



FÉDÉRATION EUROPÉENNE DES GEOLOGUES
EUROPEAN FEDERATION OF GEOLOGISTS
FEDERACIÓN EUROPEA DE GEÓLOGOS



The
Geological
Society

-serving science & profession



Geologi för samhället

Juni 2015

För att veta mer, besök naturvetarna.se eller www.geolsoc.org.uk/geology-for-society

Varför spelar geologin roll i samhället?

Geologi är läran om jordens uppbyggnad, sammansättning och utveckling och de processer som förändrar den. Geologin tillhandahåller en mängd resurser till EU: s invånare och dess näringsliv, levererar ett brett utbud av grundläggande tjänster och hjälper oss att förstå hur vi kan leva mer hållbart på vår planet, tack vare geologernas stora kompetensbas, utbildning och forskning.



Foto av Jorden taget av Apollo 17. ©NASA

Geologi (ibland mer brett kallat geovetenskap) är studierna av vår planets uppbyggnad och de processer som har format den - och som fortsätter att göra det. Den ligger till grund för många av de resurser som EU: s befolkning och näringsliv är beroende av, inklusive **energi, mineral, vatten** och **mat**. Ett brett utbud av viktiga tjänster är beroende av geologi, inklusive hantering av **avfallet** vi producerar, grundläggningsteknik för uppförande av **byggnader, vägar, dammar, tunnlar** och andra stora infrastrukturprojekt, en lång rad miljöproblem, bland annat **sanering av mark som förorenats av industriell användning**. Geologernas arbete med att förstå **naturkatastrofer** och dess **risker** är avgörande för beredskapen och begränsningen av naturkatastrofers effekter. Skyddet av rent, tillgängligt dricksvatten och tillhandahållande av olika **ekosystemtjänster** är beroende av en förståelse av både den underliggande geologin och dess interaktioner med ytprocesser. Den framtida säkerheten för Europas energiförsörjning är starkt beroende av geologiska kunskaper i en rad olika sammanhang, från resursutvinning till förnybar energi och användning av berggrunden för att lagra koldioxid och radioaktivt avfall.

Bevis på samspelet mellan **miljöförändringar** och livets utveckling under hundratals miljoner år ger geologer ett värdefullt perspektiv på de förändringar som människan nu

orsakar genom förbränning av fossila bränslen och vår generella påverkan på miljön. Geologer kommer därmed att spela en viktig roll i **att minska koldioxidutsläppen** genom att öka kunskapen om att återplacera koldioxiden där den huvudsakligen har sitt ursprung - i berggrunden. Samtidigt som vi börjat förstå den inverkan vi har på vår planet har våra resurser börjat minska och mänskligheten öka. Som ett resultat av att vi strävar efter att leva mer hållbart och rättvist utvecklar geologer ett mer holistiskt sätt att se både på resursanvändning, avfalls- och biproduktanvändning, samt vår komplexa interaktion med mark, hav, luft och liv som tillsammans bildar kretsloppet jorden.

Förståelsen och tillhandahållandet av alla dessa resurser och tjänster är beroende av högt kvalificerade och utbildade geologer, både inom den akademiska världen och inom industrin. Detta bygger på grundläggande och kvalificerade geovetenskapliga färdigheter tillskansade genom grundläggande skola och högre utbildning. Europa har en utmärkt geologisk forskningsbas, vilket är grundläggande för att förstå jordens processer och framtida miljöutmaningar. Fortsatt satsning på geovetenskaplig utbildning och forskning kommer att driva på den ekonomiska tillväxten och göra det möjligt för Europa att spela en ledande roll när det gäller att ta itu med globala utmaningar. Samtidigt är det viktigt att man börjar prata mer geologi i grundskolan och gymnasieskolan så vi inte tappar denna viktiga kompetens i samhället.

Aktiv hydrotermisk öppning (svart skorsten eller "black smoker") utsöndrande metallförande lösningar och mineraler (temperatur ca 360°C) i Rainbows hydrotermala område, söder om Azorerna, vattendjup 2200m, Seahmaexpeditionen. ©FCT Portugal 2002, Creminer-LARSyS bildarkiv.



Geologi betydelse för ekonomin

Geologi spelar en viktig roll inom många delar av ekonomin. Ekonomisk tillväxt och hållbarhet, samt samhällets välfärd, kommer att kräva en stabil tillgång på energi och råmaterial, en betryggande tillgång till rent vatten och säker och hållbar produktion av livsmedel. Allt detta kommer att vara beroende av fortsatta investeringar i teknik, infrastruktur, utbildning och kompetensutveckling.

Att lokalisera och utvinna geologiska resurser är avgörande för EU:s BNP, skatteintäkter och ekonomiska tillväxt. Användningen av råvaror för industri - och konsumentprodukter och tillhörande processer, samt användningen av fossila bränslen för energi, utgör delar av grunden till vår välfärd och spelar en mycket viktig ekonomisk roll. Utvinning av olja, gas, kol och industrimineral utgör en betydande del av BNP i ett stort antal europeiska länder och de industrier som är beroende av dessa resurser bidrar med en än större andel av BNP. Nordsjöolja och -gas är viktig del av ekonomin i flera europeiska länder, och genererar miljarder euro i skatteintäkter varje år. Börsvärdet för utvinningsindustrins företag på de europeiska börserna var under 2012 mer än € 2,3 triljoner.

En grundlig utvärdering av efterfrågan, utbud och kostnader (både ekonomiska och miljömässiga) av dessa råvaror är avgörande för en effektiv ekonomisk planering och beslutsfattande. Europeisk och global mineral statistik från British Geological Survey spelar en viktig roll för att möta detta behov. EU har identifierat en lista



Frankfurt aktiebörs.

på viktiga mineralråvaror, vars tillgång kan utgöra en "flaskhals" och därmed begränsa den ekonomiska tillväxten. Exempelvis finns en ökad efterfrågan på sällsynta jordartsmetaller (Rare Earth Elements/Rees) på grund av deras användning i högteknologiska applikationer, till exempel i medicinsk bildbehandling och koldioxidnål teknik såsom vindkraftverk och hybridfordon. Våra resurser är begränsade och effekterna av att utvinna och använda dem kan bli kännbara. En allt större andel av jordens befolkning förväntar

sig med rätta ökat välbstånd och mer rättvis tillgång till resurser vilket sätter ytterligare press på det redan ansträngda sambandet mellan vatten-energi-mat. Utmaningen att säkra en hållbar tillgång på vatten och energi kan förvärras av klimatförändringarna. Ökande utmaningar avseende försörjning kommer att få betydande konsekvenser, både avseende nationella tillgångar såväl som för energi- och vattenintensiva branscher som gruv- och byggnäring.



Bandad järnmalm från Krivoy Rog, Ukraina.

Alla dessa utmaningar kan påverka den ekonomiska situationen. Men de kan även ligga till grund för nya innovationer och därmed stödja framtida ekonomisk stabilitet och tillväxt. Med fortsatta investeringar i infrastruktur, forskning och kompetensutveckling, i kombination med att skapa bra förutsättningar för att stödja nya innovationer, kan EU bli globalt ledande inom högteknologi och miljöteknik och deras tillämpningar. Hantering av radioaktivt avfall och avskiljning och lagring av koldioxid (CCS) kommer att behöva utvecklas i hela världen i vår strävan efter att minska koldioxidutsläppen från vårt energianvändande. Detta medför ett behov av teknikutveckling, där erfarenheter och kunskaper från hela EU kan utnyttjas för att i slutändan möjliggöra att dessa kunskaper kan exporteras på en bredare front till övriga världen. Europas högt utvecklade forskning och högskolesektor gör det idealiskt att spela en ledande roll i den globala kunskapsekonomin.

Behovet av övergången till en koldioxidsnål ekonomi är brådskande. Under tiden vi hanterar denna övergång, kommer vi dock att fortsätta att vara beroende av fossila bränslen, troligtvis under ett betydande antal år. Geovetenskapliga kunskaper är nödvändiga i varje steg i energicykeln, allt från platsen där energiresursen utvinns på ett säkert och tillförlitligt sätt, dess användning, till det slutliga avlägsnandet eller återvinningen av avfall.

För att möta framtida energibehov står Europa inför en trippel utmaning: att drastiskt minska CO₂ -utsläppen för att undvika farliga klimatförändringar, att garantera försörjningstrygghet samt att leverera energi till industri och konsumenter.

