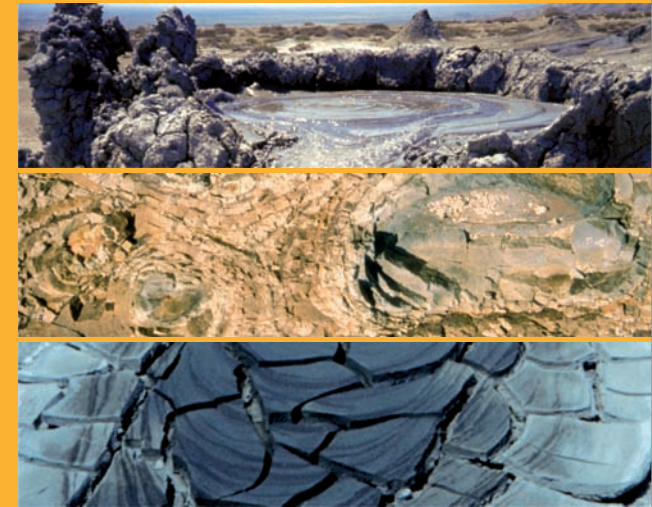


GEO-FIFIKA

Földtudományi ismeretterjesztő füzet



www.foldev.hu

8.
A Föld mélye.
A kéregtől a földmagig

MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet

9400 Sopron
Csatkai E. u. 6–8.
Tel.: 99/508-340
www.ggki.hu

www.foldev.hu
www.yearofplanetearth.org



2008-ban – az ENSZ Föld Bolygó Nemzetközi Éve keretében – a földtudományok művelői szerte a világon ismeretterjesztő programokat szerveznek annak bemutatására, hogy a földtudományok hogyan szolgálják az emberiség, a társadalmak javát. Az egyik ilyen magyarországi kezdeményezés a GEO-FIFIKA című füzetsorozat. 12 számának témája:

1. Nemzetközi földtudományi kezdeményezések
2. Felszín alatti vizek („Tartalék egy szomszagos bolygónak?”)
3. Természeti veszélyforrások („A lebetű legkisebb kockázat, a lebetű legnagyobb odafigyelés”)
4. Föld és egészség („Biztonságosabb környezet építése”)
5. Éghajlatváltozások („Kőbe vésett magnószalag”)
6. Nyersanyag- és energiakincs. („A fenntartható felhasználás felé”)
7. Óriásvárosok („Mélyebbre batolni, biztonságosabban építkezni”)
8. A Föld mélye („A kéregtől a földmagig”)
9. Óceánok („Az idő mélye”)
10. Talaj („A Föld eleven bőre”)
11. Föld és élet („A sokféleség eredete”)
12. A földi mágneses tér („Védőpajzsunk”)



GEO-FIFIKA

FÖLDTUDOMÁNYI ISMERETTERJESZTŐ FÜZET

8.

A Föld mélye. A kéregtől a földmagig

Készült: a Föld Bolygó Nemzetközi Éve alkalmából az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetben az NKTH támogatásával, a Magyar Geofizikusok Egyesülete, a Magyarhoni Földtani Társulat, hazai intézmények és magánszemélyek együttműködésével, a Coördesign (www.coördesign.nl) által tervezett International Year of Planet Earth prospektusok tartalmi és formai elemeinek alapul vételével

Szerkesztette: Szarka László

Felelős kiadó: Závoti József

ISBN 978-963-8381-24-8 Ö

ISBN 978-963-8381-32-3

Megjelenik: havonta, 2008. január és december között

Terjesztés: Középiskolákon, illetve a Föld Bolygó Nemzetközi Éve magyarországi rendezvényein, a Magyarhoni Földtani Társulaton és a Magyar Geofizikusok Egyesületén keresztül.

Az elektronikus változat letölthető a hivatalos magyar weblapról: www.foldev.hu/geofifika.htm

A GEO-FIFIKA ingyenes kiadvány. A füzetek anyaga szabadon másolható, terjeszthető.

