



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



The
Geological
Society

-serving science & profession



Földtan a társadalomért

2015. június

Miért fontos a geológia?

A geológia a Föld felépítésével, szerkezetével és történetével foglalkozó tudomány. Ez a szakma tárja fel és kutatja a társadalom és az ipar számára szükséges ásványi nyersanyagokat, alapvető szolgáltatásokat nyújt, és segít abban, hogy megértsük, hogyan teremthetünk élhetőbb jövőt a bolygónkon.



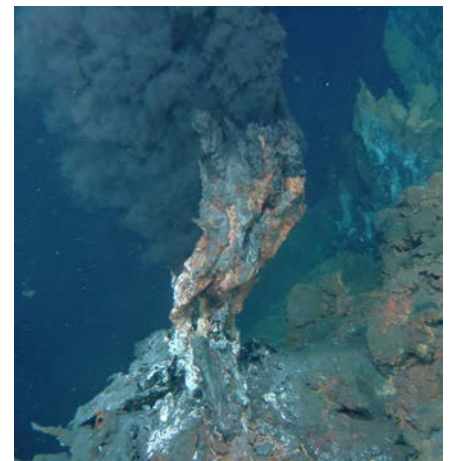
Az Apollo-17 felvétele a Földről. ©NASA

A geológia (tágabb értelemben a földtudomány elnevezést is használják) a bolygónk szerkezetével, illetve azokkal a folyamatokkal foglalkozik, amelyek a Földet évmilliók alatt formálták – és még napjainkban is formálják. A geológia biztosítja azoknak a **természeti erőforrásoknak** a feltárását, amelyek szükségesek az ipar működéséhez és a társadalom jólétéhez, beleértve az **energiát**, az **ásványi nyersanyagokat**, a **vizet** és az **élelmet**. Létfonosságú szolgáltatások széles köre függ a geológiától. **A hulladékkezelésnél**, az **építkezéseknél**, az **útépítésnél**, **gátak** és **alagutak** építésénél nélkülözhetetlen a geológiai ismeret és a mérnökgeológiai munka, csakúgy, mint az ipari tevékenység következtében kialakult **talajszennyezések** kezelésénél. A geológia segítségével érthetjük meg a **természeti katasztrófákat** és **veszélyforrásokat**, készülhetünk fel azokra, vagy mérsékelhetjük a károkat. **Az ivóvízkészletek** és a **természetes élőhelyek** megóvásához is nélkülözhetetlen a földkéreg kőzetei és a földfelszíni folyamatok közti komplex kölcsönhatások ismerete. Európa energiaellátása nagymértékben függ a geológiai tudástól és szakértelemtől, a megújuló energiaforrásoktól kezdve a szén-dioxid és a radioaktív hulladék biztonságos földalatti tárolásáig.

A több milliárd évnyi földtörténeti múlt tanulmányozásával a geológusok felismerték, hogy a **környezeti változások** és az élővilág fejlődése között szoros összefüggés van. Ez lehetőséget nyújt annak megismerésére, hogy a fosszilis tüzelőanyagok elégetésével az emberiség milyen hatást gyakorol a környezetére. A geológusok fontos szerepet fognak játszani az antropogén **szén-dioxid kibocsátás** csökkentésében is, mivel ők kutatják azokat a földtani képződményeket, amelyekbe a szén-dioxid injektálható. Ahogy egyre jobban megismerjük bolygónkat, a természeti erőforrások kezdenek kimerülni, és a népesség egyre növekszik. Törekednünk kell a fenntarthatóbb és az egyenlőbb létre, ezért a geológiai ismeretek fontosak ahhoz, hogy megtervezzük az erőforrások használatát, a hulladékok kezelését, valamint átfogó képet kapjunk az emberi tevékenységnek a földkéregre, a talajra, az óceánokra, a levegőre és az élővilágra kifejtett hatásáról, amely tényezők együtt képezik a földi rendszert.

A természeti erőforrások biztosításához és a velük való gazdálkodáshoz a képzett és tapasztalt geológusok munkája nélkülözhetetlen, úgy a kutató intézményekben, egyetemeken, mint az iparban. Ezért lényeges a felsőoktatásban a magas szintű képzés. A földtudományi oktatás támogatása mindenütt fontos, mivel ez a szakma hozzájárul a gazdaság növekedéséhez és erősödéséhez, és lehetővé teszi, hogy kezelni tudjuk a globális kihívásokat.

Aktív óceán közepi kürtő (black snooker) mely folyadékot és ásványi anyagokat termel (kezdetben ~360 °C-on) a Rainbow hidrotermális mezőn, Azori szigetektől délre, 2200 méteres vízmélységnél, Seahma expedition. ©FCT Portugal 2002, Creminer-LARSyS image archive



A geológia és a gazdaság

A geológia nélkülözhetetlen szerepet játszik a gazdaság számos területén. A gazdasági növekedéshez és fenntarthatósághoz csakúgy, mint a társadalmi jóléthez, szükséges a biztonságos energiaellátás, az ásványi nyersanyagok, a tiszta ivóvíz és a fenntartható élelmiszer előállítás. Mindezek miatt alapvetően fontos ezen a szakterületen a technológia, az infrastruktúra, az oktatás és a szakképzés folyamatos fejlesztése.

A földtani erőforrások feltárása és kitermelése alapvetően fontos szerepet játszik egy ország bevételeiben és gazdasági növekedésében. A nyersanyagok felhasználása az iparban és a fogyasztói termékek előállításában, valamint a fosszilis tüzelőanyagok alkalmazása az energiatermelésben meghatározóak a gazdaság működésében. Az olaj, gáz, szén és építési és ipari ásványok kitermelése meghatározó része az európai nemzetek GDP-jének – az Egyesült Királyságban ez 2011-ben elérte a 38 Mrd fontot, vagy a nem szolgáltatói GDP 12 %-át – ami a nyersanyagokat felhasználó ipárral együtt még több. Az Északi-tengeri olaj és gáz több európai nemzetgazdaság számára jelentős és euró milliárdos adóbevételeket generál évente. Az európai tőzsdéken jelen lévő kitermelő vállalatok kapitalizációja 2012-ben több volt mint 2,3 trillió euró.



A Frankfurter Tőzsde

A hatékony gazdasági döntésekhez szükséges az ásványi nyersanyagok és a fosszilis energiahordozók iránti kereslet, kínálat és költségek alapos értékelése. Az ásványvagyron felmérésében a geológiai szolgálatok és hivatalok – Magyarországon a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet és a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal – működnek közre. Az EU meghatározta azoknak a kritikus ásványi nyersanyagoknak a listáját, amelyek az európai gazdasági növekedéshez nélkülözhetetlenek. A ritkaföldfémek az egyik ilyen elemcsoport, amely iránt a kereslet egyre nő, mivel ezek alapvetőek a high-tech alkalmazásokban, beleértve a plazma képernyőket, az orvosi képpalkotó eszközöket, valamint az alacsony

széndioxid- kibocsátású-technológiákat, mint a szélturbinák vagy a hibrid járművek.



Szalagos vasérc minta, Krivoj Rog, Ukrajna

Jövőbeli készleteink korlátozottak, ugyanakkor az igények növekednek. A globális népességnövekedés mellett fokozottabb jólétre és az erőforrások egyenletesebb elosztására vágyunk. Mindez fokozott nyomást gyakorol a sok országban már jelenleg is feszült víz-, energia- és táplálékellátás helyzetére. A biztonságos és fenntartható ivóvíz- és energiaellátás kihívását súlyosbítja a globális klímaváltozás. Ezek fokozott kitermelése jelentős következményekkel jár majd a háztartásokban és az olyan energia- és vízigényes iparágakban, mint a bányászat és az építőipar.

Ezek a kérdések kihívást jelentenek a gazdaság számára, de ugyanakkor teret nyitnak az innovációnak, amely segíti a jövőbeli gazdasági stabilitást és növekedést. Azok az országok lesznek a gazdasági versenyben az élenjárók, amelyek fenntartható módon tudják finanszírozni az infrastruktúrát, a kutatást és a képzést, illetve ösztönzik az innovációt. A radioaktív hulladék elhelyezési és a szén-dioxid leválasztási és tárolási (CCS) technológiák világszerte fejlesztést igényelnek, mivel a cél az energiarendszerek szénmentesítése. Ennek megvalósításához nélkülözhetetlen a magas szintű kutatás és felsőoktatás.

Egyre sürgetőbb, hogy áttérjünk az alacsony széndioxid-kibocsátású gazdaságra. Ugyanakkor, még sokáig fogunk függeni a fosszilis energiahordozóktól. A geo tudományok az energiaciklus minden lépésében fontos szerepet játszanak, az energiahordozók előfordulásának felkutatásától azok biztonságos kitermeléséig és felhasználásáig, valamint a keletkező hulladék elhelyezéséig vagy újrahasznosításáig.

A jövőbeli energiaigényeket nézve Európa három kihívás elé néz: a szén-dioxid kibocsátás drasztikus csökkentése a klímaváltozás mérséklése érdekében; az ellátás biztosítása; valamint megfizethető energiaellátás mind az ipar, mind a fogyasztók számára.