Fossila bränslen

Fossila bränslen kommer att fortsätta att utgöra en viktig del av EU:s energimix under de närmaste årtiondena. Vissa nationer har genererat stora vinster de senaste decennierna genom utvinning av olja och gas från Nordsjön. Betydande resurser finns kvar offshore. En fortsatt framgångsrik utvinning av dessa resurser är beroende av att vi fortsätter utveckla vår geologiska förståelse samt förbättrad utvinningsteknik. Vi börjar också bättre förstå omfattningen av landbaserade (onshore) okonventionella fossila bränslen såsom skiffergas och skifferolja, som har potential att ge ett betydande bidrag till vår energimix om vi väljer att utvinna dem. Länder som inte utvecklar sina eventuella inhemska fossila bränsleresurser kommer att bli mer beroende av importerat bränsle, vilket kan påverka deras energisäkerhet. En stor del av Europas elproduktion genereras fortfarande från förbränning av kol.



Låg- och medelaktivt kärnavfall på kärnbränsleförvaringen i Olkiluoto, Finland. ©SKB, Sverige

Skiffergas

Kolväten (olja och gas) bildas från organiskt material som sedimenterade för miljontals år sedan. Dessa sediment har sedan utsatts för värme och tryck och sedimentära bergarter har bildats. I "konventionella" reservoarer, har gas migrerat från dess ursprungliga bildningsplats, för att slutligen fastna under ett ogenomträngligt begränsningsskikt. När gasen istället bildas och bevaras i ogenomträngliga skifferar, och därför inte kan migrera, kan gasen inte tas ut med hjälp av konventionell borrhäls teknik (och kallas därmed för en "okonventionell" resurs).

Det är nu möjligt att utvinna skiffergas med ekonomisk vinst, med hjälp av horisontell borrhäls och hydraulisk spräckning (fracking), där vatten, sand och små mängder tillsatta kemikalier används för att öppna upp sprickor i berget, vilket gör att gasen flödar mer fritt. Geologisk expertis är viktigt för att lokalisera skiffergasresurser, och för att förstå och hantera eventuella risker förknippade med utvinning, såsom inducerad seismisitet eller grundvattenkontamination på grund av dålig brunnskonstruktion.

Avskiljning och lagring av koldioxid (CCS)

Eftersom fossila bränslen kommer fortsätta spela en viktig roll i vår energimix på medellång sikt, krävs brådskande åtgärder för att undvika farliga klimatförändringar till följd av att CO₂ frigörs när de förbränns. CCS har potential att nå detta mål, om användandet av metoden är tillräckligt omfattande, genom att fånga CO₂ och lagra den på ett säkert sätt under jord.

Geologer arbetar redan på lokalisering och teknisk utveckling av lämpliga lagringsplatser. Många av Nordsjöns olje- och gasreservoarer är snart inte ekonomiskt lönsamma och dessa mer eller mindre tömda reservoarer utgör de främsta kandidaterna till platser för lagring av koldioxid. Denna potentiella lagringskapacitet utgör en värdefull resurs för bl.a. Storbritannien och Norge, särskilt om befintlig infrastruktur kan återanvändas. Geologer är nyckeln till det långsiktiga genomförandet samt övervakning av läckage och deformationer under havsbotten. Lovande ny forskning pågår för närvarande för att möjliggöra lagring av koldioxid.

Andra energikällor

Förnyelsebar energi kommer att spela en allt viktigare roll i den framtida energimixen, i takt med att vi går mot en icke koldioxidbaserad ekonomi.

En djupgående förståelse av geologin är viktig för att optimera lokalisering och konstruktion av många av de förnybara energikällor som finns i dagsläget, särskilt vindkraftverk, dammar, berg- och jordvärme och energiutvinning från tidvatten.

Många av de råvaror som krävs för konstruktion av förnybar energiteknik, till exempel vindkraftverk, hybridmotorer och solpaneler, kräver råvaror såsom sällsynta jordartsmetaller, och är därför beroende av geologisk forskning och kompetent personal för att lokalisera och utvinna dessa råvaror säkert.

Kärnkraft kommer troligtvis utgöra en viktig del av den framtida energimixen. Kärnkraften är beroende av att det finns en stabil tillgång till uran, vilken ska utvinnas ur en ekonomiskt återvinningsbar uranmalm – åter igen en process som är beroende av geologisk expertis. Vi måste garantera en säker långsiktig hantering av radioaktivt avfall från våra befintliga kärnkraftverk, även om inte fler byggs. I de flesta europeiska länder med kärnkraft förespråkar respektive regerings politik att detta avfall skall förvaras i någon form av geologisk anläggning.

Geologisk slutförvaring av radioaktivt avfall

Geologiskt slutförvar innefattar en isolering av avfallet i ett underjordiskt förvar konstruerad i en lämplig berggrundsformation, typiskt vid ett djup av 200 till 1000 m, för att säkerställa att inga skadliga mängder radioaktivitet når ytan. Det är en flerbarriärsstrategi, där förpackat avfall placeras i konstruerade och återfyllda tunnlår och där geosfären utgör ytterligare en barriär, allt för att hålla radionuklider instängda i tiotusentals år. Olika geologiska miljöer kan vara lämpliga. Att hitta lämpliga platser är avhängigt av engagemang och samarbete med det lokala samhället samt på de geologiska faktorerna. Geologer kommer att spela många viktiga roller i att karakterisera potentiella platser och genomföra ett slutförvar. I Sverige har vi kommit långt i arbetet med slutförvaring men det fortsatta arbetet kräver fortsatt involvering av geologer.

Geotermisk energi

Vissa europeiska länder har goda möjligheter till utveckling av geotermisk energi, både för att producera el och för att ge värme direkt. Även i områden där berggrunden på djupet inte är så varm, som till exempel i Sverige, finns det utrymme för att utvinna värmeenergi genom användande av kylflänsar och bergvärmepumpar, vilka är beroende av en mindre temperaturskillnad. Denna typ av utvinning kallas geoenergi. Integrerade värmesystem i modern bebyggelse, med hjälp av bergvärme och kylning, kan bidra med minskningar av CO₂-utsläppen med upp till 10%. Ökat nyttjande av geotermisk- och geoenergi kräver sakkunniga geologer som kan hitta och testa för geotermisk kapacitet och har kunskaper om egenskaperna i jord- och berglager och därmed bidra till att design och konstruktion av anläggningar optimeras.



Thornton bank vindkraftspark, Belgien. ©Deme-group

En säker tillgång på dricksvatten av hög kvalitet är avgörande för människors hälsa och välbefinnande. Geologer bidrar till att uppfylla detta behov, både i Europa och i världen, genom sin förståelse för vattnets egenskaper och beteende, samt genom att identifiera och förhindra vattenföroreningar.

Vattentillgång

Dricksvatten ingår som en del i ett större system som omfattar grundvatten, ytvatten, hav, vatten i atmosfären och vatten lagrad som is.

Ungefär 75 % av EU:s invånare är beroende av grundvatten för sin vattenförsörjning - det är en viktig men ömtålig resurs som behöver förvaltas. Resterande 25 % utgörs av ytvatten från sjöar och vattendrag. Grundvattennivåerna varierar beroende på lokala förhållanden såsom nederbörd, infiltrationshastighet (den takt som marken kan absorbera nederbörd) och storleken på uttaget. På vissa platser är grundvattnet i praktiken en icke förnybar resurs på grund av den långa tid som krävs för att grundvattenmagasinet ska fyllas på. Tiden för återfyllning kan variera från årstider till många årtusenden.

Vad är grundvatten?

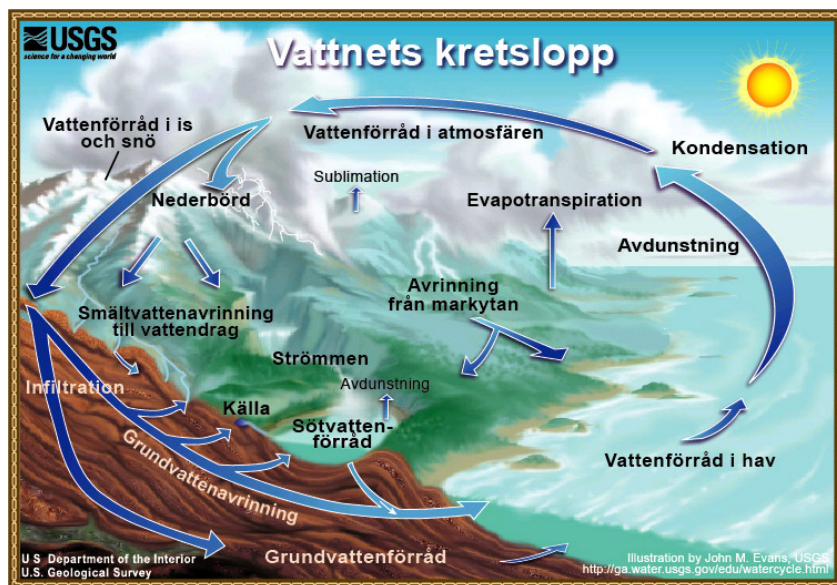
Grundvatten är vatten som filtrerar ner genom marken till grundvattennivån, där det hålls kvar i porösa jord- eller bergarter. Detta vatten är i den s.k. mättade zonen. Vattnet rör sig genom marken (ofta mycket långsamt) tills den når ett utströmningsområde, vilket kan ske i källor, i vattendrag och sjöar eller direkt till havet.

