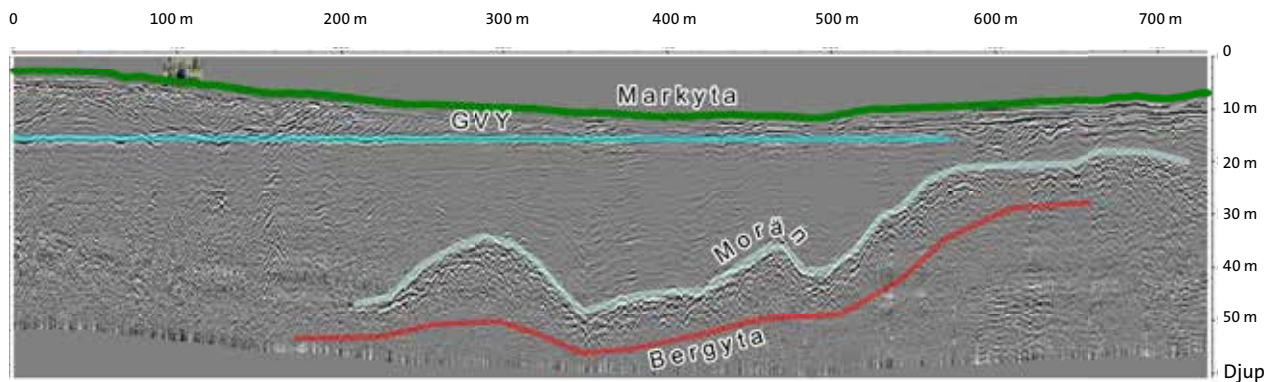


De olika geofysiska modellerna kan sättas ihop i en gemensam vy för att sedan användas i en geologisk modell som visar bergartskropparna i tre dimensioner.



”För att få en mer detaljerad bild samlar man in data om geomagnetism och tyngdkraft i området, som man sedan använder för en modellering.”

Mehrdad Bastani, statsgeofysiker



I figuren, ett så kallat radargram, visas en markradarmätning i en profil från östra Småland. I radarbilden syns den horisontella grundvattenytan tydligt. Under grundvattenytan finns den vattenmättade sanden. Underst i bilden ser man morän och berg. Med hjälp av grundvattenytor och berglägen får man en bättre avgränsning av grundvattenmagasinets utbredning. Genom att mäta upp flera markradarprofiler över samma geologiska formation kan man skapa en modell av grundvattenförekomsten i tre dimensioner. GVY i bilden = grundvattenyta.

Modellen delas upp i celler, där varje cell får en egenskap tilldelad. Man kan ange ett spann av värden för egenskapen, vilket sedan styr modellen så att man kan uppnå bästa anpassning. De erhållna geofysiska modellerna kan sättas ihop i en gemensam vy till en geologisk modell i tre dimensioner. Med ett liknande angreppssätt kan geofysiken i många fall bidra till en förbättrad geologisk karta (se bild på sidan 11).

GEOFYSIK INOM HYDROGEOLOGI

Geofysiska metoder har använts under lång tid inom den hydrogeologiska karteringen, där insamlingen av geofysik-data sker integrerat med övriga hydrogeologiska karteringsaktiviteter. De geofysiska metoderna används för att de snabbt ger en bild av de geologiska förhållandena under markytan utan borrhning och åverkan på marken. Det innebär att man kan undersöka känsliga områden utan att riskera en påverkan på mark och miljö.

I ett tidigt skede av kartläggningen använder man ofta



”I radarmätningarna kan man se var det finns grundvattenytor och få info om bergets läge och olika jordarters utbredning.”

Johan Söderman, statsgeofysiker

markradar. Radarutrustningen monteras efter ett fordon som körs längs småvägar som går över geologiskt intressanta objekt. På det sättet går det fort att mäta över stora områden. Mätpositionerna säkerställs sedan simultant med hjälp av GPS.

– I våra radarmätningar kan man se var det finns grundvattenytor och hur dessa utsträcker sig. Man får också information om bergets läge och olika jordarters



I sesimiska mätningar placerar man ut en rad av geofoner (mikrofoner) som används för att lyssna av och registrera hur konstgjorda ljudvågor förändras av olika geologiska strukturer under marken. Genom att analysera de samlade signalerna får man en bild av marken i genomskärning. Bilden ovan visar en sträng av geofoner som läggs ut längs en mätlinje i samband med hydrogeologisk kartering i Skåne.

utbredning längs mätlinjerna, berättar Johan Söderman, statsgeofysiker på SGU.

Genom att sammanställa resultaten från flera radarmätningar, och tillsammans med, övrig geologisk information får man en förbättrad och tydligare hydrogeologisk bild i tre dimensioner.

Resultaten används sedan som underlag tillsammans med annan information för att bedöma om det finns förutsättningar för grundvattenmagasin och för att ta reda på hur stor utbredning magasinen har, och om det rör sig om ett stort eller flera små magasin. I många fall handlar det om att följa upp antaganden som gjorts utifrån geologiska kartor och annan geologisk information.

Radarmätningarna ger snabbt en detaljerad överblick av hydrogeologiska förhållanden. På så sätt hjälper geofysiken till att ge en mer detaljerad och korrekt hydrogeologisk bild än vad som annars vore möjligt.

SEISMIK I NÄSTA STEG

Senare i karteringen använder man seismik, som är lite mindre mobil och mer tidskrävande jämfört med markradar. Då utnyttjar man hur ljudvågor påverkas av olika geologiska strukturer, berg- och jordlager för att få fram en bild av marken under jordytan. Med seismik ser man djup till berg och om det finns vatten eller inte. Seismiken ger också information om vilket material som grundvattenmagasinet består av, vilket har stor betydelse för uttagsmöjligheterna av vatten. Man kan även se om materialet är torrt eller vattenmättat.

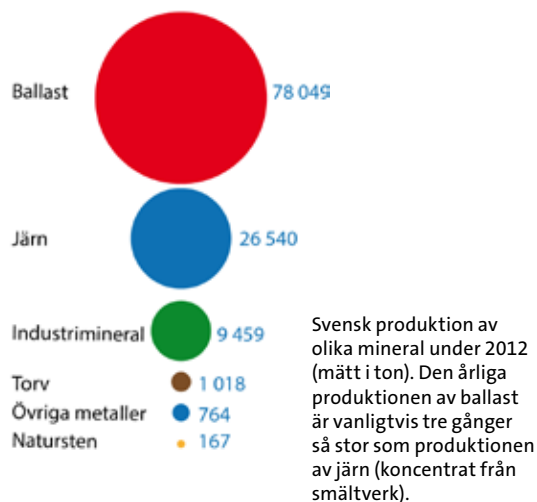
– Detta gör bland annat att man får bättre förutsättningar att planera borrhningar för att sätta grundvattenrör. Det ger också bättre underlag för att bedöma uttagsmöjligheterna av vatten i magasinet, säger Johan Söderman.

Hållbar materialförsörjning

En viktig förutsättning för samhällsutvecklingen är att det finns en hållbar försörjning av grus- och bergmaterial till bygg- och infrastrukturprojekt. Här arbetar SGU tillsammans med länsstyrelserna och industrin för att ersätta användning av naturgrus med krossat berg från lokala täkter där transportavstånden blir korta.

Att planera för en hållbar materialförsörjning handlar om att säkerställa att vi har tillgång till bra bergmaterial för byggande av såväl infrastruktur som bostäder. Årligen behövs nästan tio ton ballast per person i form av krossat berg, sand och grus eller morän. Det motsvarar ungefär ett lastbilsflak per person varje år. Precis hur mycket ballast som går åt under ett år beror främst på byggkonjunkturen. De senaste åren levererades mellan 70 och 80 miljoner ton ballastmaterial från täkter, vilket är ungefär tre gånger så mycket som den mängd järn som utvinns i Sverige.

Vägbyggnad och vägunderhåll är det användningsområde som förbrukar mest ballast. Mer än 40 miljoner ton ballast används för detta ändamål varje år. Förr användes främst naturgrus till vägbyggnad men efter det att dåvarande Vägverket ändrat sina krav på hög krossytegrad, det



”Numera kan man använda krossat berg istället för naturgrus för de flesta användningsområden.”

Karin Grånäs, statsgeolog

vill säga andelen korn med krossytor på alla sidor, är det nu mest krossat berg som används.

– Idag kan man använda krossat berg i stället för naturgrus för de flesta användningsområden. Men än så länge används dock fortfarande mest naturgrus vid tillverkning av betong, berättar Karin Grånäs, som arbetar med hållbar materialförsörjning på SGU.

I SGUs statistksammanställning kan man se hur mycket ballast som har levererats varje år sedan 1984. Då var naturgrus det vanligaste materialet, som utgjorde ungefär 80 procent av ballastproduktionen. Idag är förhållandet det omvända; mer än 80 procent utgörs av krossat berg.

VARFÖR BEHÖVER VI SPARA PÅ NATURGRUS?

Naturgrus är en ändlig resurs som avsattes under istiden och som främst förekommer i våra rullstensåsar. I SGUs uppdrag ingår att minska uttaget av naturgrus.

I flera regioner är naturgrus en bristvara som nästan tagit slut. Det gäller framför allt nära våra större tätorter, men också där det naturligt inte förekommer så mycket naturgrus från första början. Därför har lagstiftningen (miljöbalken) skärpts så att man inte får tillstånd att bryta naturgrus i täkter om det är möjligt att istället använda ett



Exempel på en bergart med mycket bra tekniska egenskaper för vägbyggen. Det är en grå, mycket finkornig till tät, porfyrisk metakanit som till exempel används för högtrafikerade motorvägar.

annat material, exempelvis krossat berg.

– Det finns flera anledningar till att vi bör spara gruset. Naturgrusavlagringarna är viktiga som grundvattenmagasin och behöver bevaras så att dagens och framtidens drickvattenresurser kan tryggas. Rullstensåsar är också framträdande inslag i landskapet och utgör ofta viktiga natur- och kulturmiljöer, berättar Hanna Wåhlén, statsgeolog på SGU.

Att bevara naturgrusavlagringar är därför en del i det uppdrag som SGU har som miljömålsmyndighet med ansvar för miljö kvalitetsmålet Grundvatten av god kvalitet. Miljö kvalitetsmålet, som riksdagen har beslutat om, syftar till att säkerställa en god och kvalitetsmässigt bra tillgång på grundvatten idag och i framtiden.

MATERIALFÖRSÖRJNINGSPLANERING

SGU jobbar på flera olika sätt för att minska användandet av naturgrus. Ett sätt är att underlätta lokalisering av bergtäkter med den bergkvalitet som behövs för att framställa ersättningsmaterial till naturgrus. För att öka resurseffektiviteten i samhällsbyggandet måste planeringen också underlätta återvinning av bergmaterial och minska antalet tunga transporter av massor. Mot bakgrund av att betongnumera är det huvudsakliga användningsområdet för na-



Tematisk karta som visar förutsättningarna för att producera ballast för betong. Grön färg visar områden där bergkvaliteten lämpar sig för de flesta användningsområden för betong. Gul färg visar bergkvalitet där vissa användningsområden för betong kan vara svåra att uppnå och röd färg visar bergkvalitet där användningsområdena för betong är starkt begränsade.