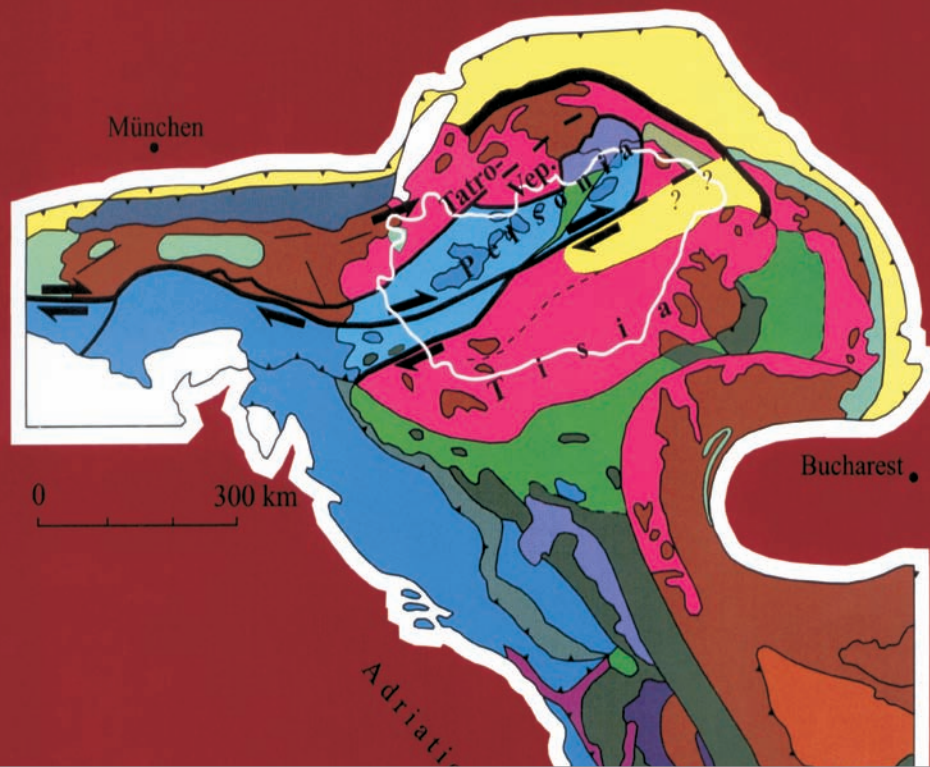
Nyomtatott példányok az alábbi címen igényelhetők:

Rokob Krisztina – NYME EMK Környezet- és Földtudományi Intézet 9400 Sopron, Csatka E. u. 6–8.

E-mail: rokob@ggki.hu

Nyomdai munkák: Hillebrand Nyomda Kft.

9400 Sopron, Csengery u. 51. Felelős nyomdavezető: Hillebrand Imre



Magyarország és az Alpok–Kárpátok–Dinári hegység egy lehetséges nagyszéles képe (Breznyánszky et al. 2000)

Egyszerűsített színskála:

– citromsárga: alpi-kárpáti flis;

– fekete: Pienini szirtöv

(„klíppen belt”);

– zöld árnyalatok: felszíniek, illetve

a pre-tercier aljzatban lévő ofiolit;

– szürke: a Neo-Thetys É-i,

ÉK-i szegélye;

– kék: a Neo-Thetys D-i,

DNy-i szegélye

(Forrás: Breznyánszky Károly, MÁFI)

A Föld mélyének titkai

meglehetősen távol esnek a mindennapoktól,

de tudnunk kell, hogy a mélybeli folyamatok

alapvetően határozzák meg életünket

Bevezető

Az elmúlt évtizedek gyors technikai fejlődése a Föld belső szerkezetének megismerésében is jelentős előrelépést hozott. A Föld mélyének szerkezetével és folyamataival kapcsolatos kérdések ugyan távol esnek a mindennapoktól, de az emberiség alapvető szükségletei (például vízellátás, erőforrások), a természeti katasztrófák elleni védelem és a földi környezet romlásának nyomon követése szempontjából e kérdéskörnek mégis meghatározó jelentősége van.

„A Föld mélye” témakör két kulcskérdésre összpontosít:

- Hogyan érthető meg még jobban a Föld felszínén zajló tömegmozgás és annak visszahatása a Föld mélyének körfolyamataira?
- A Föld folyamatairól szerzett egyre részletesebb ismereteink miként használhatóak a jövőbeni folyamatok előrejelzésében?