Fosszilis energiahordozók

A fosszilis energiahordozók még évtizedekig fontos szerepet fognak játszani Európa energiaellátásában. Szükség lesz az úgynevezett nem-konvencionális energiahordozók fokozottabb felhasználására, ide tartozik a palagáz, a palaolaj és a szénhez kötött metán. Ezek jelentősen hozzájárulhatnak az energiatermeléshez, amennyiben kitermeljük őket. Minden ország törekszik arra, hogy energiaszükségleteit minél inkább hazai forrásból elégítse ki, mert ez az energiaellátás biztonságának feltétele. A magyarországi energiaellátásban jelentős szerepet játszik a Mátra és a Bükk déli előterében előforduló lignitvagyon, de a Makói-árokban eddig nem termelt palagáz készleteink is vannak.



Alacsony és közepes aktivitású radioaktív hulladék az Oikiluoto lerakóban, Finnország. ©SKB, Sweden

Palagáz

Szénhidrogének (kőolaj és földgáz) szerves anyagból képződnek, ami évmilliókkal ezelőtt rakódott le az üledékes kőzetek rétegeiben, majd nagyobb hőmérséklet és nyomás hatására átalakult. A „konvencionális” tárolók esetében a kőolaj és a földgáz elvándorolt (migrált) arról a helyről, ahol keletkezett, és egy olyan csapdában halmozódott fel, amit egy impermeábilis (nem-áteresztő) réteg fed. Ha a földgáz nem migrál, hanem abban az impermeábilis agyagos kőzetben marad, amelyben keletkezett, nem tudjuk a hagyományos technológiával kitermelni (ezért hívjuk „nem-konvencionális” szénhidrogének).

Napjainkban már lehetséges a palagáz gazdaságos kitermelése, vízszintes fúrás és hidraulikus repesztés alkalmazásával. Ennek során vizet, homokot és kis mennyiségű vegyszert használnak, hogy megnyissák a kőzetben a repedéseket, utat nyitva a gáz szabad mozgásának. A geológusok szakértelme nagyon fontos a gázelőfordulás helyének meghatározásában és a kitermelés kockázatainak kezelésében, mint a repesztés miatti szeizmicitás és az ivóvízkészletek szennyezése.

Szén-dioxid leválasztás és tárolás (CCS)

Mivel középtávon az energiaellátásban a fosszilis energiahordozók nélkülözhetetlenek, sürgősen cselekedni kell annak érdekében, hogy az elégetésükből származó CO₂ ne fokozza a globális klímaváltozást. A CCS lehetőséget nyújt erre, amennyiben megfelelő mértékben alkalmazzuk. Ez azt jelenti, hogy a CO₂-t az égéstermékéből leválasztjuk, és földalatti tárolóban helyezjük el. A geológusok már dolgoznak a megfelelő tároló helyek beazonosításán és a technikai fejlesztésen. Magyarországon az Alföld aljzatában 1-2 km mélységben húzódó, porózus üledékes kőzettestek alkalmasak a tárolásra.

A geológusok kulcsszerepet játszanak majd a megvalósításban, az esetleges szivárgás és felszín alatti deformáció monitorozásában is.

Egyéb energiaforrások

A tisztaszén technológiákra épülő gazdaság felé haladva egyre nagyobb szerephez jutnak a megújuló energiaforrások.

A megújuló energiára épülő erőművek telepítésénél és építésénél nagyon fontos az adott terület geológiájának ismerete, különösen a szél- a vízi-, a geotermikus és az árapály erőművek esetében.

A megújuló energia technológiák (beleértve a szél turbinákat, a hibrid motorokat és napelemeket) jelentős mértékben kritikus nyersanyagokat használnak fel, mint például a ritkaföldfémek. Ezek feltárása és biztonságos kitermelése részletes geológiai kutatást és képzett szakembereket igényel.

A nukleáris energia valószínűleg fontos szerepet játszik majd a jövőbeli energiaellátásban is. Ehhez urániumra van szükség, amit a gazdaságosan kitermelhető uránércből vonnak ki – ismét egy olyan folyamat, ami geológiai szakértelmet igényel. Az atomerőművek radioaktív hulladékának elhelyezését hosszú távon, biztonságosan kell megoldani. Ehhez a tároló kamrákat megfelelő geológiai adottságokkal rendelkező kőzettestekben kell kialakítani.

Radioaktív hulladék elhelyezése geológiai tárolóban

A radioaktív hulladék geológiai tárolóban való elhelyezése azt jelenti, hogy egy megfelelő adottságokkal rendelkező felszín alatti kőzettestben, általában 200-1000 m közötti mélységben alakítjuk ki a tárolóhelyet, biztosítva azt, hogy radioaktivitás ne érje el a felszíni környezetet. Többszintű védelemmel kialakított rendszert alkalmaznak, így a szigetelőanyagba zárt hulladékot geotechnikailag kialakított helyiségekben helyezik el, majd a megmaradt üregeket feltöltik. A kőzettest egy járulékos szigetelő, így ez a megoldás tízezer évekig biztosítja a radioaktivitás elszigetelését. A gránit, az agyag, vagy a kőszó alkalmasak leginkább a tárolóhely kialakítására. A geológusoknak fontos szerepe van a megfelelő kőzettest azonosításában és a telephely kiépítésében.

Geotermikus energia

Általános tendencia, hogy az országok töreksenek a földi hő minél jelentősebb mértékű hasznosítására, különösen az emelkedett geotermikus gradiensű területeken. A hőszivattyút elsősorban a vidéki területeken alkalmazzák. A modern épületek integrált fűtési rendszereivel, amelyek a földi hőt fűtésre és hűtésre is használják, a CO₂ kibocsátás akár 10 %-kal is csökkenthető. Az ilyen rendszerek kialakítása nagy földtani szakértelmet igényel, mivel geológusok működnek közre a megfelelő helyszín kiválasztásában, illetve a földtani felépítés meghatározásában, ami szükséges a megfelelő infrastruktúra megtervezéséhez és kivitelezéséhez.



Thornton bank Szélerőmű Park, Belgium. ©Deme-group

Egy biztonságos, jó minőségű édesvíz ellátás létfontosságú az emberi egészség és jó közérzet fenntartásához. Geológusok, Európában és szerte a világban, segítik ennek elérését, a víz mozgása és a vízadó viselkedésének ismeretében, valamint a szennyeződés meghatározásában és mérséklésében is.

Vízbiztonság

A felszíni édesvíz egy a talajvizet, óceánokat, a légköri vizet és a jégként tárolt vizet átfogó nagyobb rendszer részeként jelenik meg.

Az Európai Unió lakói kb. 75 %-ának vízellátása függ a talajvíztől – ez egy fontos, de törékeny forrás mely gondos kezelést igényel. A fennmaradó rész a tavak és folyók, tározókban gyűjtött felszíni vízből származik.

A talajvíz szintje a helyi csapadéktól, a beszivárgási hányadtól (a talaj által abszorbeált hányadtól) és a felhasználás (a használatra kitermelt) mennyiségétől függ. Néhány helyen a talajvíz valójában egy nem újratermelő édesvízforrás, a víztartó feltöltéséhez (újratöltéséhez) szükséges idő miatt, mely az évszaknyi időskálától a több évezredig változhat.

Mi is a talajvíz?

A talajvíz a porózus kőzetekben tárolt vízszint alá a talajon keresztül leszivárgó víz. Ez a víz a „telített zónában” van. A talajon keresztül, sokszor nagyon lassan, addig folyik míg felszínre nem ér mint forrás, egy folyó vagy a tenger.

A kitermelhető vizet tartalmazó földtani képződményeket vízadóknak nevezzük és ezek az ivóvíz fontos forrásai. Azonban a vízadóknak nem minden víz édes – sokszor nagyon sós lehet. A talajvíz túltermelése sós víz beáramlást okozhat az édesvíz tartóba. A kőzet porozitása és átteresztő képessége szabja meg mennyi víz tárolható és ez mennyire mozgékony, és, hogy a képződmény mennyire jó vízadó.

Víz minőség és a víz körforgása

A víz természetes módon is szennyeződhet, de az emberi tevékenységnek nagyobb a kockázata. Sok szennyezés diffúz forrásokból, mint a mezőgazdasági területen alkalmazott növényvédőszer és műtrágya, jön. Az itt lehulló eső magával viszi a talaj felszínéről a szennyezéseket és azok a vízfolyásokba vagy a felszínalatti vízadókba jutnak. Az ipari területekről, csatornarendszerekből vagy hulladéklerakókból szivárgó vegyi anyagok ugyancsak sok szennyező forrást jelentenek

A lassú talajvíz beszivárgás, feltöltődés áramlás következtében a szennyeződés lassan alakul ki és hosszú ideig fennmarad. A szennyezés kármentesítése drága lehet pénzügyileg és a befektetett energia szerint is. A jövőbeni mentesítési költség minimalizálásához és a tiszta víz előállításához létfontosságú a talajvíz viselkedésének és a potenciális szennyezőanyag geokémiai jellegének a megértése.