”Naturgrusavlagringarna behövs för att trygga dagens och framtidens drickvattenresurser.”

Hanna Wåhlén, statsgeolog

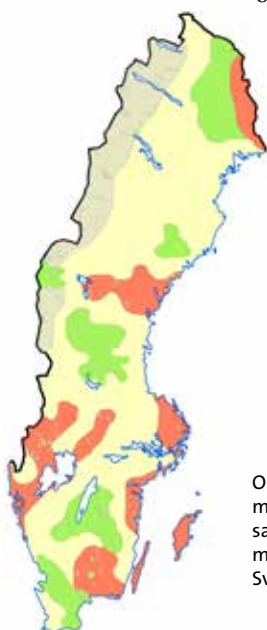
turgrus har SGU börjat ta fram nya tematiska kartor, som visar var det finns berg som lämpar sig som betongballast. Kartorna ger dels länsstyrelserna underlag för att bedöma om det finns förutsättningar att fasa ut naturgrustäkter som levererar material till betongballast, dels bergmaterialindustrin möjlighet att använda analysresultaten för att

hitta lämpliga områden för nya bergtäkter som kan producera ballast till betong. Sedan tidigare har också SGU tagit fram bergkvalitetskartor för delar av landet som visar bergets lämplighet som vägmateriäl.

Eftersom processen att krossa berg är mer kostsam än naturgrusbrytning är krossat berg mer transportkänsligt, vilket gör bergtäkternas lokalisering mer kritisk. I tätbefolkade områden är det konkurrens om marken som gör det svårt att hitta lämpliga områden för bergtäkter. Det är därför viktigt att kommunerna säkrar strategiskt viktiga områden för materialförsörjning i sina översiktsplaner. Hur länge räcker bergresurserna i nuvarande täkter? Kan man undvika att bebyggelsen kryper närmare och omöjliggör för fortsatt brytning? Behöver man identifiera nya områden för materialförsörjning? Med en god planering kan man säkerställa att framtidens materialförsörjning är lämpligt lokaliserad och undvika onödigt långa transporter. SGU arbetar med att ta fram en metod för planering av materialförsörjning och en plan för hur vi kan stödja länsstyrelserna i detta arbete.

ÖVERSKOTTSMASSOR – EN VIKTIG RESURS

Bergmaterial bryts inte bara i täkter. Mycket överskottsmateriäl uppkommer också när man bygger vägar, tunnlar och jämnar ut mark innan man bygger nytt. Förfärt Stockholm är ett projekt som kommer att resultera i stora mängder restberg. Trafikverket uppskattar att un-



Olika tillgång på naturgrus. Områden med ringa tillgång på naturgrus sammanfaller till stor del med de mest tätbefolkade regionerna i östra Svealand och västra Götaland.



I den övre delen av bilden syns en ljus gnejs (olika röda nyanser) med bra tekniska egenskaper över en mörkare, grå, gnejs med sämre tekniska egenskaper. En variation i bergets egenskaper ställer krav på att en verksamhetsutövare kan selektivbryta täktens berg för att få ut en lämplig kvalitet.

gefär 20 miljoner ton berg kommer att sprängas bort när 18 kilometer tunnel ska byggas under Mäläröarna. SGU har fått i uppdrag av regeringen att ta fram ett system för att samla in uppgifter om hur mycket överskottsmassor, så kallad entreprenadsten, som uppkommer varje år för att bidra till att öka resurseffektiviteten i samhället.

Forskning om ersättningsmateriäl för naturgrus

På Chalmers tekniska högskola pågår ett forskningsprojekt "Uthållig produktion av finkorniga produkter från bergmateriäl". Projektet går ut på att studera möjligheterna att ersätta naturgrus inom bland annat cementbundna produkter (betong) och anläggningsjordar. En testanläggning har byggts med syftet att i befintliga täkter pröva att producera ersättningsprodukter till naturgrus. Anläggningen kommer att testas i flera bergtäkter över hela landet, från Kiruna till Skåne. Projektet är ett branschsamarbete där man tillsammans ska verka för att ersätta naturgrus med finkornigt bergmateriäl i ett stort antal av de produkter där naturgrus används idag. Man räknar med att kunna ersätta naturgrus inom de flesta användningsområden om något år.



Vägledning för prövning av gruvverksamhet

SGU har under verksamhetsåren 2012–2013 haft regeringens uppdrag att tillsammans med Naturvårdsverket utarbeta en branschspecifik vägledning för prövning av gruvverksamhet. Arbetet har omfattat att beskriva hela prövningsprocessen enligt minerallagen och miljöbalken. Avsikten är att vägledningen ska vara ett stöd för såväl företag som myndigheter verksamma inom området.

Gruvindustrin är en stadigt växande sektor inom svenskt näringsliv. Till följd av det stora intresset för mineralutvinning sker idag en omfattande prospekteringsverksamhet i landet. Från det att ett företag vill börja prospektera och leta malm till att en gruva kan starta är vägen emellertid lång och inte alldeles enkel – det krävs en rad tillstånd och processen involverar flera olika beslutsinstanser. Tillståndsprövning för gruvor skiljer sig alltså från vad som gäller för annan industri genom att den sker i flera olika steg eftersom gruvor även prövas enligt minerallagen av Bergsstaten. Syftet med minerallagen och den särskilda prövningsordning som finns är att möjliggöra samhällets försörjning av nödvändiga metaller och mineral. För att processen ska vara så effektiv som möjligt är det viktigt att verksamhetsutövare, länsstyrelser och övriga aktörer är väl införstådda med vad som prövas i de olika stegen och vilket beslutsunderlag som krävs vid respektive prövning.



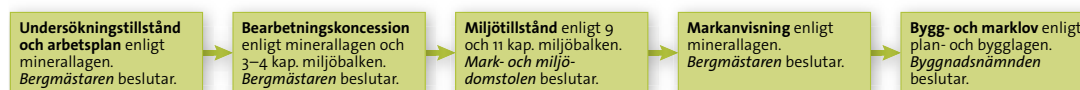
”Vägledningen är ett sätt att få till produktiva och rättssäkra processer utan att ge avkall på miljökraven.”

Joanna Lindahl, projektledare för arbetet med vägledning för gruvverksamhet.

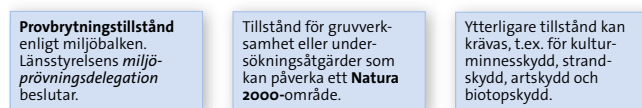
– Den framtagna vägledningen beskriver just detta och är på så sätt ett steg på vägen i arbetet att få till produktiva och rättssäkra processer utan att ge avkall på miljökraven, säger Joanna Lindahl, projektledare för arbetet med vägledning för prövning av gruvverksamhet.

Arbetet med att ta fram vägledningen har varit ett samarbetsprojekt mellan Naturvårdsverket och SGU. Näringslivet och länsstyrelserna har också varit involverade. Detta

Tillstånd som alltid krävs för gruvprojekt



Tillstånd som ibland krävs för gruvprojekt



Processen för att få tillstånd öppna en gruva sker i flera steg av flera instanser där besluten avvägs mot flera olika lagar och bestämmelser. Med hjälp av SGUs vägledning för prövning av gruvverksamhet blir processen snabbare, mer rättssäker och transparent.



Gruvbrytning i Aitek, Sveriges största koppargruva, med över 650 anställda. Gruvan är Gällivare kommuns största arbetsgivare.

Bearbetningskoncession – tillstånd för gruvdrift

När en fyndighet bedöms som ekonomiskt och tekniskt möjlig att utvinna kan Bergsstaten utfärda ett tillstånd för gruvdrift, en bearbetningskoncession, för ett avgränsat område. Prövningen av en sådan ansökan sker tillsammans med länsstyrelsen som granskar om platsen kan accepteras från miljösynpunkt, och om fyndighetens belägenhet och art är lämplig. Om tillstånd för utvinning utfärdas gör sedan miljödomstolen en miljöprövning där inverkan på miljön i en vidare mening prövas. Man kan säga att platsens lämplighet prövas vid koncessionen medan miljödomen främst behandlar hur verksamheten får bedrivas. Domstolen fastställer i beslutet villkor för verksamheten.

Beviljade bearbetningskoncessioner

År	2010	2011	2012	2013
antal	4	2	6	5

Antal ansökta undersökningstillstånd

År	2010	2011	2012	2013
antal	214	191	211	130

har skett delvis genom en styrgrupp och delvis via en referensgrupp som har tagit del av arbetsmaterial och kommit med viktiga synpunkter och förbättringsförslag. Projektet slutfördes våren 2013 och den slutliga rapporten gavs ut i början på juni. Rapporten har spridits till landets länsstyrelser och till gruv- och prospekteringsbolag. Under hösten har vägledningen presenterats vid flera gruvkonferenser för att nå ut till alla intressenter. Rapporten har mottagits väl och SGU kan konstatera att en vägledning på det här området verkar ha varit mycket efterlängtat av många. Eftersom den framtagna vägledningen beskriver pröv-

ningsprocessen enligt nu gällande rätt så är den inte ett för alla tider färdigt dokument. Tvärtom, det är en produkt som behöver hållas levande och uppdateras i takt med att förutsättningarna för att bedriva gruvnäring förändras. Redan under 2014 kommer det att finnas behov av att om- arbeta och uppdatera valda delar av vägledningen eftersom lagstiftningen förändras och nya vägledande domar är att räkna med. SGU och Naturvårdsverket är överens om att tillsammans fortsätta vägledningsarbetet och liksom tidigare eftersträva ett nära samarbete med näringsliv och andra myndigheter.

Mineraljakten 2013 – ett frö till framtidens gruvor

Intressanta fynd kan också göras av privatpersoner, bland annat i tävlingen Mineraljakten, som arrangeras av SGU med ekonomiskt stöd från LKAB, Boliden, Norrlandsfonden samt landets kommuner. I 45 år har den organiserade mineraljakten bedrivits. Det hela började i Norrland, men tävlingen har under åren spridit sig och från och med 2012 omfattar den hela landet. Förutom att Mineraljakten är en liten men viktig pusselbit för prospekteringsbolagen så bidrar den också till att öka kunskapen om Sveriges geologi. Många mineralfynd hittas på helt nya platser som inte varit kända för detta tidigare. Mineraljakten bidrar också till att öka förståelsen bland allmänheten för mineralnäringen. I förlängningen kan mineraljakten medverka till att man hittar nya mineralfyndigheter som på sikt kan leda till nya gruvor, ny mineralförädling och därmed också nya jobb. Ett exempel är guldgruvan i Svartliden som började med att ett intressant guldfynd lämnades in till Mineraljakten. På förstaplatsen 2013 hamnade ett mycket intressant, stort blockfynd från Älvsbyns kommun. Det är mineraliserat med främst guld, koppar och molybden i en vulkanisk bergart som ofta uppträder i stora utbredningar. Vinnaren fick Norrlandsfondens stora pris på 100 000 kr!