Különösen intenzív kutatások folynak – többek között – az alábbi területeken:

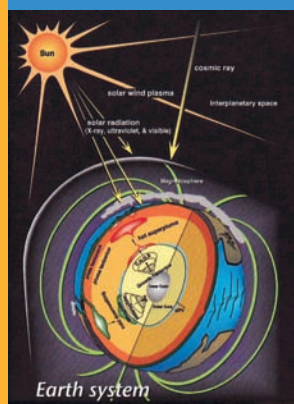
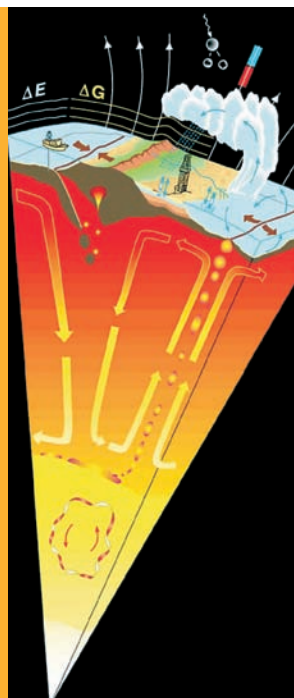
- „in situ” és „real time” (valós helyű és -idejű) monitoring (környezet-megfigyelési) vizsgálatok, beleértve a műholdas, felszíni- és fúrólukbeli megfigyeléseket,
- geomechanikai és geokémiai laboratóriumi eszközök,
- globális és lokális változásokról történeti- és sérülékenységi adatokat egyaránt tartalmazó geoinformációs adatbázisok,
- földtani mozgások modellezése és szimulációja, valamint azok kockázat- és hatásbecslése.

A szilárd kőzetek „átvilágításának” különféle módszerei (azaz a geofizikai kutatómódszerek, elsősorban a szeizmika) feltárták a földköpeny és -kéreg térbeli viszonyait. A medencékben geológiai idők során felhalmozódott üledékek szerkezete (az üledékekbe íródott változások sorozata) a Föld mélyének folyamatait tükrözi.

A geológusok ma már meglehetősen pontosan meg tudják határozni a földtani képződmények korát. A tektonikai és felszíni folyamatok sebességének megállapítása, következőképp a felszínt formáló különféle erők megkülönböztetése is lehetségessé vált. A mesterséges holdak révén mind pontosabban vizsgálhatók a függőleges mozgások is. A felszín időbeli változásait ma már olyan megbízhatóan ismerjük, hogy az üledékképződés és az erózió (lepusztulás) térben és időben együttesen tanulmányozható. Az üledékek szerkezetének megismerésére (az emberi test átvilágításához hasonlóan) hanghullámokon vagy elektromágneses tereken alapuló geofizikai mérési módszereket alkalmaznak.

A kőzetek a Föld felszínközeli részének bizonyos helyein lepusztulnak, máshol pedig újra felhalmozódnak. Az „anyagvándorlás” kutatása két – korábban különálló – megközelítést egyesít: az egyes felszínközeli és kis térszre vonatkozó adatsorok nagy időfelbontású vizsgálatát, valamint az egész medencére kiterjedő és hosszú időtar-tamú adatok tanulmányozását. A négydimenziós (4D, azaz a három térkoordinátát és az időt is figyelembe vevő) szemlélet a szilárd Föld folyamatainak olyan modellezését igényli, amely a geofizikai leképezés mellett egyéb helyi adatokat is figyelembe vesz. A kéreglemezeket mozgató folyamatok mennyiségi leírásához a Föld mélyének szerkezetéről és folyamatairól részletes ismeretekkel kell rendelkezniük.

A legmodernebb módszerek (többek között a szeizmikus tomográfia, a Föld-megfigyelő űrobszervatóriumok, az óceáni és kontinentális fúrások, a Föld-modellek és az elemzési módszerek) e területen újabb áttöréssel kecsegtetnek.



A Föld mélye: a Földrendszer része



A kontinensek felszíne

mélybeli és felszíni folyamatok közötti

kölcsönhatások eredménye

Kulcskérdések

A topográfia, vagyis a felszín fizikai alakja a Föld mélyében, a felszínen és a légkörben végbemenő folyamatok kölcsönhatásainak következménye. A topográfia hatással van a társadalomra, nem csupán a felszínváltozás lassú folyamatai révén, hanem a rajta kialakuló éghajlat miatt is. A felszíni ingadozások (a szárazföldön, a vízborítottságban és a tengerszintben végbemenő állandó változások) az emberi életet, a növény- és állatvilágot egyaránt befolyásolják. Ha az édesvíz vagy a tenger szintje emelkedik, illetve ha a szárazföld süllyed, az árvizek kockázata megnő, és ez közvetlen hatással van a helyi ökoszisztémákra és a településekre. A vízszintcsökkenés, illetve a szárazföld kiemelkedése ugyanakkor növeli az erózió kockázatát, sőt az elszívagosodását is.