A Víz körforgása. ©USGS

A víz – energia összefüggés

Az energia szektor nagy mennyiségű vizet igényel számos alapfolyamathoz. A nyersanyag kitermelés, az üzemanyag szállítás, energia átalakítás és az erőművek adják a globális víz felhasználás 35 %-át. 2050-re az áramtermelés víz felhasználása várhatóan megduplázódik. Az energiaforrások diverzifikációjának jelenlegi trendje, beleértve az alternatív üzemanyagok felhasználását is, gyakran a vízigényes folyamatok növekedését hozza magával. Az olaj homokokból való olaj kitermelés hússzor több vizet használ fel mint a hagyományos fúrás, például, míg az extenzív öntözés miatt a bio üzemanyag több ezerszer nagyobb vízfelhasználást jelent mint a hagyományos fosszilis üzemanyag.

Ugyanakkor energiát igényel a tiszta víz előállítása és szállítása is. Ez meghatározó az ellátási lánc minden szintjén, beleértve a talajvíz szivattyúzást, a felszíni víz kezelését, szállítását és a meleg víz előállítását. A víz kezelés energia felhasználása növekedni fog a kezelési technológiák és tisztítási intézkedések kibővülésével, főleg ha az energia igényes sóatlanítás elterjed a csökkenő édesvíz hozzáférés eredményeként. Az Egyesült Királyság vízügyi társaságai például, 60 %-nál nagyobb áramfelhasználás növekedést jelentenek 1990 óta a kibővült vízkezelésnek, az emelkedő járulékos költségeknek köszönhetően, ugyanakkor konzervatív előrejelzések további 60-100 % növekedést jeleznek a következő 15 évben a vízminőségi előírások betartatása miatt.

A környezeti változás hatása

A klíma változás hatása a talajvízre és a felszíni vízre országról országra változni fog, nem könnyű megjósolni, és a víz körforgás más zavaraival fog együtt jelentkezni. Sok európai ország megtapasztalta az elmúlt évek aszálya miatt, a vízádók talajvíz szintjének drámai csökkenését, ami a biztonságos vízellátást fenyegeti. Globálisan a fenyegetés már kritikus szinten van. A kiszámíthatatlan időjárás fokozódása a vízádó feltöltődés és a vízellátás kockázatát jelenti. Az alacsony talajvízszint a lassú feltöltődéssel párosulva nagyon komoly hatással van a jövővíz biztonságra, még a mérsékelt éghajlatú országokban is. A klímaváltozás várhatóan fokozó hatású lehet és a szélsőséges időjárás ronthatja a gazdasági tevékenységet és a nemzeti infrastruktúrát.

Földtani szakértelem

A helyi hidrogeológiai és környezeti feltételek megértése elsődrendű a vízellátás és vízminőség kezelésében. Hidrogeológusok és más földtudományi szakemberek vizsgálják és térképezik az altalajt a víz mozgásának modellezésére valamint értelmezésére, és számba veszik, jellemzik a víz készleteket. A rövid- és hosszú távú talajvíz megfigyelés segíti megjósolni és kezelni a kevés eső miatti vízádó kimerülés időszakait. Ez az információ felhasználható a stratégiai aszály, árvíz és vízellátási tervek elkészítésében is.



Szennyvízkezelő rendszer és kölnbrein gát és szivattyús energia tározó, Karintia, Ausztria.

Ásványi nyersanyagok

A modern ipar, technológia és a fogyasztási cikkek az ásványok széles skáláját igénylik, mind a közetalkotó, mind a ritka elemek közül. Ezeknek a kitermelése és értékesítése a gazdaság jelentős részét teszi ki, mind hazai és nemzetközi viszonylatban. Ahogy a népesség és a nyersanyag igény nő úgy nő az igény az új technológiákra és megoldásokra, a készletek hatékony és eredményes felkutatására, kitermelésére.

Készletek

A bányászati iparágak szolgáltatják a készletek széles körét. Ezek között megemlíthetjük az építőiparban felhasznált zúzott kötőanyagot, kavicsot és homokot; a fertőtlenítőszerkezhöz felhasznált foszfátokat és kálium-karbonátot; a sokféle ipari alkalmazásra megfelelő zeolitok (ipari szűrő) és barit (fűróiszap az olajiparban); továbbá az ércásványokat, amikből különféle fémek nyerhetők ki.

Némely ásványi nyersanyag nagy mennyiségben fordul elő és ennek megfelelően jelentős mennyiséget termelünk belőle. Ilyen például az építőipari nyersanyagok (kavics, homok), illetve a fémeket - réz, nikkel, vas, alumínium - tartalmazó ércásványok. Más ásványok ugyan kisebb mértékben kerülnek kitermelésre, mégis elengedhetetlen fontosságúak a globális igények kielégítéséhez. Ezeket nevezzük kritikus nyersanyagoknak. Nincs kizárólagos lista ezen anyagokról, de az EU megnevezett 14 kritikus elemet. Ritkaföldfémek (Rare Earth Elements vagy REE), ill. a Platina csoport fémjei (Platinum Group Metals vagy PGM) tartoznak ide. Aggodalmak övezik a kálium és foszfor utánpótlást is, melyek nagy mennyiségben kerülnek felhasználásra a műtrágya gyártásakor.



Ritkaföldfémek

Tizenhét fémes elem alkotja a Ritkaföldfémek csoportját: tizenöt a lantanoidák közül, 57 és 71 közötti atomi számmal, kiegészülve az ittriummal és szkandiummal. Szükségletük a high-tech iparágak kifejlődésével együtt jelent meg. A ritkaföldfémek nélkül nem tudnánk előállítani olyan termékeket, mint az okos telefon, plazmatévé, laptop, vagy egyéb elektronikai berendezések. Az utóbbi évtizedben 50%-al nőtt a kereslet ezekre a ritkaföldfémekre, és az igények további növekedése valószínűsíthető. Az Európai Unió egy 2010. júniusi tanulmányában a ritkaföldfémeket a 14 kritikus ásványi nyersanyag listáján határozta meg. Jelenleg Kína a meghatározó ezen elemek világkereskedelmében. A készletek jelentős része Európán kívül esik, elsősorban Kína, Oroszország, Kirgizisztán, az Egyesült Államok és Ausztrália területén.

A geológiai értelemben vett ritkaság még nem adna okot aggodalomra. Az árak növekedése és a stratégiai fontosságú kritikus nyersanyagok saját kezben tartása érdekében nagyszabású bányászati akciók indultak meg az EU-ban és Kína határain kívül is. A probléma inkább technológiai, környezetvédelmi, hatóságbeli és gazdaságossági okokban gyökerezik. Ezek kiküszöböléséig a ritkaföldfém-bányák megnyitása hosszú és költséges folyamat lesz. A következő évtizedben ez zavarokat kelthet a nyersanyagellátásban, másfelől, viszont serkentőleg hat az új módszerek, technológiák kifejlesztésében.

Aitik bánya, Gällivare, észak Svédország, az ország legnagyobb rézbányája, és a világ leghatékonyabb felszíni rézbányája. ©Boliden

Ásványi nyersanyagok

Az európai ásvány szektor

A XIX. században a jelentős európai nemzetek gazdaságát a szén, fém és más nyersanyagok kitermelése és használata vezette. Európa már nem a vezető térség az ásvány kitermelő piacon, de a földtani gazdagsága megmaradt és több nemzetgazdasága továbbra is meghatározó termelő és exportőr meghatározó termékekben – például az ezüst Lengyelországban, a titán Norvégiában – csakúgy mint az építőanyagok és más nagyjelentőségű ipari ásvány, mint a kőszó.

Az emelkedő termékárak és az új kitermelési és felhasználási



Perlit bánya, Pálháza, észak Magyarország. ©Perlit-92 Kft

technológiák eredményeként a kisebb hozzáadott értékű lelőhelyek melyek korábban gazdaságtalanok voltak, gazdaságilag értékessé váltak. Számos fémbányászati művelet kezdődött emiatt, mint Devonban UK, Hemerdonban, ahol a wolfram bányászat indul újra. Hasonló folyamatok vannak Magyarországon is a mecseki szénbányászat újramezítésében. A stratégiaileg fontos, Európában felhasznált ásványoknak csak egy kis hányadát termelik ki az Európai Unióban. A különböző ásványi nyersanyagok termelése gyakran egy vagy két országhoz kapcsolódik (például a Kongói Demokratikus Köztársaság a kobaltkitermelésben) és ez biztonsági kockázatot jelent az európai országok ellátásában.

A teljes nyersanyag ciklusra vonatkozó új szemléletű kutatás elvezethet az ipari meddők kitermelésére bizonyos fémek esetében és olyan régi bányá meddők újrahaznosításához melyeket korábban nem tudtak ezekre felhasználni. A termelési kör emelkedhet az újrafelhasználható és a diszperz előfordulású anyagok esetében. Az energia hatékonyság és az előfordulások felhasználásának környezeti hatása szintén ebbe az irányba vezeti a kutatást.

Az Északi tengert övező országok homok és kavics igényeiket a tengerfenék anyagából akarják kielégíteni. A mélyebb tengeri övezetek, mint a hidrotermális feláramlások környezete, számos fém forrásként jöhet számba, köztük számos, kritikusként ismert anyaggal.