SGU samordnar saneringen av ”Sveriges mest förorenade sjö”



Sjön Ala Lombolo i Kiruna har förorenats av många olika aktörer under en lång tid när miljölagstiftning ännu inte fanns. Det har gjort ansvarsfrågan komplicerad, vilket i sin tur har fördröjt saneringsarbetet. Med SGU i en samordnande roll, tillsammans med LKAB, Forsvarsmakten, länsstyrelsen och kommunen, har saneringsarbetet äntligen kommit igång.

I många förorenade områden är det svårt att peka ut någon enskilt ansvarig för utsläppen: flera aktörer kan ha varit inblandade och ofta har utsläppet av föroreningarna pågått



”I en del fall kan SGU vara huvudman för åtgärder och utredningar för att få igång saneringsarbetet.”

Caroline Strömbäck, enhetschef

under en lång tid. Ännu mer komplicerat blir det av att Sveriges första miljölagstiftning inte började gälla förrän 1969, och att utsläpp som skett innan dess ofta har varit lagliga. En komplicerad ansvarsfråga kan göra att efterbehandlingen försenas, eftersom det då blir svårt att hitta finansiering till åtgärderna.

– I en del sådana fall kan SGU fungera som huvudman för utredningar och åtgärder och på så sätt bidra till att saneringsarbetet kommer igång, berättar Caroline Strömbäck, enhetschef på SGU.

Ett bra exempel är sjön Ala Lombolo i Kiruna, av lo-



Sjön Ala Lombolo innehåller stor mängder kvicksilver, som nu kan saneras tack vare att ansvarsfrågan är löst och att alla inblandade parter är villiga att ställa upp med finansiering.

kalbefolkningen kallad Sveriges mest förorenade sjö eller "skitsjön". Ala Lombolo är cirka 25 hektar stor, med ett medeldjup av endast ett fåtal meter.

I början av 1990-talet upptäcktes att sedimenten i sjön är kraftigt förorenade av kvicksilver och även av andra metaller som bly, koppar, zink och kadmium. Ett flertal utredningar uppskattar att sedimenten i sjön innehåller mellan 120 och 200 kilo kvicksilver. Det akvatiska livet i sjön är näst intill obefintligt. En viss transport av kvicksilver sker fortfarande med ytvattnet från Ala Lombolo till Loussajokki och Torne älv. Med åren har det stått alltmer klart att sjön behöver saneras.

OKLART ANSVAR HAR FÖRSENAT SANERINGEN

Ett stort antal utredningar har genomförts, men eftersom ansvarsbildningen enligt miljöbalkens regler har varit oklar, vilket har stor betydelse för finansieringen av en sanering, har efterbehandlingsarbetet med sjön legat nere under några år. Möjligheten att komma fram snabbt med arbetet begränsades också av att Försvarsmakten i mitten av 1950-talet hade dumpat kemiskt instabil ammunition i sjön.



"Samtliga berörda parter i projekt Ala Lombolo deltar med frivilliga insatser."

Björn Lindbom, projektledare

Situationen började ljusna i och med att SGU under 2010, efter en överenskommelse med Kiruna kommun, tog på sig ansvaret att som huvudman driva projektet vidare. SGU påbörjade sitt arbete med att ta fram en ansvarsutredning. När den blev färdig under sensommaren 2011 visade det sig att det saknas möjligheter från myndigheternas sida att kräva någon part på tillräckliga medel för att bekosta en sanering av sjön.

– I våra inledande diskussioner med LKAB, Kiruna kommun, Försvarsmakten och Länsstyrelsen i Norrbottens län, förklarade sig dock samtliga – trots avsaknad av formella krav – vara villiga att på frivillig väg finansiera

Komplicerad utsläppshistoria

Utsläppshistoriken är komplicerad. Kviksilvret i sjön härstammar främst från LKAB:s gamla laboratorium, och till en mindre del även från Folkvandvården i Kiruna (från och med 1951). Avloppsvattnet från Kiruna kommun, LKAB:s laboratorium och Folkvandvården leddes till Kiruna kommuns avloppsreningsverk, varifrån det avbördades till Ala Lombolo. Från och med 1967 leddes dock allt avloppsvatten till ett nytt reningsverk nedströms Ala Lombolo och dessa utsläpp till Ala Lombolo upphörde därmed helt. I sjön dumpades också i mitten av 1950-talet gammal kemiskt instabil ammunition av Försvarsmakten.



Foto: Försvarsmakten



Foto: Björn Lindbom, SGU

Saneringsarbetet har komplicerats av att ett antal lådor med kemiskt instabil ammunition för länge sedan dumpades på botten av sjön. Under 2013 togs ammunitionen upp av Försvarsmaktens röjdykare och fördes bort till ett närliggande skjutfält där den destruerades under säkra omständigheter.

projektets genomförande, berättar Björn Lindbom, projektledare på SGUs enhet för förorenade områden.

Utgångspunkten för projektet är att sedimenten i Ala Lombolo ska muddras upp så att sjön återförs till ett mer naturligt tillstånd och upphör som föroreningskälla. SGU kompletterade under 2012 det tidigare framtagna utredningsmaterialet med nya undersökningar, och ska under 2014 påbörja projekteringsarbetet. De nya undersökningarna visade att kvicksilvret mestadels förekommer i de översta 20-30 centimetrarna i sedimenten, och att sedimenten har en mycket låg torrsbstanshalt med ett stort organiskt innehåll. Denna kombination av egenskaper kräver att det uppmuddrade materialet förbehandlas (avvattnas) innan det slutligen kan omhändertas.

GAMMAL AMMUNITION FÖRSVÅRAR

För att kunna genomföra en sanering av sjöns sediment var det dock nödvändigt att först ta bort den dumpade ammunitionen. Detta arbete genomfördes av Försvarsmakten under sommaren 2013, då ammunitionen togs upp med specialutrustning av röjdykare och kördes bort till det närliggande Kalixfors skjutfält, där den destruerades. Denna arbetsinsats finansierades av Försvarsmakten och

Naturvårdsverket gemensamt, som en del i det övergripande saneringsprojektet. SGU ska under de kommande åren arbeta vidare med att utröna hur det uppmuddrade materialet bäst kan tas om hand. Det som främst ska studeras är på vilket sätt sedimenten kan avvattnas, och hur de därefter ska tas om hand. LKAB startade för detta ändamål under hösten 2013 en förstudie för att undersöka vilka resurser och vilka kunskaper som finns inom bolaget för detta. Parallellt med detta arbete, och i samverkan med LKAB, ska SGU ta fram projekteringshandlingar under 2014. Denna process kommer att ställa stora krav på samarbete, koordination och en god vilja för att lyckas. När projekteringshandlingar har tagits fram, ska de inblandade parterna enas om ett slutligt teknikval, och därefter ska SGU söka tillstånd enligt miljöbalken för vattenverksamhet, det vill säga genomförandet av muddringen.

SGUs arbete med förorenad mark

Spridning av föroreningar i naturen har skett under mycket lång tid alltsedan industrialismens första dagar, och det finns idag ett stort antal områden runtom i landet där föroreningar riskerar att skada människors hälsa och miljö. Det finns omkring 80 000 potentiellt eller konstaterat förorenade områden i landet. Ungefär 1 300 av dessa bedöms medföra mycket stora risker för människors hälsa eller miljö och behöver sannolikt åtgärdas.

SGU företräder staten och genomför undersökningar och åtgärder av förorenade områden där föroreningen orsakats av en myndighet som inte längre finns kvar. SGU kan även på begäran av en kommun fungera som huvudman för utredningar och åtgärder av förorenade områden där någon ansvarig verksamhetsutövare enligt miljöbalken inte finns. Arbetet sker då på uppdrag

av Länsstyrelserna genom Naturvårdsverket som central och samordnande myndighet. Flera av dessa objekt har komplicerade föroreningsituationer eller ansvarsfrågor, som i fallet med den förorenade sjön Ala Lombolo i Kiruna.

Exempel på vanliga förorenade miljöer där det finns ett starkt behov av saneringsåtgärder, och där SGU är relevant som aktör, är gamla kemtvättar, bruksmiljöer och andra industrimiljöer där människor dagligen kan komma i kontakt med föroreningar. Uppdraget är en del av arbetet med det nationella miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö. Arbetet med utredningar och efterbehandling av förorenade områden har intensifierats de senaste åren. Men saneringstakten behöver öka ytterligare för att Sverige ska uppfylla miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö innan år 2020.



Foto: Helena Andersson, SGU

Ett annat exempel på SGUs arbete med förorenad mark kommer från den tidigare sulfidfabriken i Rydöbruk, på gränsen mellan Halland och Skåne, som var i drift mellan 1898 och 1944. En restprodukt vid framställningen var kisaska (bränd svavelkis), som bland annat innehåller tungmetaller som arsenik, bly, kadmium, koppar, kvicksilver och zink, samt flera polyaromatiska kolväten som anses som cancerframkallande för människor. Vid Rydöbruk finns spår av kisaska i marken på flera ställen (den rödfärgade jorden på bilden). SGU är huvudman för saneringen av området, som påbörjades under 2013 och fortsätter en bit in på 2014.

Geologisk kartläggning av Skånes kust



Foto: Kärlin Malmberg Persson, SGU

Löderups strand på Skånes sydkust är ett av de mest utsatta områdena för stranderosion, där strandlinjen har flyttats 200 meter på fyrtio år.

I projekt Skånestrand kartlägger SGU jordarterna längs Skånes havsstränder, på havsbotten och till lands, för att skapa en enhetlig geologisk karta om förhållandena över och under havets yta. Kartorna behövs dels som underlag i arbetet med att motverka den pågående stranderosionen i regionen, dels för att förbättra krisberedskapen inför miljöskador.

Problemen med stranderosion längs Skånes kuster är stora på sina håll. Det mest kända exemplet är Löderup på sydkusten med en populär badstrand, ett stugområde och en camping. Strandlinjen har där flyttats 200 meter in i landet på cirka fyrtio år. Den intensiva stranderosionen sker

främst vid enstaka stormtillfällen. Ett sådant tillfälle var den så kallade Adventsstormen, den kraftiga stormen från nordväst under första advent 2011, då bland annat sandstranden vid Ängelholm drabbades av kraftig erosion.

HÖGRE HAVSYTENIVÅ ORSAK TILL EROSIONEN

Världshavets yta stiger cirka tre millimeter per år. Klimatförändringar antas leda till en fortsatt höjning av havsnivån och till fler stormar, vilket gör att problemen förvärras. Stranderosionen hotar byggnader, vägar och annan infrastruktur och också områden med stora naturvärden.