Geologiska formationer som innehåller grundvatten som kan utvinnas kallas akviferer och är en viktig källa till dricksvatten. Dock är inte vatten i alla akviferer lämpligt som dricksvatten - det kan exempelvis vara höga salthalter som gör det olämpligt. Överuttag av grundvatten kan orsaka saltvatteninträngning i en akvifer. Porositet och permeabilitet påverkar hur mycket vatten som kan lagras och med vilken hastighet vattnet kan röra sig och dessa båda parametrar styr följaktligen vilken kapacitet akviferen har.

Vattenkvalitet och vattnets kretslopp

Vatten kan vara naturligt förorenat men störst risk för kontamination är från mänsklig verksamhet. Många föroreningar kommer från diffusa källor såsom användning av bekämpningsmedel och gödningsmedel inom jordbruket. Regn som faller på denna typ av jordbruksmark kan plocka upp föroreningar från ytan innan det avrinner till vattendrag eller infiltrerar till en underliggande akvifer. Det finns också många punktkällor för föroreningar, till exempel läckage av kemikalier i industriområden, från avloppssystem eller från deponier.

Föroreningshalterna kan långsamt byggas upp och kan ha lång uppehållstid vilket bl.a. kan bero på långsam grundvatteninfiltration genom marken, grundvattenbildningen och grundvattnets flödesmönster. Sanering av föroreningar kan vara mycket dyrt och energikrävande. För att minimera framtida saneringskostnader och tillhandahålla rent vatten är det viktigt att förstå både grundvattnets beteende och de geokemiska egenskaperna hos potentiella föroreningar.



Vattencykeln. ©USGS

Vatten och energi

Energisektorn kräver stora mängder vatten för många av sina processer. Resursutvinning, transport av bränslen, energiomvandling och kraftverk står för cirka 35 % av vattenanvändningen globalt. Till år 2050 förväntas vattenförbrukningen mer än fördubblas för att generera elektricitet. Den nuvarande trenden i diversifiering av energikällor, inkluderat användning av alternativa bränslen, kommer många gånger att kräva allt mer vattenintensiva processer. Utvinning av olja från oljesand kräver exempelvis upp till 20 gånger mer vatten än konventionell borrhning, medan biobränslen kan konsumera tusentals gånger mer vatten än konventionella fossila bränslen, på grund av omfattande bevattning.

Samtidigt behövs energi för att producera och leverera rent vatten. Energi krävs i varje led i leveranskedjan, såsom pumpning av grundvatten, ytvattenbehandling, transport och varmvattenberedning. Energianvändningen för vattenbehandling förväntas öka, särskilt om fler energiintensiva avsaltningsanläggningar etableras som svar på minskade tillgång på rent yt- och grundvatten. Till exempel rapporterar vattenföretag i Storbritannien öknings på över 60 % i elanvändningen sedan 1990 på grund av mer avancerad vattenrening och större volymer. Forsiktiga uppskattningar förutspår en ytterligare ökad elanvändning på 60-100% under de kommande 15 åren, detta för att nå upp till riktlinjerna på dricksvattenkvalitet.

Effekter av miljöförändringa

Effekterna av klimatförändringarna på grundvatten och ytvatten kommer att variera från land till land och är inte lätta att förutspå. Effekterna kan komma att samverka med andra påfrestningar på vattnets kretslopp. Många europeiska länder har upplevt sjunkande grundvattennivåer i akviferer på grund av torka under de senaste åren och hoten mot en trygg tillgång på dricksvatten kommer sannolikt att växa. Globalt är detta hot redan kritiskt. Alltmer oregelbundna vädermönster äventyrar akviferernas möjlighet att fyllas på och därmed vattenförsörjningen. Låga grundvattennivåer i kombination med långsam påfyllning skulle kunna få mycket allvarliga följder för framtida vattentillgång, även i länder där klimatet är tempererat. Klimatförändringarna förväntas få en multiplikatoreffekt och extrema väderförhållanden kan äventyra den ekonomiska aktiviteten och infrastrukturen.

Geologisk expertis

En förståelse av lokal hydrogeologi och miljöförhållanden är avgörande för att hantera vatten och dess kvalitet. Hydrogeologer och andra geovetare kan undersöka och kartlägga de geologiska förhållandena för att kunna modellera och förstå vattnets rörelse, samt kvantifiera och karaktärisera akvifererna. Grundvattenövervakning kan hjälpa till att förutse och hantera perioder med låg grundvattentillgång på grund av lite nederbörd. Denna information kan sedan bl.a. användas för att utforma vattenförsörjning planer.



Avloppsrening systemet och Kölnbreindammen och dess pumpkraftverks energisystem, Carinthia, Österrike.

Mineraltillgångar

Dagens moderna industri, och många av de produkter vi använder dagligen, kräver ett brett spektrum av mineral, såväl vanliga som sällsynta. Utvinning och handel med mineral utgör en viktig del av den europeiska och globala ekonomin. När befolkningen och efterfrågan på resurser växer behövs ny och innovativ teknik för att lokalisera och utvinna mineral och för att använda dessa mer effektivt.

Resurser

Mineralindustrin levererar ett brett utbud av resurser. Dessa inkluderar byggnadsmaterial som naturgrus och krossat berg, fosfater till konstgödsel, många mineral med specifika industriella applikationer såsom flusspat (används vid optisk utrustning) och baryt (som används i borrvätskor för olja och gasutvinning) samt malmmineral från vilka metaller av alla slag utvinns.

Vissa mineraltillgångar återfinns relativt rikligt och utvinns och används i stora mängder, såsom bergkross och ett antal metaller, inklusive koppar, nickel, aluminium och järn. För ett antal ekonomiskt eller strategiskt viktiga mineral finns det dock en risk att tillgången kan vara otillräcklig för att tillgodose efterfrågan på kort till medellång sikt, i allmänhet på grund av ekonomiska och politiska faktorer, snarare än begränsad geologisk tillgång. Dessa kallas "kritiska" råvaror. Det finns ingen definitiv lista, men EU har identifierat 14 viktiga mineraltillgångar. De omfattar två grupper av metalliska element - de sällsynta jordartsmetallerna (REE) och platinagruppermetallerna (PGM). Det finns också oro för framtida leveranser av fosfater och pottaska (kaliumkarbonat), vilka används i stora mängder för produktion av konstgödsel.



Rare Earth Elements

Sällsynta jordartsmetallerna (REE) är en grupp av sjutton metalliska element: femton lantanider, med atomnummer 57-71, samt yttrium och Scandium. Dessa används i många högteknologiska produkter, exempelvis i mobiltelefoner och plasmaskärmar, samt i teknik som bidrar till lägre koldioxidutsläpp, såsom vindkraftverk och hybridfordon. De många användningsområdena har lett till att den globala efterfrågan har ökat med mer än 50% under de senaste tio åren, och efterfrågan förväntas stiga ytterligare. I en studie, gjord av EU juni 2010, klassades 14 av de 17 ämnena som viktiga framtida ämnen. Kina dominerar för närvarande den globala produktionen av sällsynta jordartsmetaller, och de flesta stora malmer finns utanför Europa - främst i Kina, CIS (Ryssland, Kirgizistan och Kazakstan), USA och Australien.

Brist i absoluta tal p.g.a. för liten tillgång av lämpliga malmer är sannolikt inte ett problem och högre priser på REE, i kombination med den globala oron över stabil tillgång, har drivit på arbetet med att starta upp stora gruvverksamheter utanför Kina. Men de tekniska, ekonomiska, miljömässiga och regleringsmässiga utmaningarna som måste övervinnas gör etableringen av nya REE-gruvor till en lång och dyrbar process. Detta kan leda till efterfrågan överstiger tillgången under de närmaste åren, vilket kan komma att utgöra ett hinder för utvecklingen och spridningen av teknik med låga koldioxidutsläpp.