Egy növekvő népesség ellátása

Geológia nélkül nem lenne mezőgazdaság. A termés mennyisége és minősége is függ az adott talaj összetételétől. A talaj rendszerint mállott kőzettörmelék, szerves anyagot, vizet és gázokat tartalmaz, mint egy fejlődő közeg. Emellett a növényeknek "geológiai" tápanyagokra is szükségük van a növekedéshez. Az egyre bővülő társadalom évről-évre több energiát fordít élelmiszerforrásokra. Éppen ezért növekvő igény van a műtrágyagyártás alapanyagaira, a foszfátra és káliumra. Ezen nyersanyagok megtalálása és bányászata ma már stratégiai fontosságú. Csupán néhány ország birtokolja a világ foszfát- és káliumkészletének túlnyomó részét. Ebben Kína a legnagyobb termelő. A foszfátok túlzott használata - a káliummal ellentétben - természetkárosító hatású, a növények túlbuzjászt eredményezi (eutrofizáció).



Mezőgazdasági terület La Rioja térségében, Spanyolország.

A jövő létrehozása

A föld tulajdonságainak megismerése és hogy az épületek, infrastruktúra és az emberek hogyan hatnak egymásra a földtani környezetükkel, fontos a közbiztonság és a jólét biztosításához, valódi érték létrehozásához, a létező kihívások környezeti változással való összekapcsolásához.

Az épített környezet

A mérnökgeológia magában foglalja a földtani alapelvek és sajátosságok alkalmazását a megfelelő mérnöki tudományágak mellett, a legkülönbözőbb helyzetekben. Az építőipar nagy számban alkalmaz mérnökgeológusokat, valamint hidrogeológusokat, környezetföldtani és más szakembereket, a talaj tulajdonságok és a tágabb földtani helyzet megértésére, és hogy hogyan fog ez hatni az épített környezet elemeire, beleértve az épületeket, utakat, vasutat, gátakat, alagutakat, csővezetéseket és kábeleket. Alapvető része ennek a munkának a felkészülés a környezeti változás hatásaira, a táj szennyeződésének orvoslására, különösen, ha azt korábban ipari tevékenységre használták, ugyancsak a mindenfajta földtani veszélyforrás hatásának értékelésére és kezelésére, a földrengéstől a csúszásokig és az agyagok duzzadásáig, zsugorodásáig.

Az ilyen munka szükségességének alábecsülése nagyobb projektekben vagy a nem teljes körű vizsgálat gyakran okoz igen jelentős plusz költségeket és határidő csúszást. A talajjal kapcsolatos problémák azonosítása és hatásos kezelése szintén lényeges a közegészség és közbiztonság érdekében, épített környezetünk minőségéhez és a célnak való megfeleléshez. Magas szakmai színvonalat kell meghatározni és megtartatni a geológusokkal, mérnökkel és a többi résztvevővel a közös cél érdekében. A geotechnikai kockázat az építkezés összes résztvevőjét érinti, beleértve a megrendelőt (mely végül is a kormány is lehet, különösen egy nemzeti infrastrukturális projektben), a tervezőt, az építőt és a nagyközönséget.

A geológusoknak szintén lényeges szerepet kell játszani az infrastruktúra fejlesztésben amint az alacsony széndioxid kibocsátó gazdaság felé haladunk, például árapály gátak és szélturbinák telepítésénél, és az új atomerőművek tervezésekor a földrengés veszélyességi vizsgálat elvégzésénél.

OneGeology Europe

Európa nemzeti földtani szolgálatai mindig is fontos részt játszottak a természeti erőforrások kutatásában. Ahogy egyre kifinomultabb utakon végezzük ezt a kutatást, eljutunk a természeti veszélyforrások hatásának felismeréséhez és kezeléséhez, újabb igények lépnek fel az altalajjal kapcsolatban, a geoszféra térképezésébe és modellezésébe való innováció elkerülhetetlen lesz. Mivel a földtan nincs nemzeti határokhoz kötve, szintén alapvető hogy az adatok hatékonyan legyenek megosztva az országok között.

A OneGeology Europe portál 20 nemzet földtani szervezetének, az EuroGeoSurveys-nek (a nemzeti szolgálatok ernyőszervezete) és más felhasználóknak a munkája. Először teszi a nemzeti szolgálatoknál lévő térképi adatokat közösen felhasználhatóvá és könnyen kereshetővé egy egyetlen, többnyelvű, egyszerű engedéllyel elérhető online platformon keresztül. A résztvevő országok 1:1 000 000 méretarányú földtani térkép adatbázisa már kész. Folyamatban van a terület kiterjesztése és a felbontás növelése 1: 250 000 méretarányra ahol megfelelő adat van.

OneGeology Europe jelentős hozzájárulást képvisel mind a globális OneGeology Initiative, mind az INSPIRE, egy közös európai eszköz a térbeli környezeti adatok kezelésére, számára. Ennek nagy gyakorlati haszna lesz az akadémiai és az ipari kutatók, ugyancsak a tervezők és a jövő nyersanyag szükségleteivel foglalkozó kormányzati döntéshozók, az aszály- és árvízkezelés, várostervezés és a nagyobb infrastruktúra projektek fejlesztése számára.



A jövő létrehozása

Település geológia – a holnap városának létrehozása

A világ népességének folyamatosan bővülő része egyre nagyobb és összetettebb városokban él. A geológus munkája a több párhuzamos (sokszor egymással versengő) felszíni és felszínalatti igénybevétel kezelésében különösen fontos lesz a városi területeken, ha a jövő városai fenntarthatók akarnak lenni.



A Tottenham Court Road Crossrail építési terület.

A tér egy nyereség, a felszínalatti területet intenzíven használja a közlekedés, építés és az erőforrások és szolgáltatások eljuttatása. A víz- és energia ellátás és a hulladéklerakás a nagyvárosok meglévő különleges kihívásai, ugyanúgy, mint az innováció lehetőségei. Az épített környezetet a legnagyobb energia hatékonyságra kell tervezni, és kezelni kell (és kihasználni) a „városi hő szigetek” hatását. A nagyléptékű földalatti közlekedési infrastruktúra projektek, mint a Crossrail Londonban, technikailag igényesek és a sokfajta mérnök és tudós, benne mérnökgeológusok és hidrogeológusok, képességeitől függ. Amint a talaj komplexitása jobban érthetővé válik és új technológiák fejlődnek ki, bizonyos esetekben földtani erőforrások, bennük ásványi anyagok, talajvíz és energia lesz kitermelhető városi környezetben.

Egy „ökoszisztéma szolgálat”ot megközelítő környezeti döntéshozatal (ld. 13. oldal) fokozatosan követésre talál Európában. Fontos emlékeztetni, hogy az ökoszisztéma, a környezet és a természetes és humán rendszerek különböző részei közötti kölcsönhatások nem korlátozottak a mezőgazdasági területeken. Az ökoszisztémák felszínalatti és abiotikus szempontjai alapvetőek mind a vidéki, mind városi környezetben.

A felszínalatti tér használata

A geológusokat bevonták a felszínalatti tér sokrétű használatába, néhányukról már megemlékeztünk ebben a füzetben. Ezek a használatok tartalmazzák az energia, víz és ásványi készletek kitermelését, a póruster használatát kőzetekben injektált CO₂ vagy a földtani képződményekben raktározott földgáz tárolására, radioaktív hulladék lerakók, háztartási és más hulladék lerakók, alapozások és épületalapok; közlekedési infrastruktúra, kábelek és csővezetékek elhelyezését.

Amikor a geoszférahoz fordulunk egyre változatosabb szolgáltatások biztosításáért, ez gondos tervezést igényel. Bármilyen adott föld mennyiség számos különböző funkció egymás utáni vagy egyidejű végrehajtását igényelheti. Néhányszor verseny alakulhat ki a földalatti térért a nem könnyen összeegyeztethető funkciók között. A geológusok tanácsot adhatnak ezekben a kérdésekben, de végül is a geoszféra felhasználásáról szóló döntések politikaiak és gazdaságiak.



A Glacier Express a Landwasser viadukon, Svájc.

Európában a több évszázados ipari és urbán fejlődés nyomokat hagyott a tájban, a vízben és a levegőben. A keletkezett szennyezések szétterjedhetnek és reakcióba léphetnek a geoszférával, bioszférával, atmoszférával és hidroszférával, amelyek kapcsolatban vannak egymással.

Föld és vízminőség

Szerte Európában nagy földterületek szennyeződtek be a korábbi ipari tevékenység eredményeképpen. Ahhoz, hogy ezeket a barnamezős területeket alkalmassá tegyük a fejlesztésre, szükség van a kivizsgálásukra és kármentesítésükre. A területek kitisztítása történhet önkéntesen a tulajdonosok által, felújítás keretében, vagy a leginkább szennyezett területeken állami rendelet következtében.

Kármentesítési sémák tervezésekor fontos szempont, hogy milyen hatással lehetnek a jövő környezeti változásai. Az in situ kármentesítő technikák, mint az áteresztőképességre ható gátolás és a szennyezőanyag-körbezárása növekvő erózió, aszály, vagy árvíz esetén elveszítik a stabilitásukat és a szennyező anyagok a környezetbe való kijutását eredményezhetik.