– Problemen med stranderosion är stora på många håll i världen. I Sverige är det främst Skåne som drabbas, vilket



”Problemen med stranderosion är störst i Skåne, vilket är bakgrunden till att SGU startat projekt Skånestrand.”

Kärlin Malmberg Persson, projektledare



I södra Sverige pågår en landsänkning, vilket är ett resultat av den höjning av havsytan som nu pågår. I övriga Sverige sker en landhöjning sedan istäcket dragit sig tillbaka vid slutet på den senaste istiden. Siffrorna i figuren till vänster anger landhöjning/sänkning i centimeter per år. Till höger: kartering på stranden vid Hammars backar på Skånes sydkust.



Foto: Kärlin Malmberg Persson, SGU

är bakgrunden till att vi har startat projektet Skånestrand, berättar Kärlin Malmberg Persson, statsgeolog och projektledare på SGU.

MÅNGA MILS KARTERING TILL FOTS

I projekt Skånestrand har vi gått till fots längs Skånes kust, cirka 58 mil, och gjort en detaljerad kartering av jordarter, lagerföljder och morfologi. Sträckor med aktiv erosion har också karterats, liksom olika typer av erosionskydd. Samtidigt med karteringen längs kusten har vi också gjort en klassning av stränderna i olika strandtyper baserad på ekologisk känslighet; det är en indelning som används som stöd vid saneringsinsatser efter oljeutsläpp. Resultaten från karteringen kommer att presenteras under 2014 i form av en rapport och en mängd kartor och databaser

Detta material är i första hand tänkt att användas som underlag för bedömning av erosionsprocesser och erosionskänslighet. Det kommer också att vara till nytta som planeringsunderlag för kustzonen och för frågor om mark- och havsbottenanvändning. För de marina mätningarna i Skånestrand-projektet har fartyg, båt och flygplan använts med fem olika hydroakustiska mätmetoder tillsammans med provtagning samt laserskanning. Fartyget, det är SGUs undersökningsfartyg Ocean Surveyor, och båten är SGUs undersökningsbåt Ugglan. Båda är utrustade med

hydroakustiska system, ekolods-, seismik- och sonarsystem. Ocean Surveyor har använts vid mer än cirka sex meters vattendjup och Ugglan med dess mätsystem har använts ned till två-tre meters vattendjup. Tillsammans ger de en heltäckande bild av havsbottens djupförhållanden och beskaffenhet från någon meters vattendjup ut till projektområdets gräns, vilket i Skåne är cirka tusen meter från strandkanten. I grunda områden kan det vara svårt att ta sig fram med båt, och då har flygburen laserskanning (Lidar-mätning) använts för att undersöka bottenens djupförhållanden och till viss del bottenytans beskaffenhet.

fortsättning på nästa sida



Foto: Kärlin Malmberg Persson, SGU

För att skydda husen vid stranden i Löderup bygger man strandskydd av sprängsten.



Foto: Björn Bergman, SGU

Vy över akterdäck på Ocean Surveyor under kartläggningen av Kattegatt, där två seismik-system som används syns i kölvattnet. Något till vänster bogseras en luftkanon (grå ponton) som genererar ljudvågor ned till två kilometer under havsbottenytan, och något till höger bogseras en signalkälla (orange pontoner), som via elektriska urladdningar genererar ljudvågor som penetrerar några hundra meter ned i havsbotten. Mellan dessa bogseras en 600 meter lång hydrofonkabel som registrerar signalerna efter att de har reflekteras i olika sediment- och berglager.

forts från föregående sida

När mätdata är inhämtad bearbetas data för att vi ska få en heltäckande bild av bottenytan från strandkanten ut cirka tusen meter. För att verifiera de hydrokustiska mätningarna gör SGU även ett antal geologiska och biologiska provtagningar med provtagare. Vi fotograferar också havsbotten.

ÄVEN UNDERSÖKNING AV VÄXTLIGHET

Under 2012 och 2013 har över 500 landmil mätning utförts samtidigt som över 270 prover har tagits hittills med Ocean Surveyor och Ugglan. Mätningarna har gjorts under augusti till oktober, bland annat för att också få en blick av undervattensvegetationens utbredning när den är som störst. Ett sådant exempel är utbredningen av ålgräs, som är viktig för många fiskarters fortplantning. Resultaten från karteringen är tänkt att användas som underlag för bedömning av erosionsprocesser och erosions-

känslighet. Mätresultaten kommer också att vara till nytta som planeringsunderlag för kustzonen och för frågor om mark- och havsbottenanvändning inom en mängd användningsområden. Den marina kartläggningen kommer ge underlag till och information om substrat, som är en viktig fysisk parameter för olika habitat. Känsliga bottenar från naturvårds- och sårbarhetssynpunkt kommer också att identifieras, vilket kan komma att vara kritisk information i händelse av miljöfarligt utsläpp. Vidare ges vägledning om lämpliga områden för olika typer av anläggningar som vind- och vägkraftverk, kabel- och rörläggning samt sand/grustäkter. Undersökningarna bidrar också med information om nutida och historiska föroreningar, utbredning av döda bottenar, förekomst av gashaltiga sediment, miljöfarlig dumpning, förekomst av vrak och arkeologiska lämningar.

Gränsöverskridande samarbete ger ny kunskap om Kattegatt

SGU har under året inlett ett samarbete med vår danska motsvarighet Danmarks och Grönlands Geologiska Undersökning (GEUS), samt universiteten i Aarhus och Köpenhamn för kartläggning av Kattegatts havsbotten, från den svenska kusten till den danska. Ett av syftena till det gränsöverskridande samarbetsprojektet är att erhålla kunskap om Kattegatts utveckling och koppla det till miljö- och klimatförändringar, både regionalt och globalt. De nya mätningarna kommer att jämföras med data från den senaste interglaciala cykeln, motsvarande de senaste 130 000 åren, och också ge en inblick i Östersjöns dränering och utveckling i slutet av den senaste istiden.

BÄTTRE PLANERING ÖVER NATIONSGRÄNSERNA

Ett annat syfte är att få kunskap om hur botten är uppbyggd och beskaffad samt sedimentens egenskaper. Denna kunskap, som inte tar hänsyn till nationsgränser, leder till bättre förutsättningar för planering och beslut vad gäller ett hållbart nyttjande och bevarande av havet från både naturvärdes- och resurssynpunkt. Kattegatt har bland annat sand/grusresurser och speciella naturmiljöer som så kallade bubbelrev. Dessa bildas av metangas i sediment som avsatts under den senaste interglacialen, och som sprider sig upp till bottenytan och där faller ut kalciumkarbonat i sanden och bildar revliknande strukturer i



”Under 2012 och 2013 genomförde vi över 5000 kilometer mätningar till havs i Skåne.”

Johan Nyberg, projektledare



Foto: Kärlin Malmberg-Persson, SGU

SGUs undersökningsfartyg Ocean Surveyor utanför Skånes kust.

kalk, vilket lockar till sig ett rikt växt- och djurliv. I detta samarbete har under fältarbetet SGUs undersökningsfartyg Ocean Surveyor använts utrustat med extra hydrokustiska mätsystem från Danmark, vilket har gjort att fyra olika mätmetoder har använts för att få en hög upplösning av bottenens uppbyggnad och strukturer från ytan ner till djupt liggande strukturer nära två kilometer under bottenytan. I Kattegatt förekommer, precis som på många andra håll runt Sveriges kuster, mindre seismisk aktivitet. Tack vare datainsamlingen går det nu att lokalisera och studera de förkastningar som orsakar detta på ett sätt som inte varit möjligt tidigare.

Mätdata som har samlats in kommer också att kopplas samman med de resultat från borrning söder om Anholt, som har utförts under året inom det internationella borrhingsprogrammet av världens hav IODP (Integrated Ocean Drilling Program) från fartyget Greatship Manisha.

Geoturism – att öka intresset för geologi



Den välkända utsikten över Rapadalen inom världsarvet Lapponia. Den storslagna naturen rymmer spännande geologiska berättelser över stora tidsrymder, där SGUs kunskap och information kan bidra till att lyfta fram landskapets utveckling och på så sätt öka besöksupplevelsen.

Med hjälp av en geologisk dimension kan upplevelsen av platser i naturen bli ännu större. Kopplingen mellan geologin och vår kulturhistoria, växt- och djurliv samt landskapet finns nästan alltid där. SGU arbetar med geoturism som ett sätt att på lång sikt öka intresset för, och kunskapen om, ämnet geologi i samhället.

Geologin är en resurs som kan betonas betydligt mer inom besöksnäringen. På senare år har omvärldens intresse för att ta med geologin i olika turistsatsningar ökat. På många håll i landet pågår projekt för att attrahera nya besöksströmmar, eller öka besöksvärdet hos redan befintliga turistmål. De geologiska förhållandena och värdena utgör viktiga ingredienser även för rekreation och friluftsliv. Landskapets uppbyggnad och variation kan genom att beskrivas i ett geologiskt perspektiv erbjuda nycklar till att förstå den naturhistoriska utvecklingen. Geologiska plat-

ser som är särskilt värdefulla för oss, till exempel platser som är viktiga för utbildning och vetenskap, eller de som vi uppskattar för särpräglade eller vackra former, utgör det vi kallar geologiska arv. De är viktiga att uppmärksamma och förvalta på ett långsiktigt hållbart sätt. För att bedöma och beskriva vad som är geologiskt intressant på en plats behövs kunskap om det geologiska sammanhanget, om den geologiska utvecklingen och tidsperspektivet.

– Med vår geologiska kunskap och överblick kan SGU hjälpa till att lyfta fram geologiskt intressanta platser och



För att uppmärksamma intressant geologi har SGU tagit initiativ till att på vissa geologiskt intressanta platser producera informationsmaterial och skyltar. Här uppmärksammas en förkastning i Röjnoret, väster om Skellefteå, som har väckt uppmärksamhet genom att den visar på stora förkastningsrörelser i en oväntat ung geologisk tidsålder.

bidra med saklig information, säger Gunnel Ransed, som jobbar med geologiska naturvärden och geoturism på SGU.

SGU arbetar på flera sätt för att få in det geologiska perspektivet i natur- och kulturturismen, liksom för att belysa de geologiska naturvärdena även i den fysiska planeringen. Förståelsen av Sveriges geologi och dess betydelse för samhället ökar och relevanta bedömningsgrunder är viktig i all typ av markanvändning. SGU fungerar därför som en kunskapsbas för andra myndigheter och aktörer som vill lyfta fram geologin i besöksnäringen, liksom för en intresserad allmänhet och den geologiskt intresserade i synnerhet. Genom åren har vi under olika former medverkat till bland annat geoturistkartor inom några av våra nationalparker, geovetenskapliga guider och samverkat med lokala och regionala projekt.