Aitikgruvan, utanför staden Gällivare i norra Sverige, är Sveriges största koppargruva, och den mest effektiva dagbrottskoppargruvan i världen. ©Boliden

Mineraltillgångar

Den europeiska mineralsektorn

På artonhundratalet drevs tillväxten i de stora europeiska ekonomierna av utvinning och användning av kol, metallmalmer och andra mineraltillgångar. Europa är inte längre den dominerande producenten, men dess rika och varierade geologi innebär att många nationer i Europa fortsätter att vara betydande producenter och exportörer av vissa metaller -till exempel silver i Polen och titan i Norge -men även byggmaterial och industrimineral såsom salt.



Perlitgruva, Pálháza, Norra Ungern. ©Perlit-92 Kft

Som en följd av stigande råvarupriser och ny utvinnings- och processteknik, kan mindre värdefulla fyndigheter, som tidigare var oekonomiska att utvinna, åter bli ekonomiska reserver. Flera gruvor har på senare år kommer i bruk av denna anledning, till exempel Dannemora gruva i Uppland, Sverige, där brytningen av järnmalm återupptogs 2012. Endast mycket små mängder av de kritiska mineral som används i Europa produceras inom EU. Produktionen av ett antal viktiga mineral domineras av ett eller två länder (exempelvis kobolt i Demokratiska republiken Kongo) vilket medför att tillgången i Europa är känslig för politisk eller ekonomisk instabilitet.

Ny forskning tittar bl.a. på återvinning av metaller från avfall som produceras inom industrin och på uppberetning av äldre gruvavfall, för att återvinna mineral som inte utvanns från början. Förbättrad produktdesign kan också bidra till ökad återvinning och minskad spridning av material. Energieffektivitet och minskad miljöpåverkan driver också forskningen framåt.

Länder som gränsar till Nordsjön tillgodoser stora delar av sin efterfrågan på sand och grus genom muddring av dessa material från havsbotten. Djupare marina miljöer, såsom de runt vissa hydrotermiska skorstenar, anses av vissa vara en potentiellt viktig framtida källa till metaller.

Livsmedel till en växande befolkning

Utan geologi, skulle det inte finnas något jordbruk. Planterade grödor är beroende av jord med god kvalitet (som består av en jordart tillsammans med organiskt material, vatten och gaser) som odlingssubstrat. De kräver också geologiska näringsämnen. Den globala befolkningstillväxten sätter allt större press på livsmedelsresurserna. Tillgången av fosfater och kaliumkarbonat som används i gödningsmedel utsätts för ett allt större tryck, i en tid av ökad spänning mellan mat, energi, vattentillgång och miljöförändringar.

Den globala ökningen av användningen av konstgödsel har lett till en högre efterfrågan och oron har ökat för att det inte ska finnas en stabil tillgång på marknaden av fosfater och pottaska. Några få länder står för produktionen av världens fosfater, med Kina som största producent. Ännu färre länder exporterar kaliumkarbonat. Kontinuerlig användning av fosfor (i motsats till kaliumkarbonat) kan också ha skadliga effekter på miljön på grund av att fosfater kan urlakas, vilket kan orsaka övergödning.



Jordbruk i La Rioja-regionen i Spanien.

Att bygga framtiden

Att förstå markförhållanden och hur byggnader, infrastruktur och människor interagerar med den geologiska miljön är avgörande för att garantera allmänhetens säkerhet och välbefinnande, och för att möta de utmaningar som miljöförändringar kan medföra.

Den bebyggda miljön

Ingenjörsgologi innebär tillämpning av geologiska principer parallellt med relevanta ingenjörscienser i ett brett spektrum av sammanhang. Byggsektorn sysselsätter ett stort antal ingenjörsgologer som arbetar tillsammans med bl.a. hydrogeologer och miljögeologer för att försöka förstå markförhållanden samt beskriva den geologiska miljön och hur detta kommer att påverka den byggda miljön. Den bebyggda miljön inkluderar byggnader, vägar, järnvägar, dammar, tunnlar, rörledningar och kablar. En grundläggande del i detta arbete är att planera för konsekvenserna av miljöförändringar, att sanera föroreningar i mark, särskilt om marken tidigare har använts för industriverksamhet.

En annan viktig del är att bedöma och hantera geologiska risker av olika slag, allt från jordbävningar och jordskred till tjälningprocesser i silt och lera.

Att underskatta betydelsen av detta arbete i större projekt eller att inte utföra arbetet på rätt sätt kan medföra betydande extrakostnader och att tidsplaner inte kan hållas. Att identifiera och effektivt hantera markrelaterade problem är också viktigt för att garantera människors hälsa och säkerhet och att kvaliteten på konstruktioner är tillräcklig och ändamålsenlig. Hög professionell standard måste definieras och upprätthålls av geologer, ingenjörer och andra inblandade. Geotekniska risker kan inverka på alla som är involverade i ett byggprojekt, inklusive ägaren, konstruktören och allmänheten.

OneGeology Europa

De nationella geologiska undersökningarna i Europa har alltid spelat en viktig roll i sökandet efter naturresurser. Eftersom geologin inte begränsas av nationsgränser är det också viktigt att data på ett effektivt sätt kan delas mellan länder.

OneGeology Europa-hemsidan är ett samarbete mellan 20 nationella geologiska undersökningar, EuroGeoSurveys (paraplyorganisation för de nationella undersökningarna) och andra intressenter. För första gången görs kartdata som innehåller de nationella undersökningarna interoperabla och lätta att använda via en flerspråkig online-plattform tillgänglig med en enda licens. En geologisk karta i skala 1: 1 000 000 är redan klar, vilken deltagande länder kan använda. Arbetet pågår för att utöka detta och öka upplösningen till 1: 250 000 där tillräckliga uppgifter finns.

OneGeology Europa utgör ett viktigt bidrag både till det globala OneGeology-initiativet och till INSPIRE som är en gemensam europeisk infrastruktur för rumsliga miljödata. Det kommer att vara av stort praktiskt värde för forskare, både inom den akademiska världen och industrin, planerare och beslutsfattare för att bättre kunna bedöma framtida resursbehov, hantering av översvämningar, stadsplanering och utveckling av stora infrastrukturprojekt mm.



Att bygga framtiden

Tätorter – att bygga morgondagens städer

En allt större del av världens befolkning lever i allt större och komplexare städer. Geologernas arbete med att hantera flera intressen (ibland konkurrerande) vad gäller markanvändning, både på och under markytan, kommer vara särskilt viktigt i stadsområden om framtidens städer ska vara hållbara.



Tottenham Court Road Crossrail byggarbetsplats, England.

Tillgång till mark är begränsad i tätorter och även under ytan kan det vara ont om plats då en mängd olika infrastrukturer ska samsas och få plats. Tillgången på vatten och energi samt avfallshantering utgör särskilda utmaningar i stora städer. Samtidigt skapar detta en efterfrågan på nya effektiva lösningar. Tätorter måste utformas för att maximera energieffektiviteten och hantera (och använda) effekten av stadens högre temperatur än omgivande landsbygd. Storskaliga underjordiska infrastrukturprojekt, såsom Citybanan i Stockholm, är tekniskt krävande och resultatet beror på kompetensen hos en mängd olika tekniker och forskare, inklusive ingenjörsgeloger och hydrogeloger. Eftersom vi bättre och bättre förstår geologin och genom att ny teknik utvecklas kan det i vissa fall vara möjligt att utvinna geologiska resurser, inklusive mineral, grundvatten och energi, i stadsmiljöer.

Det är viktigt att komma ihåg att ekosystem, miljö och samspelet mellan olika delar av naturliga och mänskliga system inte är begränsade till landsbygden. De underjordiska och abiotiska aspekterna av ekosystemen är grundläggande, både på landsbygden och i städerna.

Användning av jord och berg

Geologer är involverade i en rad olika användningsområden för marklagren, varav många nämns i detta dokument. Exempel på användningsområden är utvinning av energi, vatten och mineralresurser, användning av porutrymmet i berg för att lagra CO₂, utvinning av naturgas lagrad i geologiska formationer, slutförvaring av radioaktivt avfall, deponering av annat avfall, grundkonstruktioner till byggnader, infrastruktur m.m.