A jó minőségű talaj és víz elengedhetetlenek a biztonságos és fenntartható élelmiszer-előállításához. A talaj a légköri széndioxid elnyelőjeként is működik, ami rögzíti a múlt és a jelen környezeti változásait, elősegítve az effajta változások megismerését. Az óceánok, a folyók és az ivóvíz védelme és minőségének javítása függ a vizek, a talaj, a kőzetek, a felszíni légkör és a felszín alatti földtani közeg viselkedésének és kölcsönhatásainak jobb megértésétől.



Szennyezett talaj tisztítása Antwerpen kikötőjében, Belgium.
©Deme-group

Talajvíz kármentesítés

A geológia főszerepet játszik a felszíni és talajvizek minőség ellenőrzésénél. A szennyezett talajvizek kármentesítésére egy sor lehetőség áll a rendelkezésünkre, beleértve a fizikai gátakat, kémiai kármentesítést és – általában a legolcsóbbat – a természetes öntisztulást. A mérnöki megoldások a földtani közeg viselkedéséről és szilárdságáról szerzett tudáson alapulnak, míg a különböző abszorbens anyagok és oxidánsok használatához szükséges a kőzetek és a víz geokémiájának megértése. A természetes tisztulási folyamatok természetes fizikai, kémiai és biológiai folyamatokon alapulnak, lényegük a felszín alatt áramló szennyezőanyagok lebontása. Használatuk a földtani közeg kemizmusának és hidrogeológiájának megértésétől függ.

A kármentesítési munkák hatékonyságának növelése és a felszín alatti földtani folyamatok megértése által további jelentős idő- és pénzráfordítást takaríthatunk meg a mérnöki munkálatok során.



Veszélyes hulladék lerakó Wakefieldben, Egyesült Királyság.

Ipari örökségünk és hatása a föld minőségére

A szennyezett földterületek kezelése és kármentesítése összetett és drága feladat lehet, ha a területen régi szabályozatlan személerakók és szennyezett anyagok találhatók. A folyamatos geokémiai kutatás kimutatja az ipari talajszennyezés összetevőit és emellett segítséget ad az ezeknek megfelelő jobb technológiák kifejlesztésében. Európa szennyezett földjeinek hosszútávon fenntartható kármentesítéséhez innovatív hozzáállásra és mérnöki megoldásokra, valamint a szennyezőanyagok számára biztonságos szeméttárolókra van szükség, megbízható földtani ismerettel alátámasztva

Környezetünk védelme és megbecsülése

Az ökoszisztéma-fenntartásán alapuló környezetpolitikai törekvések az ökoszisztéma és környezet egységes értelmezésétől függenek. A földtani közeg és a geoszféra szerepét a környezetvédelem és az ökoszisztéma rendszerében gyakran elhanyagolják, pedig főleg ezek alakítják a tájképet, kapcsolatban állnak az atmoszférával és hidroszférával, valamint fenntartják az élővilágot.

Geoszisztéma szolgáltatások

Az ökoszisztéma-szolgáltatások széles köre – azon formák melyeket a környezet szociális és társadalmi előnyéből származtatunk – a geoszfértól függ és összefoglalóan “geoszisztéma szolgáltatásoknak” nevezhetjük.

- **élethez nélkülözhetetlen tartalékok**, mint az energia- és vízellátás, ásványkészlet, és a föld amelyen vagy amelyben a városi és közlekedési infrastruktúrát építjük
- **szabályozó szolgáltatások**, mint a radioaktív hulladék és CO₂ potenciális tárolási kapacitás, valamint a légköri CO₂ természetes elnyelődése a talajokban
- **támogató szolgáltatások**, amelyek alátámasztják az ökoszisztémákat, beleértve a geokémiai ciklusokat és a geomorfológia hatását az élőhely-fragmentációra és a közösségen belüli különbözőségekre, fontosak a biodiverzitás számára.
- a táj használata és megbecsülése és egyéb **kulturális szolgáltatások**

Európa gazdag földtani öröksége és diverzitása értékes alap az oktatás, turizmus és életminőség szempontjából. A geológiailag különleges területek megfelelő védelme létfontosságú, például országos szinten tudományosan fontos területekké nyilvánításukkal.

A geo-, hidro- és atmoszféra által kiváltott puffer-hatásoknak nagy környezeti értéke van, és csak mostanában kezdjük megfelelően megérteni őket. A természeti rendszerek változásokkal szembeni ellenállásának mértéke jórészt az általuk abszorbeálni képes szennyezőanyag mennyiségtől függ. Ezekre valószínűleg nagymértékben hat a légköri CO₂ tartalom növekedése, a globális hőmérséklet emelkedése, és az óceánok mind savasabbá válása a feloldott CO₂-nek köszönhetően. A korallzátonyok, amelyek egyrészt számtalan faj számára szolgálnak élőhelyül a világ néhány biológiailag leginkább sokszínű ökoszisztémájában, olyan ökoszisztéma szolgáltatásokat nyújtanak, mint a turizmus, halászat és tengerpart védelme, amelyek különösen sebezhetővé válnak az óceán kemizmusának megváltozásával, és már gyorsuló ütemben károsodnak.

Tengeri és part menti védelem

Az olyan intézkedések, mint Európai Tengeri Területek kijelölése, lehetőséget adnak az érzékeny partok és tengeri területek határos védelmére. Ezek azonban a vadvilágra összpontosítanak – az ökoszisztéma biológiai oldalára – elhanyagolva az élettelen elemeket és a földfelszíni és a felszín alatti kölcsönhatásokat a tengerrel és az általa fenntartott élővilággal. A tengeri ökoszisztémák és a környezeti folyamatok együttes megközelítése fontos, hogy az érzékeny fajok és a környezet védelme határos legyen.

Az árapály váltakozás és a hullámzás szállítja ki és be az üledékeket a folyótorkolatokból, velük együtt a szennyezőanyagokat melyek hatnak a tenger kémiai állapotára. A halászat zavart okozhat a tengerfenéken, megzavarva ezzel az ökoszisztémát. A parti védelem telepítése megváltoztathatja az áramlási mintázatot és a keletkező üledék eloszlását. A tápanyag körforgás, mint támogató mechanizmus, függ a tengeri és folyóvízi rendszerek különböző alkotói (alapkőzet, felszíni üledékek, bióta, vízszlop és atmoszféra) közötti geokémiai kölcsönhatásoktól.



A kulturális érték mellett a természeti szépség miatt is jegyzett UNESCO Világ örökség helyszín, Mont Saint-Michel sziget és öböl Normandiában, Franciaország.

Földtani veszélyforrások

A földtani veszélyforrások, mint a földrengések, vulkán kitörések, csúszások és cunamik, pusztító hatásúak lehetnek egy közösségre, gazdaságukra és a tájképre. A kockázatok és hatások, valamint a veszély enyhíthetőségének megértetése és hatékony kommunikációja az emberi szenvedés csökkentésének lényege.

Földrengések

A földrengések a fő veszélyforrások, különösen dél- és kelet Európában, ahol életek elvesztését, gazdasági és infrastrukturális károkat, társadalmi zavarokat eredményezhetnek. A földrengések hatása nem csak erősségüktől és mélységüktől függ, de emberi faktoroktól – népsűrűség, fejlettség, felkészültség és az oktatás szintje - is. A 2010-es haiti földrengés sokkal több halálesetet okozott, például, mint néhány más nagyobb földrengés. Egy erős földrengés egy fejlődő országban lévő nagyváros közelében még pusztítóbb lehet. A földrengések emberi hatásának mérséklésére a legmegfelelőbb út a szegénység csökkentése (főleg fejlődő országokban); az oktatás, a polgári védelem és infrastruktúra, a hatásoknak ellenálló új épületek tervezésének és kivitelezésének javítása. Régi épületek felkészítése lehetséges, de sokkal drágább.

A földtani kutatás eredményeként jelentősen megnőtt egy meghatározott terület, bizonyos időn belüli földrengés valószínűségének előre jelezhetősége az elmúlt évtizedekben. Azonban, továbbra sem lehetséges pontos előrejelzést adni, hogy egy földrengés mikor és hol fog bekövetkezni pontosan, és a legtöbb geológus nem hiszi, hogy ez reálisan lehetséges lesz. A földrengések kockázatának térképezése és hatásainak modellezése döntő elem a felkészültség és a helyreállítás javítására. A SHARE projekt (Seismic Hazard Harmonization in Europe – Szeizmikus veszély európai harmonizálása) közös adat és módszertani szabványokat hozott létre és támogatja a szabványok megosztását a földrengések hatásainak csökkentésére.



Barack Obama elnök meglátogatja a földrengés sújtotta L'Aquila várost, Olaszország.

Egyéb természeti veszélyforrások

A vulkánokkal kapcsolatban a cunamik komoly hatást fejthetnek ki távol attól az eseménytől mely kiváltotta őket. A földtani kifejlődés mutatja, hogy az európai tengerpart nagy része jelentős cunamikát élt át a közelmúltban és ez újra megtörténhet.