För att lyfta ämnet geologi och visa att geologi skapar mervärde för vår upplevelse av både natur och kultur startade SGU 2012 den återkommande tävlingen Geologiskt Arv, där Minnesfjället i Västra Götaland tog hem förstapriset. Under 2014 fortsätter tävlingen med att



”Med vår geologiska kunskap och överblick kan vi hjälpa till att lyfta fram geologiskt intressanta platser.”

Gunnel Ransed, statsgeolog

uppmärksamma fler geologiskt intressanta platser. Vi har också initierat och utvecklat den internationella mobilappen GeoTreat, som via samarbetsprojekt med flera länder erbjuder möjligheter att hitta och studera geologiska besöksmål direkt via mobiltelefonen, antingen hemma eller på plats i naturen. Arbetet med att fylla på GeoTreat med mer geologisk information pågår såväl i Sverige som i många andra länder. SGU arbetar också med en karttjänst för geologiskt intressanta platser och sevärdheter.

SVENSK GEOPARK

Geoparker är ett exempel på hur man kan arbeta med geoturism i större skala. SGU lanserade 2013 en svensk nationell modell av geopark, Svensk geopark, som vänder sig till områden där man vill lyfta fram geologiska besöksmål och genom dessa få den lokala ekonomin att växa.

En viktig uppgift för geoparker är att sprida kunskap om områdets geologiska förutsättningar och sätta dessa

Geoparker i ett internationellt perspektiv

Det internationella geoparksnätverket GGN (Global Geoparks Network), där de flesta geoparkerna ligger i Europa och Asien, består av 100 medlemmar i 29 länder. GGN verkar i Europa genom EGN (European Geoparks Network), med 58 medlemmar i 21 länder. Den första geoparken i Sverige, Geopark Öland, som invigdes 2012, är dock fristående. Andra svenska områden med ambitioner att bli geoparker är Siljansringen, Vilhelmina, Riddarhyttan och Västergötland, där Siljansringen har kommit längst i arbetet med att bli upptagen som en internationell geopark.

i ett samhällsperspektiv, samt att sprida geologisk kunskap till allmänheten. De besöksmål man väljer att lyfta fram ska vara geologiskt sevärd och ha stora geologiska naturvärden. Kopplingar till kulturvärden och andra naturvärden stärker den geologiska upplevelsen, eftersom de geologiska värdena då upplevs i ett större sammanhang. Det skapar ett bredare intresse för platsen och gör att man kan nå ett större antal besökare. Presentationen av besöksmålen ska vara tydlig och göra platsen värd att komma till även om man inte har detaljerade geologiska förkunskaper

För att skapa hållbara besöksmål måste geoparken ha en strategi för målens tillgänglighet. Därför är det viktigt med samverkan mellan geoparken och markägaren samt förvaltaren av platsen, så att man tar hänsyn till de geologiska naturvärden som finns och förvaltar dessa på bästa sätt. Exempel på förvaltare kan vara länsstyrelse, kommun, privata markägare eller en förening. Det ligger även i geoparkens intresse att stödja och uppmuntra forskning som berör hur man på bästa sätt tar tillvara och bevarar vårt geologiska arv. För att bli medlem i nätverket Svenska geoparker ska man på ett vetenskapligt sätt beskriva områdets geologiska förutsättningar, det geologiska tema



SGU lanserade Svensk Geopark under Geologins Dag 2013 i Rättvik, se bilden. Där pågår det regionala projektet Meteorum, som siktar på att bli internationell geopark med fokus på det meteoritnedslag som bildade Siljansringen.



”Svensk geopark är ett bra sätt att öka intresset för geologi och sprida geologisk information till samhället.”

Linda Wickström, statsgeolog

som man vill lyfta fram och de besöksmål som är tänkta att ingå i geoparken. Denna detaljerade beskrivning kan sedan fungera som underlag för till exempel lokala guider, skyltar och broschyrer för att sprida kunskap om områdets geologiska historia och de geologiska sammanhangen till allmänheten.

– Svensk geopark kommer att vara en viktig kanal för att sprida intresset för geologi i Sverige, och för att i förlängningen också uppmärksamma nyttan av geologisk information, säger Linda Wickström, som arbetar med geoturism och geoparker på SGU.



Den första geoparken i Sverige, GeoPark Öland, invigdes i maj 2012. Att lyfta fram geologin i landskapet är en del i geoparkens uppgift. Här en informationsplats på Alvaret inom GeoPark Öland.



Det sägs att fjället Städjan i norra Dalarna har inspirerat till Sveriges nationalsång "Du gamla, du fria, du fjällhöga nord". Den särpräglade silhuetten av fjället är välkänd och förklaras ofta med att den utgör en erosionsrest med en hätta av hård kvartsit. Förutom landskapsbilden finns en mycket större geologisk berättelse. Städjan och Nipfjället (i förgrunden) är en av de sydligaste utposterna i Sverige av den berggrund som utgörs av överskjutningsskolor från en kollision mellan två kontinenter för drygt 400 miljoner år sedan. Denna berggrund fortsätter härifrån vidare norrut längs fjällkedjan och brukar populärt kallas "fjällberggrunden". Foto: Gunnel Ransed, SCU.

Forskning för en hållbar tillväxt

Några av SGUs viktiga uppgifter är att öka kunskapsnivån och medvetenheten om geologins betydelse i samhället, att skydda vårt grundvatten och att säkerställa en hållbar råvaruförsörjning. Vi arbetar med geologisk forskning tillsammans med akademien och industrin för att stärka den utvecklingen och för att säkra vår egen geologiska kunskap.

För att stärka den svenska konkurrenskraften och främja innovation inom geosektorn har SGU fördjupat samarbetet med och mellan universiteten och näringslivet. En av utmaningarna som Europa står inför är en hållbar råvaruförsörjning. Sverige har en ledande roll när det gäller metoder för hållbar utvinning och hög effektivitet, men i framtiden kommer vi att ställas inför allt högre krav på hållbarhet och minskad miljöbelastning. Under 2013 har SGU varit med och utarbetat en strategisk forskningsagenda tillsammans med akademi och industri inom gruvsektorn – Strategic research and innovation agenda for the Swedish mining and metal producing industry (Strim).

FORSKNING FÖR SAMHÄLLET

Ett exempel på SGUs forskning gäller grundvattnets och geologins betydelse för grundvattenberoende ekosystem. Behovet av kunskap är stort, dels för att klara miljömålnens preciseringar och de krav som ställs genom EUs ramdirektiv för vatten, dels för att möta projektspecifika kunskapsbehov inom exempelvis gruvnäring och infrastruktur. I sådana situationer har det till exempel varit svårt att veta hur grundvattenbortledning kan komma att påverka närbelägna våtmarker.

SGUs grundvattenforskning sker på flera fronter. Ett internt forskningsprojekt pågår för att samla in befintlig information om geologiska typmiljöer kring olika ekosystem. Uppdrag har genomförts som stöd till Sveriges vattenförvaltning inom ramen för miljömålsarbetet. Arbetet görs i nära samarbete med konsulter och universitet och är ett viktigt led i framtagandet av bedömningsgrunder för framtida statusklassning av grundvattnet. I samarbete med akademien har SGU gjort en aktiv satsning på kompetensutveckling för medarbetare vid SGU. Inom ramen för sin



Som stöd till Sveriges vattenförvaltning har SGU identifierat grundvattenförekomster (blå områden) som bedöms stå i kontakt med Natura 2000-områden med känsliga grundvattennivåberoende arter (gröna områden). Här ett exempel från norra Uppland/Gästrikland.

anställning får två medarbetare genomgå en utbildning på forskarnivå till en licentiatexamen vid universiteten i Uppsala och Göteborg.

SEDIMENTBANKAR OCH MORÄNLANDSKAP

Ett av projekten, som kommer att bedrivas i samarbete med Uppsala universitet och Sveriges lantbruksuniversitet, handlar om kopplingen mellan starkt förorenade sediment och kraftigt förhöjda halter av miljögifter i havsörnsägg längs Västernorrlands kust. Det andra projektet är en studie av moränbacklandskapet vid Småländska höglandet,



”Flera viktiga initiativ har tagits för en hållbar råvaruförsörjning inom EU.”

Göran Risberg, avdelningschef för Mark och grundvatten

vilket tidigare karterats som dödismorän. Genom studier med nya metoder framträder en helt annan bild av moränbacklandskapet vilket gör att vi kommer att öka förståelsen av Sveriges glaciationshistoria.

ADJUNGERADE PROFESSORER

SGUs satsning på adjungerade professorer vid Uppsala universitet, Lunds universitet, Chalmers tekniska högskola och Luleå tekniska universitet har bland annat resulterat i uppbyggnad och handledning av doktorandprojekt och kurser för masterstudenter och doktorander. Samarbetet

med Luleå tekniska universitet har bland annat resulterat i två doktorandprojekt inriktade på de processer som bildade sulfidmineraliseringar i sandsten direkt öster om fjällkedjan, liksom sulfidmineraliseringar i Falun.

I samarbete med Lunds universitet har en successiv uppbyggnad av kunskap och kompetens kring tillämpad geologi med fokus på områden som koldioxidlagring, geoenergi och byggande i sedimentär berggrund skett under tre år. Samarbetet med Chalmers tekniska högskola ger bland annat studenter inblick i myndigheternas arbete med att skydda grundvattnet, samt ökade forskningsresurser för att fastställa ett samhällsekonomiskt värde på grundvattnet (se artikel nedan).

I samarbetet med Uppsala universitet har bland annat utbildningen inom malmmikroskopi expanderats och utvecklats kraftigt, och flera samarbetsprojekt inom forskning på mellansvenska järnmalmer och kritiska och högteknologiska metaller i gruvavfall och mineraliseringar i Bergslagen har genomförts och startats.

Samarbete med Chalmers ger bättre grundvattenskydd

En av de adjungerade professorstjänsterna vid SGU är förlagd till Chalmers tekniska högskola i Göteborg. Denna samverkan innebär bland annat att studenterna på olika nivåer i sin utbildning får en inblick i hur man arbetar på en myndighet med grundvatten och tillhörande miljörelaterade frågor. Undervisningen berör framför allt grundvattenresurser, frågor kring vattenskydd och genomförande av arbeten inom ramen för miljömålssystemet.

Därutöver är en stor del av SGUs insatser inom denna tjänst knuten till den forskning som bedrivs inom forskargruppen DRICKS, som är verksam inom hela dricksvattensektorn. Det innebär forskningsinsatser i frågor som rör råvattnets kvalitet och mängd, beredning och distribution där riskanalyser och kostnadsnyttoanalyser är viktiga arbetsredskap. Hittills har störst fokus legat på ytvatten som råvattenkälla. Projekt med inriktning mot grundvatten har dock ökat i omfattning under senare tid. Flera nya grundvattenprojekt är nu igång eller i uppstartsfas. Exempelvis har ett projekt som syftar till att utarbeta verktyg för att bedöma de mikrobiologiska riskerna för grundvattentäcker, speciellt anläggningar med konstgjord infiltration, påbörjats.