När vi använder oss av geosfären för ett allt större utbud av tjänster måste dessa planeras noga. Varje given volym av marken kan behövas för att utföra flera olika funktioner, efter varandra eller samtidigt. Det kan ibland vara konkurrens om det underjordiska utrymmet mellan funktioner som är svåra att förena. Geologer kan ge råd i dessa frågor, men beslut om hur vi använder geosfären är i högsta grad politiska och ekonomiska.



Glacier Express på Landwasser-viadukten, Schweiz.

Århundraden av industriell och urban utveckling i Europa har satt sin prägel på mark, vatten och atmosfär. Föroreningar kan spridas och samverka mellan geosfären, biosfären, atmosfären och hydrosfären, som alla är sammankopplade.

Mark och vattenkvalitet

Stora markområden i Europa har förorenats till följd av tidigare industriell verksamhet. För att göra sådana industriområden lämpliga att bebygga krävs utredningar och sanering. Det förorenade området kan antingen frivilligt utredas och saneras av markägaren eller så kan det finnas regelverk som tvingar tidigare eller nya markägare att bekosta en utredning och sanering.

Vid utformningen av saneringssystem är det viktigt att tänka på hur de kan komma att påverkas av framtida miljöförändringar. En sanering som använder någon In-situ teknik (på platsen), såsom exempelvis permeabla reaktiva barriärer, kanske inte är stabil över tiden om området utsätts för t.ex. ökad erosion, torka eller översvämning, vilket skulle kunna resultera i utsläpp av föroreningar till miljön.

Jord och vatten av hög kvalitet är avgörande för en säker och hållbar livsmedelsförsörjning. Marken fungerar också som en viktig sänka för atmosfäriskt kol, och som ett register för tidigare och nuvarande miljöförändringar, vilket gör det till ett viktigt verktyg i förståelsen av en sådan förändring. Om vi ska kunna skydda vårt vatten, såväl yt- som grundvatten, är vi beroende av goda kunskaper som medför en djupare förståelse för hur samspelet mellan vatten, marklagret, markytans mikroklimat samt djupare liggande geologi fungerar.



Rening av förorenad mark i Antwerpen hamn, Belgien. ©Deme-group

Efterbehandling av grundvatten

Geologin är den viktigaste faktorn för kvaliteten på ytvatten och grundvatten. Sanering av förorenat grundvatten kan göras på en mängd olika sätt, inklusive fysiska barriärer, kemisk sanering och -oftast den mest ekonomiska metoden - naturlig nedbrytning. För att tekniska lösningar, såsom användning av absorbenter och oxidationsmedel, ska bli effektiva måste det finnas kunskaper om marklagrens uppbyggnad, dess motståndskraft samt vattnets geokemi. Naturliga nedbrytningsmetoder förlitar sig på naturligt förekommande fysiska, kemiska och biologiska processer för att bryta ner föroreningar när de strömmar genom marken. Ett lyckat resultat vid användning av dessa metoder är beroende av en god förståelse för markens kemi och hydrogeologi.

Förutom att förbättra effektiviteten i saneringsarbetet, kan fördjupade kunskaper om jord- och berglagrens egenskaper spara mycket tid och pengar genom val av rätt teknik och dess tillämpning.



Kemiskt utsläpp i Wakefield, Storbritannien.

Vårt industriella arv och dess effekt på markkvalitet

Sanering och hantering av förorenad mark kan vara komplicerat och dyrt, särskilt om det är ett arv från äldre oreglerad och odokumenterad dumpning av förorenat avfall. Fortsatt geokemisk forskning belyser komplexiteten i industriell markförorening, men kan också bidra till att utveckla bättre metoder för att hantera den. Långsiktigt hållbar sanering av Europas förorenade mark kräver ny teknik och nya metoder och ett säkert sätt att göra sig av med föroreningarna, samt en god geologisk förståelse.

Värdesätta och skydda vår miljö

Miljöpolitik och förvaltning baserad på "ekosystemtjänster" kräver en bred helhetssyn på ekosystemen och miljön. Vikten av att se geologin och geosfären som ett miljöskydd och en ekosystemtjänst förbises alltför ofta - i själva verket formar de vårt landskap, interagerar med atmosfären och hydrosfären och upprätthåller ett levande system.

Geosystemtjänster

Ett brett utbud av ekosystemtjänster – dvs. ekosystem som upprätthåller eller förbättrar vårt välmående och våra livsvillkor - är beroende av geosfären, och kan tillsammans kallas "geosystemtjänster". De innefattar:

- **tillhandhållande tjänster** såsom leveranser av energi, vatten, mineraltillgångar samt marken på vilken byggnader och infrastruktur byggs
- **reglerande tjänster** såsom potentiell lagringskapacitet för radioaktivt avfall och CO₂ samt naturlig buffring av atmosfärisk koldioxid som binds i marken
- **stödtjänster** som utgör grunden för ekosystemen, inklusive geokemiska cykler, samt effekten av geomorfologins inverkan på livsmiljöer som är viktiga för den biologiska mångfalden
- njutning och uppskattning av landskapet och andra **kulturtjänster**

Europas rika geologiska arv och mångfald är en värdefull resurs när det gäller utbildning, turism och livskvalitet. Det är viktigt att geologiskt viktiga platser får tillräckligt skydd, till exempel genom nationella system som skyddar områden av vetenskapligt intresse.

De buffrande funktioner som utförs av geosfären, hydrosfären och atmosfären är av stort miljövärde, och först nu börjar detta förstås. Kapaciteten i naturliga system för att klara en förändring beror delvis på vilka kritiska belastningar av föroreningar som de kan absorbera. De kommer sannolikt att bli allt viktigare att beakta i takt med att nivåerna av atmosfärisk koldioxid ökar, den globala temperaturen stiger och havet blir surare på grund av löst CO₂. Korallrev står som värd för ett stort antal arter i några av världens mest biologiskt olika ekosystem och tillhandahåller ekosystemtjänster som turism, fiske och kustskydd. Korallreven är särskilt utsatta för förändringar i havskemin och de försämras redan snabbt.

Marina bevarandeområden

De olika system som finns för att utse marina bevarandeområden inom EU har potential att ge värdefullt skydd åt känsliga kustområden och marina områden. Men de tenderar att fokusera på vilda djur - d.v.s. de biotiska aspekterna av ekosystem - men försummar många gånger de abiotiska faktorerna och därmed samspelet mellan geologin och havet. En helhetssyn på de marina ekosystemen och miljöprocesserna är nödvändig om skyddet av känsliga arter och miljöer ska bli effektivt.

Sediment transporteras in och ut i flodmynningar av tidvatten och strömmar, och dessa kan föra med sig föroreningar vilka kan interagera med havsvattnets kemi. Fisket kan orsaka störningar på havsbotten, vilket kan störa ekosystemen. Byggandet av kustskydd kan förändra nuvarande strömningsmönster och resultera i en annan sedimentfördelning. Näringscykeln som en stödjande tjänst är beroende av geokemiska interaktioner mellan olika delar av det marina/fluviala systemet - berggrunden, ytliga sediment, biota, vattnet och atmosfären.



UNESCO världsarv: ön/kommunen Mont Saint-Michel och dess bukt i Normandie, Frankrike, listad för sitt kulturarv i kombination med sin naturliga skönhet.

Geologiska risker

Geologiska risker såsom jordbävningar, vulkanutbrott, jordskred och tsunamier, kan få förödande effekter på befolkningar, ekonomier och landskap. Att förstå och effektivt kommunicera risker, effekter och lindring av dessa risker är avgörande för att minska mänskligt lidande.

Jordbävningar

Jordbävningar utgör en stor fara, framför allt i södra och östra Europa, vilka kan leda till förlust av liv, skador på infrastruktur och ekonomier och andra samhällsstörningar. Effekten av en jordbävning beror inte bara på dess omfattning och djup, utan även på den mänskliga faktorn, befolkningstäthet, utvecklingsnivå, beredskap och utbildning. Långt fler dödsfall orsakades av jordbävningen 2010 i Haiti jämfört med vissa mycket större jordbävningar. En stor jordbävning nära en megastad i ett utvecklingsland skulle kunna bli än mer förödande. De mest verksamma sätten att minska de negativa effekterna av en jordbävning för befolkningen är att minska fattigdomen (framför allt i utvecklingsländer), att förbättra utbildningen, att ha bättre civil beredskap och infrastruktur och att utforma och bygga nya byggnader för att klara en jordbävning. Ombyggnation av äldre byggnader är möjlig, men mycket dyrare.