Más kevésbé drámai veszélyforrások közé tartozik az agyag rétegek duzzadása és zsugorodása, melyek épületek és az infrastruktúra sérülését okozhatják, az oldékony kőzetekben kialakuló víznyelők, beszakadások és a gyenge és összenyomható talaj jelenléte. Azonban ezek a „csendes veszélyforrások” ritkán életveszélyt okoznak, gazdasági hatásuk jelentős lehet.



Karszt beszakadás Biržai térségében, Litvánia.

Szintén vannak az emberi tevékenység által okozott „antropogén veszélyforrások” is, mint a talajszennyezés, ásványi anyag kitermelés és hulladék elhelyezés. Az emberi tevékenység súlyosbíthatja más veszélyforrás, mint az áradás, benne a talajvíz megemelkedésének hatását is. A geológusok fontos szerepet játszanak az árvízvédelmi munkákkal kapcsolatos tanácsadásban, ismerve és irányítva a természetes védelmet és a földhasználat megfelelő tervezésének biztosításában.

Földtani veszélyforrások

Csúszások

A csúszások szerte Európában gyakoriak. Ezek kiváltó oka széles sávban mozog benne a heves esőzés, erózió, más veszélyforrás, mint a földrengés, emberi tevékenység, mint a bányászat, erdőirtás és a területhasználat megváltozása. A csúszásoknak jelentős hatása lehet az infrastruktúrára, a gazdaságokra és számos halálesetre is. Világszerte a cunamik kb. 15 %-áért is ezek felelősek.

A klíma változása is várhatóan a csúszások számának emelkedését okozza, mint a mind gyakoribb szélsőséges időjárás, és néhány bizonyíték szerint már folyamatban van.

Vulkánok

Világszerte közel 500 millió ember él elég közel olyan aktív vulkánokhoz, hogy a kitérésük érinti őket. Sok város a vulkánok környékén gyakran található termékeny földeken fejlődött ki. A nagyszámú lakosságot érintő aktív vulkánok között van a Vezúv Nápolyhoz, és a Popocatepetl Mexikóvároshoz közel. Mindazonáltal, a gazdasági veszteség, az infrastruktúrában keletkezett kár és a társadalmi zavar tekintélyes lehet.



Vezúv hegység, Nápoly, Olaszország.

Minden erőfeszítést meg kell tenni a vulkán kitéréséből származó veszteség minimalizálására, de valójában ez viszonylag csekély (közel 300 000 kitérés világszerte az utóbbi 200 évben) szemben más természeti veszélyforrással.

A vulkánok a távolabbi közösségekre is hatással lehetnek, ahol az érzékelt kockázat alacsony és a nem látható veszély nincs bent a köztudatban. A modern globalizált világ sebezhető a nagy vulkáni eseményekkel szemben, melyek ismétlődésének és környezeti hatásainak vizsgálata a jelenlegi vulkanológiai kutatás témájává vált.

Vulkáni hamu

Az izlandi Eyjafjallajökull 2010-es kitérése kiterjedt zavart okozott észak és nyugat Európa polgári légitököledésében. A kormányok és légitököledési hatóságok szükségesnek látták megvédeni a közbiztonságot, de ugyanakkor sürgették a repülés lehetőség szerinti újraindítását, látva a zavar gazdasági hatását. Geológusok meteorológusokkal együtt dolgoztak a hamufelhő és az éghajlati rendszer kölcsönhatásának megértésén, és információkat és tanácsokat adtak a repüléssel kapcsolatos döntéshozók megsegítésére.

Különböző vulkánok, Izlandon és máshol, hasonló problémákat okozhatnak, valószínűleg még nagyobb mértékben. A fő légi útvonalak, elsősorban a sarki régiókban haladók, az aktív és szunnyadó vulkánok eloszlása szerint lettek kijelölve – ez hasznos, például az Észak Amerika és Alaszka nyugati partjain, főleg az Aleut vulkáni láncon lévő vulkánok okozta lehetséges kockázat értékelésében.

Vulkánok, mint a Szent Helen és a Vezúv kiterjedt felszíni szeizmikus hálózattal vannak körülvéve, melyek egy lehetséges kitérés korai előjelzését kell hogy szolgáltatassák. Globálisan viszont sok vulkán nincs ellenőrizve és figyelmeztetés nélkül törhetnek ki.

A földtani adatok számtalan bizonyítékot tartalmaznak a földi éghajlat múltbeli változásairól. Az ilyen bizonyítékok rendkívül fontosak annak megértésében, hogy az éghajlat hogyan változhat a jövőben, és az emberi tevékenység által kibocsátott szén-dioxid erre milyen hatással van.

A múltbeli éghajlatváltozások geológiai bizonyítékai

Ősmaradványok és üledékes kőzetek igazolják, hogy az elmúlt 200 millió évben Földünket több, különböző időtartamú klímaváltozás érintette, a mai éghajlathoz viszonyítva volt melegebb, és a jóval hidegebb is. Ezek az éghajlati időszakok különböző időtartamúak voltak. Vannak ciklikus éghajlati változások, melyek a Föld keringési pályájának, vagy a naptevékenységnek a változásából erednek, de voltak olyan hirtelen bekövetkező változások is, melyek a légkör szén-dioxid szintjének növekedésével voltak kapcsolatban. Ilyen volt például az 55 millió évvel ezelőtti Paleocén - Eocén hőmérsékleti maximum.

A régi éghajlatváltozások nyomai sok földtani formációban megőrződtek, beleértve a tavi- és tengeri üledékeket, a jégtakarókat, a megkövesedett koralltelepeket, a cseppköveket és a fosszilis fák évgyűrűit. A terepi megfigyelés, a numerikus modellezés és a laboratóriumi technikák fejlődése lehetővé teszi, hogy a geológusok egyre pontosabb magyarázatot adjanak arra, hogyan és miért változott az éghajlat a múltban. Az ilyen, móltra vonatkozó ismeretek lehetőséget nyújtanak a jövőben esetlegesen bekövetkező változások becslésére.



Olvadó jégmező pereme Grönlandon.

Tanulságok a jövőre nézve

Korábbi éghajlatváltozások adatai alapján a geológusok egyre biztosabbak abban, hogy az éghajlat változásában a szén-dioxid fontos szerepet játszik. A bizonyítékok megerősítik azt az alapvető fizikai elvet, hogy az üvegházhatású gázok – mint például a CO₂ – nagy mennyiségekben történő légkörbe juttatása hőmérsékletemelkedést okoz. Továbbá azt is igazolják, hogy ez a folyamat a tengerek szintjének emelkedéséhez, az óceánok elsavasodásához, oxigéntartalmuk csökkenéséhez és az időjárási rendszerek jelentős változásához vezethet.

A földi élet már nagyobb mértékű klímaváltozásokat is átvészelt a múltban, de ez esetenként a fajok tömeges kihalását és jelentős átrendeződését okozta. Globálisan nézve a hőmérséklet alig néhány fokos emelkedése is óriási hatással lehet a modern emberi társadalomra.

A múltban gyorsan lezajló klímaváltozások pontos okainak feltárásán jelenleg is dolgoznak, de valószínű, hogy az ilyen események kiváltója geológiai eredetű volt – például egy intenzív vulkáni tevékenység időszaka. Az elmúlt néhány évtized atmoszférikus szén-dioxid szintjének gyors növekedése viszont egyetlen földtani folyamattal sem hozható összefüggésbe. 1750 óta az emberi tevékenység következtében több mint 500 milliárd tonna szén (ennél fogva 1850 milliárd tonna CO₂) került az atmoszférába, aminek mintegy 65%-a a fosszilis energiahordozók égetéséből származik. A jelenlegi növekedés arányával a légköri szén-dioxid szintje az évszázad végére elérheti a 600 ppm-es (mg/kg) koncentráció értéket - egy olyan értéket, amely az elmúlt 24 millió évben nem fordult elő.

A CO₂ leválasztás-és tárolás, valamint az alternatív energiaforrások fejlesztése révén a geológusok fontos szerepet játszanak a CO₂ kibocsátás csökkentésében, továbbá segítségükkel jobban megérthetjük az éghajlatváltozás folyamatát, és alkalmazkodhatunk annak jövőbeli következményeihez.

Antropocén - Az ember korszaka

Az emberi tevékenység drámai hatást gyakorolt a földfelszínre, a felszín közeli és a mélyebb földi rendszerekre, jelentős légköri, kémiai, fizikai és biológiai változásokat okozva. Elég nagymértékűek és maradandóak ezek a változások ahhoz, hogy egy új geológiai korszak, az Antropocén kezdetét jelöljék?