Samarbetet mellan SGU och Chalmers inom DRICKS har under 2013 också mynnat i ett projekt för att beskriva grundvattentjänster som är viktiga i samhället. Projektet är en del i SGUs arbete med att beskriva och värdera grundvattnet som ekosystemtjänst. I ett första steg görs en inventering av särskilt viktiga tjänster kopplade till grundvattenresurser i Sverige, till exempel

som försörjare av dricksvatten, som resurs för bevattning, som processvatten till industri eller som geoenergi. I projektets nästa steg inventeras olika metoder för att värdera dessa tjänster i ekonomiska termer, och en analys görs av hur resultaten kan användas i olika beslutsunderlag. Under arbetets gång ska även kunskapsluckor och framtida arbetsinsatser identifieras. Till sådana hör bristande kunskap om grundvattnets ekosystem och samspelet mellan ekosystem i grundvatten, ytvatten och på land.

– Grundvattnets betydelse som ekosystemtjänst har tidigare inte berörts inom forskningen i någon nämnvärd omfattning. Därför är detta projekt viktigt för att utveckla kunskapen om grundvattnets tjänster. Avsikten är att bestämma ett värde på en grundvattenresurs och riskerna för påverkan, för att på så sätt synliggöra grundvattnets betydelse för samhället. Resultaten ska bidra till att säkerställa ett bättre skydd av grundvattenresurserna i framtiden, säger Lars Ove Lång, adjungerad professor på SGU.



Lars Ove Lång, adjungerad professor, SGU.

Resultatet från projektet kommer att bli ett viktigt diskussionsunderlag kring frågor om grundvatten- och ekosystemtjänster generellt i samhället. För SGUs del pågår arbetet med att implementera frågor om ekosystemtjänster i myndighetens verksamhet. Utfallet från detta projekt förväntas bli ett väsentligt bidrag.

SGU värd för stor mineralkonferens

Som ett led i arbetet med att stärka banden till akademien stod SGU värd för en stor forskarkonferens om mineraliseringar, SGA-biennalen, i Uppsala under augusti. Intresset från omvärlden var stort med 700 internationella forskare på plats. Ett viktigt tema på konferensen, som var ett samarbete med universitetet i Uppsala, Luleå och Stockholm, samt de geologiska undersökningarna i Norge och Finland, var hållbarhet inom gruvnäringen.

– Gruvföretagen har tagit stora steg framåt i arbetet med hållbarhet, men detta är fortfarande ganska okänt ute i samhället och det finns också mer att göra. Här behövs mer kunskap och kommunikation, förklarade Jeremy Richards, professor vid universitetet i Alberta, Kanada, och en internationell auktoritet på hållbar gruvdrift.

NÄRPRODUCERAT – BRA ÄVEN FÖR GRUVINDUSTRIN

Fram till år 2011 hade det producerats 10 miljarder mobiltelefoner i världen. Ändå är det relativt okänt att en smartphone innehåller mellan 40 och 60 metaller, och ännu mer okänt varifrån metallerna kommer. Under konferensen drogs paralleller med livsmedelsindustrin, där närproducerat förknippas med något positivt och hållbart,



Michael Harris, teknikchef på Rio Tinto.

medan raka motsatsen gäller för gruvindustrin. Produkter från gruvbrytning är efterfrågade, men verksamhetens påverkan på omgivningen väcker många frågor. Michael Harris, teknisk chef på det internationella gruvföretaget Rio Tinto, menade att gruvbolag bör ta ansvar för sin klimatpåverkan och exempelvis i förväg kartlägga ett områdes flora och fauna för att minska och kompensera för miljöpåverkan och för att kunna rehabilitera området. Bolagen bör också engagera lokalbefolkningen både i att återställa och utveckla området, och se till att inkomsterna fördelas långsiktigt i närområdet.

– Gruvindustrin måste förtjäna rätten till den vinst de

gör på gruvbrytning. Miljöskydd kostar, men det är också en moralisk skyldighet, säger Michael Harris.

STORA KUNSKAPSLUCKOR

Det kan finnas många orsaker till brist på vissa tekniska metaller, inte minst kunskapsmässiga. Många av dessa metaller är egentligen inte alls ovanliga i jordskorpan.

– Här har de geologiska undersökningarna i världen ett stort ansvar för att sprida kunskap om de regionala tillgångarna, sade Gus Gunn, ansvarig för ekonomisk geologi på Storbritanniens geologiska undersökning.

Det stora internationella intresset för SGA-konferensen var delvis en följd av Sveriges goda rykte som gruvland.

– Många ser Sverige som ett föregångsland när det gäller att förena hårda miljökrav med en lång, framgångsrik gruvhistoria, sade kanadensaren Jeffrey Hedenquist, en ledande forskare inom malmgeologi.

En annan deltagare, Jens Gutzmer, chef på Helmholtz Institute Freiberg for Resource Technology (HIF), höll med:

– Tyskland är ett gammalt gruvland där kunskapen har fallit i glömska. Vi måste därför bygga upp en kärnkompetens på detta område – för framtiden. Här har vi mycket att lära av Sverige som gruvnation.

SAMARBETE OCH KOMMUNIKATION ÄR FRAMTIDEN

En stark trend inom forskningen idag är att jobba gränsöverskridande med många kompetenser i en grupp.

– Att som på SGA samarbeta och kommunicera, forskare emellan och tillsammans med representanter för industri och myndigheter, är framtiden, sade Jeffrey Hedenquist, som under 2014 återvänder till Uppsala för en konferens om hållbar gruvnäring.



Under SGA-konferensen arrangerades geologiska exkursioner till ett antal intressanta geologiska platser i Norden. Här tittar exkursionsdeltagare under ett besök vid Bastnäsgruvorna i Bergslagen på de omfattande och metallrika varphögarna vid det som en gång var världens första gruva för sällsynta jordartsmetaller (REE). De kvarvarande mineral- och metallresurser som finns i form av slig, slagg och varp i Sveriges gamla gruvområden blir allt mer intressant för framtida utvinning. Foto: Erik Jonsson, SGU.

Det är vi som är SGU

Medarbetarnas kunskap och erfarenhet är grunden för en expertmyndighet som SGU. 260 personer med stor kompetens inom geovetenskap och teknik finns på sju kontor i landet. Under 2013 har vi framför allt satsat på att vidareutveckla vår personal, säkerställa kompetensöverföringen från äldre till yngre medarbetare och starta en utbildning av framtidens ledare på SGU.

Vi har under året rekryterat två nya enhetschefer, till Berggrund /geokemi, och till Maringeologi, samt också vissa nyckekompetenser. Arbetet med att introducera det stora antalet medarbetare som anställdes under de senaste åren har fortsatt. Nyanställningarna har lett till att vi nu också har ett flertal medarbetare med gedigen expertkompetens och erfarenhet av geologisk verksamhet ifrån andra länder.

För att ha motiverade och förberedda kandidater till framtida chefsuppdrag och kunna erbjuda medarbetare karriärutveckling startades SGUs ledarinventeringsprogram Grogund under 2013. Nio medarbetare kommer under cirka ett år att genomgå ett utvecklingsprogram för att få insikt i vad ledarskap och chefsrollen innebär och för att känna sig förberedda för, och motiverade till, att söka kommande chefsuppdrag.

Under 2013 har vi också planerat och genomfört utbildningar i förvaltningskunskap, projektledarutbildning, konflikthantering, mediaträning och retorik. Chefer har också deltagit i individuella chefsutvecklingsprogram.

Under hösten har en försöksverksamhet med SGU-doktorander inletts. Syftet är bland annat att fördjupa SGUs

kompetens inom några viktiga områden, att ytterligare stärka samarbetet med universiteten och att möjliggöra flera karriärvägar inom SGU. Inom ramen för sin anställning kommer tre personer att få möjlighet att på deltid verka på forskarnivå under fyra år med sikte på en licentiatexamen vid universiteten i Uppsala, Göteborg respektive Luleå. Arbetet med att överföra kompetens när medarbetare går i pension har fortsatt under året. Detta underlättas bland annat genom att medarbetare som nått pensionsåldern ofta får möjlighet till fortsatt anställning för främst kompetensöverföring.

SGU FINNS I HELA LANDET

Våra medarbetare finns i hela landet, från Skåne till Norrbotten. De flesta jobbar på huvudkontoret i Uppsala. SGU har också lokala kontor i Lund, Göteborg, Stockholm och i Malå, Västerbottens län, där arkivet med borrhärdar finns. Genom Bergsstaten, den del av SGU som beslutar om tillstånd för prospektering och gruvbrytning i Sverige, har vi också kontor i Luleå och Falun.

Om att bli antagen som SGU-doktorand

Det var när jag såg de söndersprängda korallreven och föroreningsproblemen runt Mombasas hamn som jag bestämde mig för att jobba med marina miljöer och relaterade problemställningar. Nu, 13 år senare, jobbar jag som marin miljögeolog på SGU och har utöver min tjänst fått chansen att som SGU-doktorand forska på starkt förorenade sediment. Jag ser verkligen fram emot att föra fram den marina geologins betydelse i arbetet med havens ekosystem, havsplanering och miljömål. Jag får chansen att fördjupa mig i mitt ämne, som bland annat handlar om kopplingen mellan mycket höga halter av gamla miljögifter i fibersediment längs Västernorrlands kust och havsörnens svårighet att reproducera sig. Det vi släpper ut i naturen hamnar förr eller senare i sedimenten där det begravs. Det som göms i snö kommer fram i tö, så även på havets botten!

Anna Apler, statsgeolog med inriktning på maringeologi.



Om att delta i SGUs interna chefsutvecklingsprogram Grogrund

Redan vid första mötet i Grogrund kände jag att det skulle bli något speciellt. Engagemanget, nyfikenheten och förväntan var stor och den känslan har hållit i sig och förstärks under hösten. Våra olika bakgrunder både vad gäller ämnesområden och framförallt ledarskap gör Grogrund mycket givande. Programmet ger oss möjlighet att gräva djupt i ledarskapsfrågorna och chefsrollen utan att begränsa oss till SGUs kontext. Det är vi som sätter ramarna. Vi har haft två mycket givande internat utanför SGU tillsammans med en coach och våra interna eldsjälar på personalsidan som utmanat oss med nya kunskaper och uppgifter. Vi är en bra fungerande grupp där alla ger allt i sammankomsterna och delar med sig mycket av sig själva och sina erfarenheter. Jag önskar att alla på SGU får möjlighet att jobba med så inspirerande, positiva och engagerade kollegor. Oavsett om SGU kommer att utnyttja oss i olika chefsroller i framtiden eller ej så vet jag att vi i varandra har skapat ett nätverk som kommer att ge mycket tillbaka i framtiden.



Björn Bergman, statsgeolog med inriktning på geofysik och maringeologi.