Prognostisering av sannolikheten för jordbävningar i ett visst område under en viss tid, har förbättrats avsevärt under de senaste decennierna till följd av geologisk forskning. Det är dock för närvarande inte möjligt att göra förutsägelser om exakt när och var jordbävningar kommer att inträffa och de flesta geologer tror inte att detta är en realistisk förhoppning. Kartläggning av risken för jordbävningar och modelleringar av dess effekter är viktiga för att förbättra beredskapen och förutsättningarna för återuppbyggnad.



President Barack Obama studerar skadorna efter jordskalv i L'Aquila, Italien.

Andra geologiska risker

I likhet med vulkaner kan tsunamier ha allvarliga effekter långt bort från de händelser som utlöser dem. Genom studier av geologiska och arkeologiska avsättningar vet vi att stora delar av Europas kuster har upplevt betydande tsunamier ett flertal gånger de senaste årtusendena, exempelvis 1755 i Portugal.

Andra mindre dramatiska faror inkluderar tjälprocesser som kan skada byggnader och infrastruktur, uppkomsten av slukhål och sättningsbenägna jordarter. Även om sådana "tysta risker" sällan orsakar förlust av liv, kan de ekonomiska konsekvenserna bli betydande.



Slukhål i karst i Biržai-distriktet, Litauen.

Det finns också "antropogena geologiska risker" som orsakats av mänskliga aktiviteter såsom markföroreningar, mineralutvinning och avfallshantering. Geologer har en viktig roll att spela för att ge råd om att hur lämpliga översvämningsskydd ska konstrueras, förstå och hantera naturliga barriärer och se till att markanvändning planeras på ett effektivt sätt.

Geologiska risker

Skred

Jordskred är vanliga i stora delar av Europa. De kan bero på en rad olika orsaker, bland annat kraftigt regn, erosion, jordbävningar och mänskliga aktiviteter såsom gruvarbete, skogsskövling och ändrad markanvändning. Jordskred kan ha en betydande inverkan på infrastruktur och ekonomi och i vissa fall resulterar de även i dödsfall. Skred är ansvariga för cirka 15 % av flodvågor över hela världen.

Klimatförändringen väntas leda till ökat antal jordskred då extrema vädersituationer förväntas bli vanligare och det finns vissa tecken på att detta redan sker.

Vulkaner

Uppskattningsvis 500 miljoner människor lever tillräckligt nära aktiva vulkaner för att påverkas vid ett vulkanutbrott. Många städer återfinns på den bördiga marken i närheten av vulkaner. Aktiva vulkaner som kan påverka stora befolkningar inkluderar Mount Vesuvius



Vesuvius, Neapel, Italien.

nära Neapel och Popocatépetl nära Mexico City.

Stora ansträngningar bör göras för att minimera förlusten av människoliv till följd av vulkanutbrott, men faktum är att förlusterna har varit relativt blygsamma (ca 300 000 personer i hela världen under de senaste 200 åren) jämfört med vissa andra naturkatastrofer. Förutom förlorade liv kan ett utbrott orsaka stora skador på infrastrukturen, medföra allvarliga samhällsstörningar samt medföra betydande ekonomiska förluster.

Vulkanutbrott kan även få effekter på betydande avstånd, där den upplevda risken kan vara lite som att faran är "utom synhåll". Den moderna globaliserade världen är sårbar för mycket stora vulkaniska

Vulkanisk aska

2010 års utbrott av Eyjafjallajökull på Island orsakade omfattande störningar i den civila luftfarten i hela norra och västra Europa. Regleringar och luftfartsmyndigheter behövs för att skydda allmänheten från skador i ett fall som detta men också för att starta flygningarna så snart som möjligt med tanke på de ekonomiska konsekvenserna. Geologer arbetade tillsammans med meteorologer för att förstå samspelet mellan askmolnet och vädersystem och lämnade information och råd för att underlätta beslutsfattandet rörande luftfarten.

Andra vulkaner, på Island och på andra håll, har potential att orsaka liknande problem, eventuellt på en mycket större skala. Stora flyglinjer, särskilt de som passerar över polarområdena, har kartlagts i förhållande till fördelningen av aktiva och nyligen vilande vulkaner.

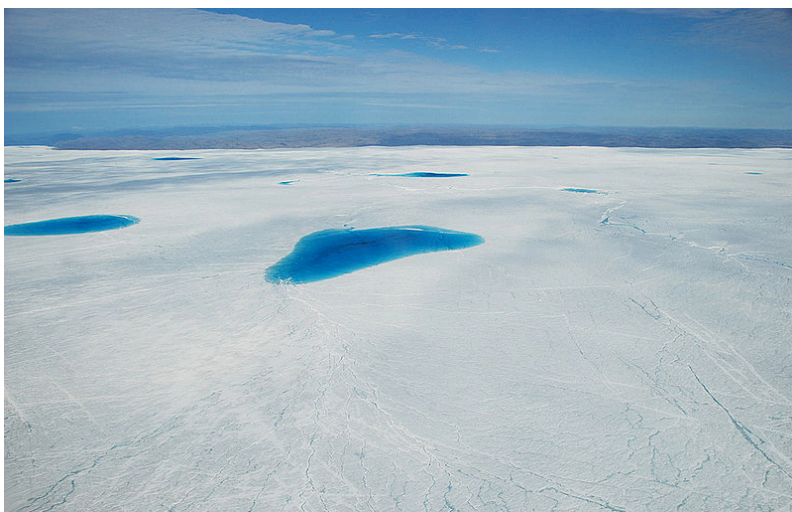
Vulkaner såsom Mount St Helens och Vesuvius är omgivna av stora markbaserade seismiska nätverk som ska ge tidig varning om eventuella utbrott. Men globalt finns det många vulkaner som inte övervakas och dessa kan bryta ut med liten eller ingen varning.

Geologisk data innehåller rikliga bevis på hur jordens klimat har förändrats i det förflutna. Dessa bevis är mycket relevant för att förstå hur klimatet kan förändras i framtiden, och de sannolika effekterna av antropogena koldioxidutsläpp.

Geologiska bevis för tidigare klimatförändringar

Under åtminstone de senaste 200 miljoner åren, visar fossil och data från sedimentära bergarter, att jorden har genomgått många förändringar i klimatet, från varmare än nuvarande klimat till mycket kallare, och inom många olika tidsskalor. Förutom cykliska variationer som orsakas av faktorer som variationer i jordens omloppsbanan och i solaktiviteten, har det förekommit tillfällen med snabba klimatförändringar i samband med ökning av atmosfäriskt kol, som Paleocen-Eocen Thermal Maximum (PETM) för 55 miljoner år sedan.

Bevis på tidigare klimatförändringar är bevarat i ett stort antal geologiska miljöer, inklusive marina- och sjösediment, inlandsisar, fossila koraller, stalagmiter och fossila trädringar. Framsteg inom fältundersökningar, laboratorieteknik och numerisk modellering, tillåter geologer att visa, med ökat förtroende, hur och varför klimatet har förändrats i det förflutna. Denna baslinje av kunskap om det förflutna ger en viktig kontext för att uppskatta troliga förändringar i framtiden.



Avmältning i utkanten av en inlandsis på Grönland.

Lärdomar för framtiden

Baserat på uppgifter om tidigare klimatförändringar, är många geologer alltmer övertygade om att CO₂ är en stor modifierare av klimatsystemet. Bevisen bekräftar den grundläggande fysikaliska principen som innebär att om stora mängder växthusgaser, såsom koldioxid, tillförs atmosfären kommer temperaturen att stiga. Geologisk data visar också att detta sannolikt kommer att leda till högre havsnivåer, ökade havsförsurning, minskad syrehalt i havsvattnet och betydande förändringar i vädermönster.

Livet på jorden har överlevt stora förändringar av klimatet i det förflutna, men dessa har orsakat massförintelse och en större omfördelning av arter. Effekten på det moderna mänskliga samhället av relativt små ökningar på några grader i den globala temperaturen, förväntas bli enorm.

De exakta orsakerna till tidigare fall av snabb klimatförändring är föremål för fortsatt forskning, men det är troligt att den utlösande faktorn för sådana händelser var av geologiskt ursprung - till exempel en period av intensiv vulkanisk aktivitet. De snabba ökningarna i atmosfäriskt CO₂ under de senaste decennierna kan inte tillskrivas någon sådan geologisk orsak. Över 500 miljarder ton kol (varav mer än 1 850 miljarder ton CO₂) har tillförts atmosfären till följd av mänsklig verksamhet sedan 1750, cirka 65 % av det är från förbränning av fossila bränslen, och med nuvarande ökningstakt av atmosfäriskt koldioxid, kan nå nivåer upp mot 600 miljondelar (ppm) i slutet av detta århundrade - ett värde som inte tycks ha varit typiskt på minst 24 miljoner år.