Az emberiség által előidézett változások

A Nemzetközi Rétegtani Bizottság (ICS), mely meghatározza a nemzetközi földtani időskálát, valamint globális szabályokat állít össze a földtani idő osztályozására, felismerte az emberiség bolygónkra gyakorolt hatásának mértékét, és egy új geológiai korszak, az „emberi korszak”, vagy „antropocén” meghatározását fontolgatja. Néhány, rétegtannal foglalkozó tudós szerint az antropocén kezdete az ipari forradalom idejére tehető, ugyanis ettől az időponttól kezdve az emberiség által légkörbe juttatott 1850 milliárd tonnányi CO₂ hatása geológiai időléptékben mérve is észlelhető lesz. Mások viszont úgy gondolják, hogy a bolygóra ható emberi tevékenység kezdete jóval korábbra, kb. 8000 évvel ezelőttre tehető, ugyanis ekkor kezdődött el a gazdálkodó kultúrák fejlődése. Bármilyen dátumot is állapítanak meg, a legkülönbözőbb folyamatok révén az emberi társadalom fejlődése felelős a Föld és a földfelszín jelentős mértékű átalakításáért. Ilyen folyamatok például a mezőgazdaság, az építkezés, a folyók csatornázása, az erdőirtás, a városiasodás és az iparosodás.

Mindezek mellett jelentős szennyezést okoztunk a levegőben, az óceánokban és a vízi közlekedési útvonalakban, valamint a földfelszín alatt és felett egyaránt. A szennyezettség jelei – beleértve a kohók, a fémfeldolgozás és a hulladékégetés által kibocsátott ólomszennyezést is – egészen a görög-római korig visszamenőleg olyan távoli területeket értek el, mint a sarkvidéki jégsapkák és tőzeglápok. A fosszilis tüzelőanyagok használatának széles körű elterjedése, illetve az ipari forradalom is jelentős fokú szennyeződést okozott a bányászat, a kohászat és más ipari tevékenység, valamint a hulladék elhelyezés következtében.

Európában – így Magyarországon is – a geológiai szolgálatok vizsgálják a földhasználatra és a földi rendszer folyamataira hatást gyakorló antropogén befolyás kiterjedését, típusait, mértékét, valamint kutatják a változások hatásait és földtani jelentőségeit is. Ezek a komplex változások, valamint a felszín, a földtani közeg, a



Légszennyezés: erőmű által kibocsátott füst.

légkör és az óceánok kémiájára, biológiájára, geomorfológiájára gyakorolt hatásai vizsgálata segíthet meghatározni az antropocént és annak egyedi, környezeti jellemvonásait

Számít ez?

Akár megfelel az antropocén egy új geológiai korszak definiálására, akár nem, a Nemzetközi Rétegtani Bizottság döntésétől függetlenül a kifejezés használata a földtani szakmai közösségben és szélesebb körben is elterjedt. Ez az elnevezés azt fejezi ki, hogy bolygónkon az emberi tevékenység egyre fokozódó hatásai, beleértve, de nem kizárólagosan az éghajlatváltozást is, akár geológiai időléptékeken át tarthatnak. Ez a felismerés hasznunkra lehet abban, hogy megtervezzük a változások kezelését és a hozzájuk való alkalmazkodást.

A jövő

Becslések szerint a föld népessége 2045-re elérheti a 9 milliárdot, ami fokozott hatással lesz az ásványi nyersanyagok kitermelésére, a környezetre és a földkéreg felszín közeli részére. Utóbbi különösen az olyan beépített területeket érinti, ahol az altalaj erősen igénybe van véve, és fejlett az infrastruktúra. Az antropocénben a társadalmi lét soha nem látott kihívásokat jelenthet az országoknak és azok vezetőinek szerte a világon

A geológia kommunikációja: idő, bizonytalanság és kockázat

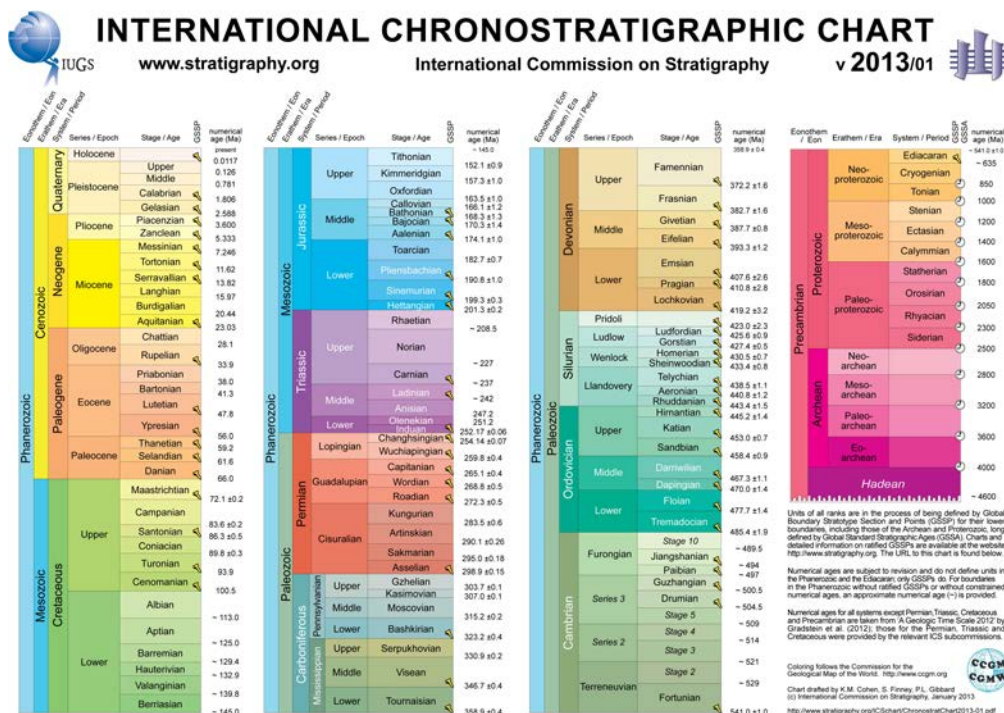
A földtani vonatkozású folyamatok, események Európa szerte jelentős szerepet játszanak az emberek mindennapi életében – ezért a földtudományi szakma képviselőinek ismertebbé kell tenni ezt a tudományágat, hogy minél szélesebb rétegek felkészülten vehessenek részt a társadalmi vitákban.

A palagáz és más szénhidrogének kitermelését érintő döntéshozataltól a geotermikus energiakinyeréshez alkalmazott víz injektálásán át a szén-dioxid és a radioaktív hulladék felszín alatti elhelyezéséig, a geológia számos kulcskérdés alapjául szolgál. Ezekkel Európa társadalmainak szembe kell nézni ahhoz, hogy a jövőbeli erőforrás szükségleteket kielégíthessük, gazdasági növekedést érjünk el, megértsük a technikai kockázatokat és azok társadalmi hatását, és biztosítsuk, hogy a technológia szabályozása és kontrollja megővje a társadalmi jólétet és a környezetet. A komplex tudományos és technikai kihívások, amelyek ezeket a technológiákat alkalmazzák, valamint a felszín alatti földtani közeg a legtöbb ember számára ismeretlen terület. Ha a különböző csoportok részt akarnak venni az ezekkel a technológiákkal kapcsolatos társadalmi vitákban és döntéshozatalban, fontos, hogy a földtudományi szakemberek hatékony stratégiát alakítsanak ki arra vonatkozóan, hogy a szakmát, amit művelnek, széles körben ismertté tegyék, és feltárják, hogy mit értenek meg az emberek, illetve mi érdeklí őket.

A geológusok által használt és alkalmazott tudományos alapelvek többsége a hétköznapi emberek számára ismeretlen. Amikor a geológiai folyamatok hatalmas időtartamairól

beszélünk, általában elcsodálkoznak, de megértik a Földet alakító folyamatokat. A nem szakmabelieknek az időtávlatokról más elképzelésük van, mint a geológusoknak. A legtöbb ember számára 100 000 év rendkívül hosszú idő, amikor például a radioaktív hulladék biztonságos földalatti tárolásáról van szó – viszont a geológusok számára ez nagyon rövid időtartam. Ez az eltérő gondolkodásmód inkább csökkenti, mint növeli a társadalom bizalmát a geológusok szakértelmében és döntéseiben, amikor azok a radioaktív hulladék földalatti elhelyezését javasolják. Ezért van szükség arra, hogy a földtudományi szakemberek megértsék a társadalmi igényeket és elvárásokat.

Hasonlóképpen, a geológiában elfogadott bizonyos mértékig a bizonytalanság és az adatok hiánya, és a szakértelem lehetővé teszi a munkát ilyen feltételek mellett is. Ezért nyitott és hatékony kommunikációt kell folytatni arról, hogy a geológusoknak gyakran hiányos adatokkal kell dolgozniuk, mégis csökkenteniük kell a bizonytalanságot, és valószínűségi értékelést kell végezniük, például a természeti veszélyekből fakadó erőforrások és kockázatok esetében. Alapvető fontosságú, hogy a társadalom megértse a földtani munka jelentőségét ezeken a területeken.



A Nemzetközi Kronosztratigráfiai Beosztás.
©International Commission on Stratigraphy

Geológia a jövőért

A 21. század társadalmá eddig nem ismert kihívások elé néz, mivel a növekvő népesség mellett jobb életkörülményeket szeretnénk, és ehhez nagyobb mértékben kell használnunk a természeti erőforrásokat. Ugyanakkor meg kell tanulnunk, hogyan élhetünk még fenntarthatóbb módon a bolygónkon. A földtudományi szakemberek magas szintű szakértelme és egy erős kutatási bázis segít abban, hogy szembenézzünk ezekkel a kihívásokkal, és Európát globális méretekben is versenyképessé tegyünk.