Om att börja på SGU med lång internationell erfarenhet

Att jobba för SGU är både motiverande och spännande. För mig personligen, innebär det att komma tillbaka till en igenkänd och minnesrik geologisk miljö - att återvända till mitt "geologiska" hemland. Sverige är rikt på mineralresurser, och min vision är att SGU ska ligga i framkant och bidra till ett genomgående ökande intresse för prospektering i Sverige. SGUs geologiska underlag ska hjälpa den svenska gruvindustrin att bevara och utveckla sin ledande position. Genom effektivare utvinning och återvinning kan vi skapa en stabil och hållbar tillgång till de resurser som samhället behöver för att utvecklas. Kommande år blir spännande och intressanta för SGU med nya mineralprojekt knutna till EU:s forsknings- och Innovationsprogram. Här kan SGU agera proaktivt och vara med från början i processen i Europa och ute i världen. Det är viktigt att få den geologiska informationen och kunskapen att tillämpas och utnyttjas av samhället, industrin och näringslivet i allmänhet.



Nikos Arvanitides, enhetschef för berggrundsgeologi och geokemi. Nikos är född i Thessaloniki, Grekland, och flyttade till Sverige 1970, där han utbildade sig till geolog. Han har arbetat nära 30 år i SGUs grekiska motsvarighet och varit verksam i en rad internationella grupper.



Vetenskapliga publikationer

SGU arbetar för att föra geovetenskapen framåt och skapa en brygga mellan forskningen och dess användning i samhället. Vårt bidrag är att bedriva egen forskning, ge stöd till universitet och högskolor samt att delta i nätverk och samarbetsprojekt. Här följer en lista på vetenskapliga publikationer som SGUs medarbetare har medverkat i under 2013.

- Anthonsen, K.L., Aagaard, P., Bergmo, P.E.S., Erlström, M., Fareide, J.I., Gislason, S.R., Mortensen, G.M. & Snæbjörnsdóttir, S.Ó.: CO₂ storage potential in the Nordic region. Elsevier, Energy Procedia, Volume 37.
- Appelquist, K., Döse, M., Trägårdh, J. & Göransson, M.: Correlation between test-methods for alkalisilica-reactivity of Swedish aggregates for concrete. Mineral deposit research for a high-tech world. Proceedings of the 12th Biennial SGA meeting.
- Brojerdi, F., Juhlin, C., Malehmir, A. & Stephens, M.B.: Reflection seismic imaging of the deeper structures at the Forsmark spent nuclear fuel repository site, central Sweden. Journal of Applied Geophysics 89.
- Bluemel, B., Leijd, M., Dunn, C., Hart, C., Saxon, M. & Sadeghi, M.: Biogeochemical expression of Rare Earth Element and Zirconium mineralization at Norra Kärr, Southern Sweden. Journal of Geochemical Exploration. volume 133.
- Carranza, E.J.M., Sadeghi, M. & Billay, A.: Data integration for interpretive bedrock mapping in the Giyani area (South Africa). Mineral deposit research for a high-tech world. Proceedings of the 12th Biennial SGA meeting.
- Cheraghi, S., Malehmir, A., Bellefleur, G., Bongajum, E., Bastani, M.: Scaling behavior and the effects of heterogeneity on shallow seismic imaging of mineral deposits: A case study from Brunswick No. 6 mining area, Canada. Journal of Applied Geophysics 90.
- Donohue, S., Long, M., L'Heureux, J.-S., Solberg, I.-L., Sauvin, G., Rømoen, M., Kalscheuer, T., Bastani, M., Persson, L., Lecomte, I., O'Connor, P.: The Use of Geophysics for Sensitive Clay Investigations. Book Chapter in Landslides in Sensitive Clays, From Geosciences to Risk Management, 159-178.
- Fredh, D., Broström, A., Mazier, F., Rundgren, M., Lagerås, P. & Zillén, L.: The impact of land-use change on floristic diversity at regional scale in southern Sweden 600 B.C.–A.D. 2008. Biogeosciences 10.
- Gee, D., Ladenberger, A., Dahlqvist, P., Majka, J., Be'eri-Shlevin, Y., Frei, D. & Thomsen, T.: The Baltoscandian margin detrital zircon signatures of the central Scandes. In Corfu, F., Gasser, D. & Chew, D.M. (eds). New Perspectives on the Caledonides of Scandinavia and Related Areas. Geological Society, London.
- Gonzales J., Ladenberger, A., Andersson, M. & Morris G.: The influence of porphyry and epithermal related hydrothermal alteration zones on the geochemical patterns in till, Northern Norrbotten, Sweden. Mineral deposit research for a high-tech world. Proceedings of the 12th Biennial SGA meeting, 12–15 August 2013.
- Högdahl, K., Troll, V.R., Nilsson, K.P. & Jonsson, E.: Structural evolution of the apatite-iron oxide deposit at Grängesberg, Bergslagen, Sweden. Mineral deposit research for a high-tech world. Proceedings of the 12th Biennial SGA meeting.
- Jonsson, E. & Högdahl, K.: New evidence for the timing of formation of Bastnäs-type REE mineralisation in Bergslagen, Sweden. Mineral deposit research for a high-tech world. Proceedings of the 12th Biennial SGA meeting.
- Jonsson, E., Högdahl, K., Majka, J. & Lindeberg, T.: Roquesite and associated indium-bearing sulfides from a Paleoproterozoic carbonate-hosted mineralisation: Lindbom's Prospect, Bergslagen, Sweden. Canadian Mineralogist 51.
- Jonsson, E., Troll, V.R., Högdahl, K., Harris, C., Weis, F., Nilsson, K.P. & Skelton, A.: Magmatic origin of giant central Swedish "Kiruna-type" apatite-iron oxide ores. Scientific Reports 3.
- Jonsson, E. et al. (eds.): Mineral deposit research for a high-tech

- world. Proceedings of the 12th Biennial SGA meeting.
- Jonsson, E. (ed.): The Norra Kärr REE-Zr project and the birth-place of the light REEs. SGA Excursion guidebook SWE₃, SWE₆ & SWE₇.
- Kalscheuer, T., Bastani, M., Donohue, S., Persson L., Pfaffhuber, A. A., Reiser, F., Ren, Z.: Delineation of a quick clay zone at Smørgrav, Norway, with electromagnetic methods under geotechnical constraints. *Journal of Applied Geophysics* 92.
- Kamm, J., Lundin, I.A., Bastani, M. & Sadeghi, M.: Integrated 3D interpretation of geological, geophysical and petrophysical data. A case study from a gabbro intrusion in Boden, Sweden. Mineral deposit research for a high-tech world. Proceedings of the 12th Biennial SGA meeting.
- Kampmann, T.C., Weihed, P. & Stephens, M.B.: Structural investigation and 3D modelling of the Falun pyritic Zn-Pb-Cu-(Au-Ag) sulphide deposit, Bergslagen region, south-central Sweden. Mineral deposit research for a high-tech world. Proceedings of the 12th Biennial SGA meeting.
- Klonowska, I., Majka, J., Janák, M., Gee, D.G., & Ladenberger, A.: Pressure-temperature evolution of a kyanite-1 garnet pelitic gneiss from Åreskutan: implications for (U)HP metamorphism of the Seve Nappe Complex, west-central Jämtland, Swedish Caledonides. *Journal of Geological Society, London*.
- Ladenberger, A., Be'eri-Shlevin, Y., Claesson, S., Gee, D.G., Majka, J. & Romanova, I.V.: Tectonometamorphic evolution of the Åreskutan Nappe – Caledonian history revealed by SIMS U-Pb zircon geochronology. *Journal of Geological Society, London*.
- Lindborg, T., Brydsten, L., Sohlenius, G., Strömgren, M., Andersson, E. & Löfgren A. 2013: Landscape Development During a Glacial Cycle: Modeling Ecosystems from the Past into the Future. *Ambio* 42.
- Luth, S., Willingshofer, E., ten Borgh, M., Sokoutis, D., van Otterloo, J., & Versteeg, A.: Kinematic analysis and analogue modelling of the Passeier- and Jaufen faults: implications for crustal indentation in the Eastern Alps. *International Journal of Earth Sciences*.
- Lynch E.P., Feely M., Selby D., Wilton D.H.C. and Fallick A.E.: Sulfur isotope composition of granite-molybdenum systems formed within a collided orogen setting: Insights from the Newfoundland Appalachians, Canada. Mineral deposit research for a high-tech world. Proceedings of the 12th Biennial SGA meeting.
- Majka J., Be'eri-Shlevin, Y., Gee, D.G., Czerny, J., Frei, D. & Ladenberger, A.: Torellian (c. 640Ma) metamorphic overprint of the Tonian (c. 950Ma) basement in the Caledonides of southwestern Svalbard. *Geological Magazine*, in press.
- Majka, J., Jonsson, E., Högdahl, K., Troll, V.R., Harlov, D. & Nilsson, K.P.: Textural relations and mineral chemistry of REE in the Grängesberg apatite-iron oxide deposit, Sweden: the role of fluids. Mineral deposit research for a high-tech world. Proceedings of the 12th Biennial SGA meeting.
- Malehmir, A., Bastani, M., Krawczyk, C.M., Gurk, M., Ismail, M., Polom, U. & Persson, L.: Geophysical assessment and geotechnical investigation of quick-clay landslides – a Swedish case study. *Near Surface Geophysics* 11.
- Malehmir, A., Saleem, M. U. & Bastani, M.: High-resolution reflection seismic investigations of quick-clay and associated formations at a landslide scar in southwest Sweden. *Journal of Applied Geophysics* 92.
- Möller, C., Bingen, B., Andersson, J., Stephens, M.B., Viola, G., & Scherstén, A.: A non-collisional, accretionary Sveconorwegian orogen – Comment. *Terra Nova* 25:2.
- Ottesen, R.T., Birke, M., Finne, T.E., Gosar, M., Locutura, J., Reimann, C., Tarvainen, T. & The GEMAS Project Team (Madelen Andersson, Anna Ladenberger, Martiya Sadeghi): Mercury in European agricultural and grazing land soils. *Applied Geochemistry* 33.
- Parnell, J., McMahon S., Blamey, N.J.F., Hutchinson I.B., Harris, L.V., Ingleby R., Edwards, H.G.M., Lynch, E. & Feely, M.: Detection of reduced carbon in a basalt analogue for martian nakhlite: a signpost to habitat on Mars. *International Journal of Astrobiology*.
- Petersson, A., Scherstén, A., Andersson, J., & Möller, C.: Zircon U–Pb and Hf – isotopes from the eastern part of the