Geologer har en viktig roll att spela, inte bara för att hjälpa till att förbättra vår förståelse av klimatförändringen, utan även för försöka minska de framtida koldioxidutsläppen till atmosfären (exempelvis genom utveckling av CCS och alternativa energikällor) samt hur vi kan anpassa oss till konsekvenserna av framtida klimatförändringar.

Den antropogena påverkan

Mänsklig aktivitet har haft dramatiska effekter på landskap, på jordlagret och berggrunden och det globala systemet, vilket medför betydande atmosfäriska, kemiska, fysikaliska och biologiska förändringar. Är dessa förändringar tillräckligt betydande och bestående för att markera början på en ny geologisk epok - den Antropocena?

Antropogen förändring

Den internationella kommissionen för stratigrafi (ICS), som definierar den internationella "Geological Time Scale" och sätter globala standarder för klassificering av geologisk tid, överväger för närvarande att definiera en ny geologisk epok - den "mänskliga epoken" eller Antropocene - för att erkänna omfattningen av påverkan vi har haft på vår planet. Vissa stratigrafer föreslår den industriella revolutionen som utgångspunkt för Antropocen, eftersom effekterna av de 1850 miljarder ton CO₂ som mänskligheten har släppt ut i atmosfären sedan dess, kan sträcka sig över en geologisk tidsskala. Andra hävdar att varaktig mänsklig påverkan på planeten kan dateras betydligt tidigare, till utvecklingen av jordbruket och bofasta kulturer för ca 8000 år sedan. Oavsett startår, har det mänskliga samhället varit ansvarigt för betydande omdaningar av mark och landskap genom ett stort antal olika processer såsom jordbruk, konstruktion, kanalisering av floder, avskogning, urban tillväxt och industrialisering.

Vi har också lämnat ett potentiellt outplånligt föroreningsspår efter oss i form av föroreningar i luften, på marken yta, i haven och vattendrag och under ytan. En markör är blyföroreningar, vilka bildas genom processer i smältverk, metallbearbetning och förbränning. Blyföroreningar visar sig nu ha nått så avlägsna platser som polarisarna och i torvmossar så långt tillbaka som grekisk-romersk tid. Förutom den omfattande förbränningen av fossila bränslen har den industriella revolutionen inneburit att höga halter av föroreningar från gruvarbete, smältverk, avfallshantering och annan industriverksamhet har spridits över hela planeten.

Många forskare utför för närvarande arbeten med att undersöka vilka områden, vilket slags och i vilken omfattning mänsklig inverkan har haft på markanvändning och markprocesser, deras effekter och deras geologiska betydelse. Dessa kombinerade förändringar och deras inverkan på kemi, biologi och geomorfologi, både på och



Luftförorening: rök stiger från ett kraftverkstorn.

under markytan, i hav och i atmosfären, skulle kunna bidra till att avgränsa Antropocen och dess unika miljösignatur.

Spelar det någon roll?

Oavsett om ICS drar slutsatsen att Antropocen uppfyller definitionen för en ny geologisk epok, har termen snabbt vunnit spridning, både bland geologer och mer allmänt. Det uttrycker tanken att de kumulativa och kombinerade effekterna av mänsklig aktivitet på vår planet, inklusive, men inte begränsat till klimatförändringar, kan kvarstå under geologiska tidsskalor.

Framtiden

Världens befolkning beräknas uppgå till nio miljarder personer år 2045, vilket kommer att öka trycket på resurser, på miljön och på de övre marklagren, särskilt i tätorter där det finns en stor efterfrågan på utrymmet under markytan och där infrastrukturen är komplex. Att leva i Antropocen kommer att medföra helt nya utmaningar för samhället och regeringar över hela världen.

Kommunicera geologi: tid, osäkerhet och risk

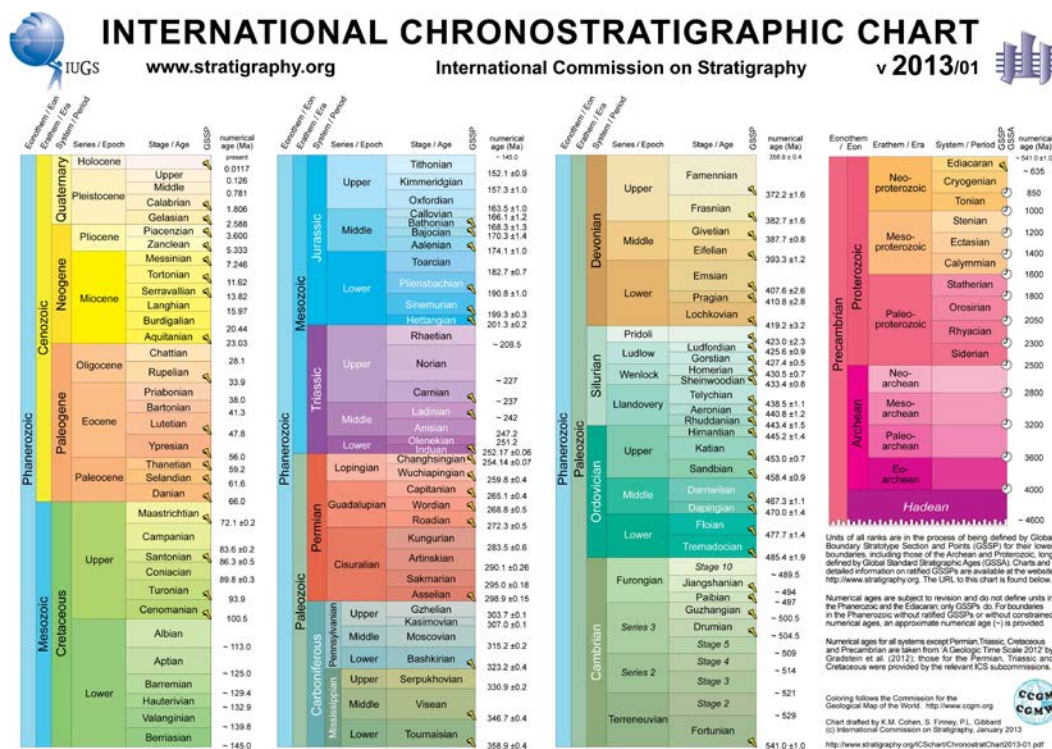
Geologiska frågor är allt mer framträdande i det vardagen för människor i hela Europa - och professionella geovetare måste lära sig att kommunicera sin forskning bättre, så att den breda allmänheten kan delta i en saklig debatt.

Beslut om utvinning av skiffergas och andra landbaserade kolväten, om injicering av vatten till berggrunden för att generera geotermisk energi och om djupförvaring av koldioxid och radioaktivt avfall, innebär att geologi utgör basen i några av de grundläggande frågorna som länder i hela Europa måste besluta om. Detta för att möta framtida resursbehov, skapa ekonomisk tillväxt, förstå tekniska risker och deras sociala konsekvenser, och se till att reglering och styrning av teknik skyddar människors miljö, hälsa och välbefinnande. Vid sidan av de komplicerade vetenskapliga och tekniska utmaningar som genomförandet av dessa tekniker kommer att medföra, är geologi för den stora allmänheten en okänd värld. Om allmänheten vill bedriva saklig debatt och påverka beslutsfattandet om sådan teknik, är det viktigt för professionella geovetare att utveckla effektiva strategier för att kommunicera vad de vet och gör, och att förstå vad allmänheten vet och vad som berör dem.

Några av de grundläggande kunskaper som geologer använder (och kanske tar för givet) är obekanta för de flesta. Geologer har ofta en förståelse för oerhört långa tidsperioder vilket ger

dem en privilegierad kunskap om planeten och de processer som har format den. Men det kan också innebära att dem får en helt annan syn på tid än icke-geologer. Exempelvis är 100 000 år en mycket lång tid om man ska våga lita på att berggrunden kan förvara radioaktivt avfall utan att detta påverkar omgivningen - för många geologer är detta en mycket kort period. Denna skillnad i tidsuppfattning kan minska, snarare än öka, allmänhetens förtroende och tillit till expertis och de professionella bedömningar geologer gör, såvida de inte arbetar hårt för att förstå allmänhetens perspektiv och problem.