Oktatás

A geológia alapvetően fontos szerepet játszik az emberek életében. Mégis, a legtöbb európai országban a geológia nem szerepel önálló tantárgyként az iskolai képzésben. Ezért fontos, hogy a fiatalokat megismertessük a földtani folyamatokkal és alapelvekkel a fő tantárgyak keretében (kémia, fizika, biológia és földrajz). Így válhatnak tájékozott, 21. századi polgárokká, akik megfelelő módon tudnak részt venni a globális kihívásokról szóló társadalmi vitákban. Európában a nemzeti tananyagokat ennek megfelelően kell alakítani az iskolákban. Biztosítani kell, hogy minden diák szert tegyen az alapvető földtani ismeretekre, és motiválni kell a következő geológus generációkat, akik alapvetően fontos szerepet játszanak majd ezen kihívások megoldásában. A magas minőségű szakmaválasztási tanácsadásnak szintén jelentős szerepe van, hogy a diákok képet kaphassanak arról, hogy a földtudományi szakma milyen elhelyezkedési lehetőségeket biztosít. A diákoknak azt is el kell magyarázni, hogy azok a tantárgyak, amiket az iskolai képzés bizonyos szakaszaiban választanak, a későbbiekben behatárolják, hogy milyen egyetemi programokban vehetnek részt, így meghatározzák a további karrierjüket is.

Az egyetemi és főiskolai földtudományi alapképzési programok jó tudományos alapot szolgáltatnak, és az első lépést jelentik ahhoz, hogy valaki a későbbiekben jó földtudományi szakemberré váljon. Bizonyos európai országokban a munkaadók az ipar számos területén keresnek földtudományi szakembereket, és általában az a követelmény, hogy a jelentkezők MSc diplomával rendelkezzenek, olyan speciális területeken, mint a kőolajföldtan, a mérnökgeológia, a hidrogeológia, vagy a geofizika. Ezek a képzési programok gyakran erősen szakorientáltak. A PhD programok szintén nagy jelentőségűek, mert ezek teszik lehetővé, hogy valaki a kutatói pályát válassza, vagy a doktori szintig specializálódjon az ipar valamelyik területén. Nagyon fontos tehát, hogy az európai országok biztosítsák minden képzési szinten a földtudományi oktatás anyagi hátterét, ha gazdaságilag versenyképesek akarnak lenni, és ha el akarják érni, hogy az adott nemzet meg tudja felelni a jövőbeli kihívásoknak.

Kutatás

A gazdasági versenyképesség és a jövőbeli kihívások kezelése nagymértékben függ attól, hogy Európa földtudományi kutatási bázisát fenn tudjuk-e tartani. Ezért alapvető, hogy folyamatosan támogassuk a földtudományi kutatást, mind a tudásgyarapítás, mind a szükségletek kielégítése céljából, valamint azzal a céllal is, hogy felkészüljünk a még

A szakmai színvonal biztosítása a társadalmi hasznosítás céljából

A geológusok európai szintű szakmai szervezete, a European Federation of Geologists (EFG) a nemzeti tagégyesületekkel (szakmai szervezetekkel) együttműködésben jogosult a European Geologist (EurGeol, Eurogeológus) cím adományozására. A címet azok a szakemberek nyerhetik el, akik földtudományi felsőfokú végzettséggel rendelkeznek, bizonyítják szakmai hozzáértésüket, és elfogadják a szakmai etika és a folyamatos szakmai fejlődés (continuing professional development, CPD) feltételeit. Számos szakmai szervezet szintén adományoz szakmai címeket nemzeti szinten. Amellett, hogy ezek a szakmai címek és jogosítványok fontosak az egyén és a munkáltató számára, biztosítják, hogy az adott szakember a munkáját magas szinten látja el, és azt is, hogy az illető hozzáértő módon, etikusan és professzionálisan jár el, ami fontos a társadalmi biztonság és jólét szempontjából.

A felsőoktatási alapképzési és mesterképzési programok lehetővé teszik, hogy a hallgatók megszerezzék azokat a szakmai ismereteket, amelyek lényegesek a munkáltatók és a társadalom számára. Ezeknek a képzéseknek az akkreditációja országonként változik, és van, ahol nemzeti szakmai szervezetek, kormányhivatalok, vagy egyéb, külső szervezetek ellenőrző szerepet töltenek be. Az Euro-Ages projekt, amelyben az EFG is részt vett, és amelyet az Európai Bizottság finanszírozott, közös keretet dolgozott ki a földtudományi képzési programok tartalmára és akkreditációs követelményeire, hogy a különböző képzési rendszerek összehasonlíthatók és átjárhatók legyenek.



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

ismeretlen, jövőbeli kockázatok és váratlan veszélyhelyzetek kezelésére. A kutatási bázis kezelése és fejlesztése megköveteli, hogy ügyeljünk a „szakértelmi csővezeték” minden ágára, és fenntartható módon tudjuk biztosítani az anyagi hátteret a fiatal kutatók tudományos pályájához.



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



The
Geological
Society

servicing science & profession

Ezt a dokumentumot a Geological Society of London (Londoni Földtani Társulat) dolgozta ki, a European Federation of Geologists és a Magyarhoni Földtani Társulat közreműködésével.

További, magyar nyelvű információkért nézze meg a következő oldalakat:

Földtudományi alapismeretek <http://tamop412a.ttk.pte.hu/files/kornyezettan9/www/out/html-chunks/book.html>

Magyarország földtana <http://fold1.ftt.uni-miskolc.hu/~foldshe/mof00.htm>

Magyarország földtani térképe <http://loczy.mfgi.hu/fdt100/>

Magyarország talajai <http://www.uni-miskolc.hu/~ecodobos/ktmcd1/huntalajok.htm>

Magyarhoni Földtani Társulat honlapja <http://www.foldtan.hu/>

További, földtannal kapcsolatos linkek <http://foldtan.lap.hu/>

Angol nyelvű szakmai anyagokat, cikkeket, audió vizuális és a témához kapcsolódó további anyagokat a Geological Society of London online Geology for Society portálján találhatnak: www.geolsoc.org.uk/geology-for-society.

- A Frankfurter Tőzsde - Frankfurt Stock Exchange" by Pythagomath - Own work. Licensed under CC BY-SA 4.0 via Wikimedia Commons
- Szalagos vasérc minta, Krivoj Rog, Ukrajna - Banded iron formation". Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons
- Szennyvízkezelő rendszer - Fine Bubble Retrievable Grid" by C Tharp - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons
- Kölnbrein gát és szivattyús energia tározó, Karintia, Ausztria.- Verbund malta" by Verbund. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons
- Mezőgazdasági terület La Rioja térségében, Spanyolország - Tractor, La Rioja, Spain" by Raúl Hernández González. Licensed under CC BY 2.0 via Wikimedia Commons
- A Tottenham Court Road Crossrail építési terület - Tottenham Court Road Crossrail - London Astoria site September 2009 CB" by carlbob. Licensed under CC BY 2.0 via Wikimedia Commons
- A Glacier Express a Landwasser viadukton, Svájc - CH Landwasser 2" by Daniel Schwen - Own work. Licensed under CC BY-SA 2.5 via Wikimedia Commons
- Veszélyes hulladék lerakó Wakefieldben, Egyesült Királyság - A big job - geograph.org.uk - 663806" by David Pickersgill. Licensed under CC BY-SA 2.0 via Wikimedia Commons
- A kulturális érték mellett a természeti szépség miatt is jegyzett UNESCO Világ örökség helyszín, Mont Saint-Michel sziget és öböl Normandiában, Franciaország - MtStMichel avion". Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons
- Barack Obama elnök meglátogatja a földrengés sújtotta L'Aquila várost, Olaszország - 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
- Karszt beszakadás Birzai térségében, Litvánia - Geology duobė" by Vilensija - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons
- Olvadó jégmező pereme Grönlandon - Greenland melt pond 2 (7637755560)" by NASA ICE - Greenland melt pond 2Uploaded by russavia. Licensed under CC BY 2.0 via Wikimedia Commons
- Légszennyezés: erőmű által kibocsátott füst - Air pollution smoke rising from plant tower" by U.S. Fish and Wildlife Service. Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons

Borító kép: Európa fényei. © NPA Satellite Mapping: CGG. Minden jog fenntartva. A képek reprodukciója, másolása vagy továbbadása csak írásos engedéllyel lehetséges. Az NPA a Geological Society of London szervezettelt együttműködő intézmény, amely műholdképek felhasználásával, nyersanyagkutatással, környezetvédelemmel és természeti veszélyek vizsgálatával foglalkozik 1972 óta. Látogasson el a honlapjukra: <http://npa.cgg.com>.

A magyar fordítást készítette Scharek Péter és Hartai Éva (Magyarhoni Földtani Társulat). Közreműködött: Bánházi Róbert, Hegedüs Réka, Miklós Rita, Miklovicz Tamás és Szepesi Zsolt (Miskolci Egyetem)

További információ: www.foldtan.hu vagy www.geolsoc.org.uk/geology-for-society