- Sveconorwegian Orogen, SW Sweden: implications for the growth of Fennoscandia. Geological Society, London.
- Petrosino, P., Sadeghi, M., Albanese, S., Andersson, M., Lima, A. & De Vivo, B.: REE contents in solid media and stream waters from different geological contexts: comparison between Italy and Sweden. *Journal of geochemical exploration*, volume 133.
- Pässe, T. & Daniels, J.: Strandnivåns förändringar i skandinavien. In: K. Streiffert Eikeland & M. Miller (Eds.) *En maritim värld – från stenåldern till idag*. Bricoleur Press.
- Reinholdsson, M., Snowball, I., Zillén, L., Lenz, C. & Conley, D. J.: Magnetic enhancement of Baltic Sea sapropels by greigite magnetofossils. *Earth Planet. Sci. Lett.* 366.
- Ripa, M. (2012, men utgiven 2013): Metal zonation in alteration assemblages at the volcanogenic Stollberg Fe–Pb–Zn–Mn(–Ag) skarn deposit, Bergslagen, Sweden. *GFF* 134.
- Saaltink, R., Griffioen, J., Mol, G., Birke, M., The GEMAS Project Team (Madelen Andersson, Anna Ladenberger): Geogenic and agricultural controls on the geochemical composition of European agricultural soils. *Journal of Soils and Sediments*. October 2013.
- Sadeghi, M.: Regional Metamorphism versus Hydrothermal Alteration/Metasomatism Related to Sulphide Mineralisation in the Bergslagen districts, Sweden. Mineral deposit research for a high-tech world. Proceedings of the 12th Biennial SGA meeting.
- Sadeghi, M., Petrosino, P., Ladenberger, A., Albanese, S., Andersson, M., Morris, G., Annamaria Lima, A., De Vivo, B. & The GEMAS Project Team: Ce, La and Y concentrations in agricultural and grazing-land soils of Europe. *Journal of Geochemical Exploration* 133.
- Saintilan, N.J.D., Fontboté, L., Stephens, M.B. & Lundstam, E.: Reactivated basement structures and their control on sandstone-hosted Pb-Zn deposits along the eastern front of the Scandinavian Caledonides. Mineral deposit research for a high-tech world. Proceedings of the 12th Biennial SGA meeting.
- Scheib, A.J., Birke, M., Dinelli, E. and GEMAS Project Team (Madelen, Andersson, Anna Ladenberger, Martiya Sadeghi): Geochemical evidence of aeolian deposits in European soils. *Boreas*, in press.
- Sohlenius, G., Saetre, P., Nordén S., Grolander, S. & Shepard, S.: Inferences about radionuclide mobility in soils based on the solid/liquid partition coefficients and soil properties. *Ambio* 42.
- Soriano-Disla, J.M., Janik, L., McLaughlin, M.J., Forrester, S., Kirby, J.K., Reimann, C. & The GEMAS Project Team (Madelen Andersson, Anna Ladenberger): The use of diffuse reflectance mid-infrared spectroscopy for the prediction of the concentration of chemical elements estimated by X-ray fluorescence in agricultural and grazing European soils. *Applied Geochemistry* 29.
- Soriano-Disla J.M., Janik L., McLaughlin M.J., Forrester S., Kirby J., Reimann C. & The GEMAS Project Team (Madelen Andersson, Anna Ladenberger): Prediction of the concentration of chemical elements extracted by aqua regia in agricultural and grazing European soils using diffuse reflectance mid-infrared spectroscopy. *Applied Geochemistry* 39.
- Tarvainen, T., Albanese, S., Birke, M., Poňavič, M., Reimann, C. & The GEMAS Project Team (Madelen Andersson, Anna Ladenberger): Arsenic in agricultural and grazing land soils of Europe. *Applied Geochemistry* 28.
- Weis, F., Troll, V.R., Jonsson, E., Högdahl, K., Barker, A., Harris, C., Millet, M.-A. & Nilsson, K.P.: Iron and oxygen isotope characteristics of apatite-iron-oxide ores from central Sweden. Mineral deposit research for a high-tech world. Proceedings of the 12th Biennial SGA meeting.
- Willingshofer, E., Sokoutis, D., Luth, S.W., Beekman, F. & Cloetingh, S.: Subduction and deformation of the continental lithosphere in response to plate and crust-mantle coupling. *Geology* 41.
- Zaravandi, A., Heidari, M. & Sadeghi, M.: Major and trace element composition of urinary stones, Kuzestan province, southwest, Iran. *Journal of geochemical exploration*, volume 133.



Vanadinit är ett vackert och ovanligt mineral som bildar gula eller röda hexagonala kristaller, som i Sverige har hittats i Bölets mangangruvor i Västergötland. Foto: Carl-Erik Alnå, SGU.

Geologiska begrepp och uttryck

Ballast. Sand, grus, morän och krossat berg som används i bygg- och anläggningsverksamhet.

Berggrundsgeologi. Läran om jordskorpan uppbyggnad och de processer som bildar och omvandlar bergarter.

Fennoskandiska skölden. Den urbergssköld av kristallint berg som utgör delar av Norges, största delen av Sveriges, hela Finlands samt nordvästra Rysslands berggrund. Fennoskandiska sköldens bergarter är drygt 2,5 till knappt 1 miljard år gamla.

Geofysik. Läran om Jordens fysikaliska egenskaper. Geofysiska mätningar görs både på marknivå och från luften. SGUs flygmätningar görs från låg höjd (ca 60 meter) för att registrera det jordmagnetiska fältet, tyngdkraften, naturlig radioaktiv strålning och elektromagnetiska fält. SGUs markgeofysiska mätningar omfattar bland annat tyngdkraft, radioaktiv (joniserande) strålning och radon.

Geokemi. Läran om metallers och andra kemiska ämnens naturliga uppträdande "i det geologiska kretsloppet".

Geologi. Läran om planeten Jorden (av grekiskans ge, jord, och logos, lära). Inom geologin utforskar, undersöker och beskriver man hur Jorden är uppbyggd och hur den har bildats.

Geomagnetiska mätningar. Vid SGU menas observationer av hur jordens magnetfält varierar i tid och rum samt prognoser om förändringar i magnetfältet.

GIS. Geografiska informationssystem. GIS är datorbaserade informationssystem för inmatning, bearbetning, lagring, analys och presentation av geografiska data.

Grundvatten. Grundvatten är det vatten som finns där jordens porer (hålrum) och bergets sprickor är helt vattenfyllda. Både grundvatten och ytvatten utgör delar av vattnets kretslopp i naturen, där en del vatten tränger djupare ner i marken och blir till grundvatten.

Hydrogeologi. Läran om grundvattnet och dess egenskaper.

Inspire. Europeiskt samarbete med upprättandet av en gemensam infrastruktur för geografisk information.

Interglacial. Interglacial, eller mellanistid, kallas de mycket varma och korta perioderna mellan istider.

Jordartsgeologi. Behandlar egenskaper och bildningsätt för de lösa avlagringar som täcker stora delar av berggrunden.

Kvartärgeologi. Läran om den geologiska utvecklingen under de senaste två miljonerna år.

Lidar. En fjärranalysteknik som med hjälp av laser mäter avstånd. Finns på SGUs undersökningsfartyg Ocean Surveyor.

Malm. En geologiskt bildad koncentration av ett eller flera metallhaltiga mineral, som är ekonomiskt lönsam att bryta.

Malmreserv. Den del av en mineraltillgång som dels är så väl undersökt att dess utsträckning och egenskaper är väl kända, dels är ekonomiskt lönsam att bryta med dagens teknik och med hänsyn tagen till aktuella malmpriser.

Malmtilgång. Koncentration av ett eller flera metallhaltiga mineral som kan komma att bli brytvärd.

Markgeokemi. Provtagning i morän och sediment (på ca 1 m djup) för att få fram de naturliga bakgrundshalterna av huvud- och spårelement i jordlagren. Markgeokemiska undersökningar kan visa på områden med höga metallhalter eller områden med låga halter av nyttiga ämnen.

Maringeologi. Läran om havsbottenarnas topografi, berggrund och sediment. SGU undersöker även de stora sjöarna i Sverige.

Mineral. Ett mineral är en kemisk förening eller ett element (grundämne) med en väldefinierad kemisk sammansättning och en i normala fall ordnad kristallstruktur, som bildats genom en geologisk process. Ett eller flera mineral bygger upp bergarterna.

Mineraliseringar. Naturlig anhopning av metaller. När denna förekommer i ekonomiskt brytvärd mängd uppstår en fyndighet (betecknas då malm, se ovan).

Naturgrus. Naturligt sorterade jordarter som domineras av sand, grus och sten och finns i avlagringar, främst åsar, som bildats i samband med inlandsisars avsmältning.

Natursten. Sten som bryts ur berggrunden för främst byggnadsändamål.

Seismik. Geofysisk metod som utnyttjar reflexion eller refraction (brytning) av elastiska vågor för undersökning av berg och jord.

Skiffergas. Naturgas som bildas och binds i skifferberggrund. Det är främst organiskt rika, mörka skifferar som har en potential att innehålla skiffergas. Utvinningen av skiffergas beräknas få stor global betydelse som ersättning för framför allt olja.

Sällsynta jordartsmetaller. Metaller med speciella egenskaper som förekommer allmänt men i låga koncentrationer i naturen. Hit hör skandium, yttrium och lantanoiderna.

TEM-mätning. En teknik som med hjälp av elektromagnetiska vågor mäter markens elektriska ledningsförmåga, vilket ger en bild av markens sammansättning och struktur under jordytan. Med hjälp av ett luftburet system (SkyTEM) går det att "se ner" i marken till cirka 150 meters djup med relativt god upplösning över stora ytor.





Oljemålning av Carl Wilhelmson

Hjalmar Lundbohm – geolog, samhällsbyggare och konstkännare

Hjalmar Lundbohm tog examen i kemi och geologi vid Chalmers tekniska högskola 1877 och arbetade därefter vid Sveriges geologiska undersökning. Som för många geologer var yrket också hans hobby. År 1889 började han undersöka förekomsterna av apatit, som används för gödselframställning, och järnmalm i nordligaste Sverige. Tio år senare blev han disponent i Luossavaara-Kiirunavaara AB, som då börjat byggas upp. Han visade ett stort engagemang i sociala frågor och gjorde mycket för att utveckla arbetsförhållandena i gruvan och för att göra Kiruna till något av ett mönstersamhälle. Hjalmar Lundbohm hade ett starkt konstintresse och var nära vän med den tidens stora svenska konstnärer som Bruno Liljefors, Anders Zorn och Carl Larsson, vars tavlor prydde väggarna i disponentvillan i Kiruna. Han var vd i LKAB till sin pensionering 1920.

Sveriges geologiska undersökning www.sgu.se

Huvudkontor:
Box 670,
751 28 Uppsala
Tel: 018-1790 00
sgu@sgu.se

Filialkontor:
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
Tel: 018-1790 00
sgu@sgu.se

Kiliansgatan 10
223 50 Lund
Tel: 018-1790 00
sgu@sgu.se

Skolgatan 11
930 70 Malå
Tel: 0953-346 00
minko@sgu.se

Bleholmstorget 30,
uppgång F
111 64 Stockholm
Tel: 018-1790 00
sgu@sgu.se

Bergsstaten:
Varvsgatan 41
972 32 Luleå
Tel: 0920-23 79 00

Slaggatan 13
791 71 Falun
Tel: 023-255 05

mineinspect@bergsstaten.se