Geologer är ofta bekväma med att hantera osäkerheter och med att arbeta med ofullständiga data - förmågan att arbeta på detta sätt kan utgöra en central del av en geologs kompetens. Att kommunicera öppet om att det i själva verket ofta tillhör vardagen för geologer att arbeta med ofullständiga uppgifter, men att de utifrån dessa försöker begränsa osäkerheten och göra sannolikhetsbedömningar, är en förutsättning för dessa egenskaper ska erkännas ha ett värde, snarare än att bara vara uttryck för kunskapsbrist.



Internationella kronostratigrafiska tidsskalan. ©International Commission on Stratigraphy

Geologi för framtiden

2000-talets samhälle står inför aldrig tidigare skådade utmaningar i att uppfylla resursbehoven hos en växande global befolkning som strävar mot en högre levnadsstandard, samtidigt som det behöver lära sig att leva mer hållbart på vår planet. Att se en skicklig geovetenskaplig arbetskraft och en stark forskningsbas ska hjälpa oss att ta itu med dessa utmaningar och är avgörande om Europa ska vara globalt konkurrenskraftig.

Utbildning

Geologi är avgörande för människors liv. I de flesta europeiska länder är geologi inte ett kärnämne i läroplanen. Därför är det viktigt att ungdomar undervisas om viktiga processer och begrepp i geovetenskap inom de övriga skolämnena (såsom kemi, fysik, biologi och geografi) för att förse dem med kunskaper som kan användas om de väljer att engagera sig i debatten om de stora utmaningar mänskligheten står inför. Skolans läroplaner i Europas länder bör återspegla detta. Att se till att alla elever har en grundläggande kunskaper i geovetenskap är också nödvändigt för att stimulera nästa generation av geologer, vilka kan komma att spela avgörande roll för att lösa de utmaningar vi står inför. Högkvalitativ yrkesvägledning är också viktigt, så att eleverna är medvetna om de många karriärmöjligheter geovetenskap erbjuder, och för att förstå hur de ämnen de väljer att studera i varje skede av sin skolutbildning senare kan påverka vilka universitetsstudier som är tillgängliga för dem.

Universitetens grundutbildning geologi och andra geovetenskaper, ger en grundlig vetenskaplig bas, och är det första steget i utbildningen av professionella geovetare för framtiden. I vissa europeiska länder vill arbetsgivarna inom många industrisektorer rekrytera geovetare, men de kräver ofta att de sökande har en påbyggnadsexamen, exempelvis en MSC, inom relevant inriktning såsom berggrundgeologi, ingenjörsgéologi, hydrogéologi eller geofysik. Dessa program kan ha en stark yrkesinriktning. PhD-program spelar också en viktig roll, både för att förbereda dem som vill bedriva en forskarkarriär i geovetenskap och för att utbilda specialister på forskarnivå. Det är viktigt att de europeiska nationerna säkerställer tillräcklig finansiering för geovetenskaplig utbildning på alla nivåer, om de ska vara ekonomiskt konkurrenskraftiga och om de ska utveckla och upprätthålla nationell kapacitet för att möta framtidens utmaningar.

Forskning

Ekonomisk konkurrenskraft och vår förmåga att möta framtida utmaningar kommer också att bero på hur man lyckas upprätthålla Europas geovetenskapliga forskningsbas. Det är viktigt att vi

Säkra professionella normer för allmänhetens nytta

The European Federation of Geologists (EFG), tillsammans med sina nationella organisationer, fastställer kriterier för och delar ut titeln Europeageolog (EurGeol) till utövare med en tillräcklig hög utbildning, hög yrkesmässig kompetens inom sitt område och ett engagemang för professionell etik och fortbildning (CPD). Många av de nationella föreningarna tilldelar också egna professionella titlar på nationell nivå. Förutom att uppskattas av individen och deras arbetsgivare, ger dessa titlar garantier till andra, exempelvis att allmänhetens säkerhet tryggas, att arbetet kommer att genomföras på ett kompetent, professionellt och etiskt korrekt sätt.

Akrediteringen av grund- och magisterexamen ser till att studenterna får grundläggande färdigheter och kunskaper, vilket gynnar både arbetsgivarna och allmänheten. Akrediteringssystemen varierar mellan länderna, och kan övervakas av en nationell yrkesorganisation, en statlig myndighet eller en extern kvalitetsbyrå. EuroAges-projektet, som finansieras av Europeiska kommissionen, har tagit fram en gemensam ram för geologiexamen, dess innehåll och kriterier för ackreditering, detta för att underlätta jämförelser mellan dessa olika system.



FÉDÉRATION EUROPÉENNE DES GÉOLOGUES
EUROPEAN FEDERATION OF GEOLOGISTS
FEDERACIÓN EUROPEA DE GEÓLOGOS

fortsätter att stödja såväl grundforskning som behovsmotiverad forskning, inte minst för att samhället ska vara så förberett som möjligt för att svara på det "okända" - nya framtida risker och olyckor, som vi ännu inte känner till. Att upprätthålla och utveckla vår forskningsbas kräver att vi tar hand om alla steg i kunskapsuppbyggnaden och att investerar i kontinuerliga forskningsmedel så att unga forskare kan bygga stabila karriärer.



FÉDÉRATION EUROPÉENNE DES GÉOLOGUES
EUROPEAN FEDERATION OF GEOLOGISTS
FEDERACIÓN EUROPEA DE GEÓLOGOS



The
Geological
Society

servicing science & profession

Det här dokumentet har framställts av Geological Society of London, tillsammans med European Federation of Geologists (EFG) och Geosektionen inom Naturvetarna.

För mer allmän information om geologi, se bl.a. följande länkar:

Sveriges geologiska undersökning
Naturhistoriska riksmuseet
Statens geotekniska institut

www.sgu.se
www.nrm.se
www.swedgeo.se

Du kan också hitta engelskspråkiga policydokument, artiklar, audio-visuellt material och övrigt relaterat till ämnena i denna rapport, på Geological Society of London's hemsida för "Geologi för samhället": www.geolsoc.org.uk/geology-for-society.

- Frankfurt aktiebörs - Frankfurt Stock Exchange" by Pythagomath - Own work. Licensed under CC BY-SA 4.0 via Wikimedia Commons
- Bandad järnmalm från Krivoy Rog, Ukraina - Banded iron formation". Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons
- Avloppsrening systemet - Fine Bubble Retrievable Grid" by C Tharp - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons
- Kölnbreindammen och dess pumpkraftverks energisystem, Carinthia, Österrike - Verbund malta" by Verbund. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons
- Jordbruk i La Rioja-regionen i Spanien - Tractor, La Rioja, Spain" by Raúl Hernández González. Licensed under CC BY 2.0 via Wikimedia Commons
- Tottenham Court Road Crossrail byggarbetsplats, England - London Astoria site September 2009 CB" by carlbob. Licensed under CC BY 2.0 via Wikimedia Commons
- Glacier Express på Landwasser-viadukten, Schweiz - CH Landwasser 2" by Daniel Schwen - Own work. Licensed under CC BY-SA 2.5 via Wikimedia Commons
- Kemiskt utsläpp i Wakefield, Storbritannien - A big job - geograph.org.uk - 663806" by David Pickersgill. Licensed under CC BY-SA 2.0 via Wikimedia Commons
- UNESCO världsarv: ön/kommunen Mont Saint-Michel och dess bukt i Normandie, Frankrike, listad för sitt kulturarv i kombination med sin naturliga skönhet - MtStMichel avion". Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons
- President Barack Obama studerar skadorna efter jordskalv i L'Aquila, Italien - President Barack Obama tour earthquake damage in L'Aquila, Italy - Wednesday, July 8, 2009" by The Official White House Photostream - P070809CK-0208. Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons
- Slukhål i karst i Biržai-distriktet, Litauen - Geology duobė" by Vilensija - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons
- Avsmältning i utkanten av en inlandsis på Grönland - Greenland melt pond 2 (7637755560)" by NASA ICE - Greenland melt pond 2Uploaded by russavia. Licensed under CC BY 2.0 via Wikimedia Commons
- Luftförorening: rök stiger från ett kraftverkstorn - Air pollution smoke rising from plant tower" by U.S. Fish and Wildlife Service. Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons

Omslagsbild: Europe ljus. © NPA Satellit Mapping: CGG. Med ensamrätt.Ingen reproduktion, kopiering eller överföring av dessa bilder får göras utan skriftligt tillstånd. NPA är Corporate Affiliates av Geological Society of London och har specialiserat sig på användningen av satellitbilder, utforskning av jordens resurser, miljö och risker