A Föld felszín közeli részének mai állapota és a jelenleg megfigyelhető jelenségek igen eltérő időtartamú folyamatok eredményei. E folyamatok a következők:

- emelkedés, süllyedés és a folyórendszerekre ható hosszú idejű tektonikai hatások,
- a jégkorszak kéregmozgásban megnyilvánuló következményei (a jégfelhalmozódás súlya lenyomja a Föld kérgét, és az eredeti helyzet visszaállításához az elolvadástól számítva több 10 ezer évre van szükség),
- természetes éghajlati és környezeti változások az elmúlt évezredekben,
- erőteljes emberi beavatkozások a 20. században.

A földtudományra hárul a rendszer állapotának leírása, a változások nyomon követése, az előrejelzés és – más tudományágakkal együttműködésben – az emberi lét fenntarthatóságát biztosító teendők kidolgozása is.

A fiatalok földtudományi képzése

– beruházás a jövőbe

Előrejelzés

Az előrejelzéshez megfigyelés, rekonstrukció és folyamatmodellezés szükséges. A szilárd Föld folyamatainak ismerete az óceán- és légkörtudományi előrejelzéseket, így az éghajlati változékonyság előrejelzését is befolyásolja. A számszerűsített előrejelzésben a legnagyobb fejlődés a modellezés és a megfigyelés terén remélhető, ugyanis a tudományos feltételezés e ponton találkozik a megfigyelt valósággal. A „megfigyelés, modellezés, folyamatszámítás, optimalizálás és előrejelzés” sorozatot egymás után többször végrehajtják, térben és időben is. Konceptcionális előrejelzés e folyamat eredményeként alakulhat ki.

A jelen megfigyelése

A felszín alatti (felszínközeli és mélyebb) térség jelenkori szerkezetének megismerése – bármely léptékről van szó – a földtudományok egyik legfontosabb területét jelentik. E megállapítás egyformán érvényes mind a ma is aktív, mind pedig a már nem működő, de a mai szerkezet kialakulásában egykor szerepet játszott folyamatok tanulmányozására. Az aktív folyamatok vizsgálata különösen fontos, mert a folyamatkövető megfigyelések (mint pl. földrengés-tevékenység, a felszín változásai és gravitációs tér) a modellezésben kényszerfeltételt jelentenek. Az efféle mérésekből és megfigyelésekből nyert kép elősegíti a múltbeli folyamatok rekonstrukcióját is.

E füzet 4–9. oldalain az eredeti Földév-füzet sorozat 8. számának magyar összefoglalója olvasható. A második rész hazai és külföldi

A lemeztektonika elméletének

átütő sikere ellenére még jócskán vannak

megválaszolatlan alapkérdések

A modern Földrendszer-szemlélet

a meglévő adatrendszerek

együttes felhasználását igényli

A múlt rekonstrukciója

A Föld folyamatosan változott, de a korábbi állapotok sok nyoma mindmáig megmaradt. Kérdés, hogy a litoszféra belső folyamatai, továbbá a külső erők milyen szerepet játszottak az erózió és az üledék-felhalmozódás vezérlésében.

A litoszféra üledéktakarója nem más, mint a változó környezet visszatükröződése, ami egyszersmind leképezi a felszínen, valamint a kéreg, a litoszféra és a köpeny különböző mélységeiben végbemenő deformációkat illetve anyagáramlásokat. A legújabb felfedezések feltárták a litoszféra tektonikai folyamatai és az üledékképződés közötti összefüggéseket. Lemez feszültségek alakítják ki például a felhalmozódó üledéksorozatokat, valamint az üledékes medencékben végbemenő tengerszint-változásokat. Ma már az is ismert, hogy az aktív tektonikai folyamatok miként hatnak a folyadékáramlásra és a függőleges kéregmozgásra. E jelenségek annak az összetett rendszernek a keretei között valósulnak meg, amely összekapcsolja a Föld mélyének folyamatait a felszíniakkal.

Míndezekek alapján a litoszféra üledéktakarója információt szolgáltat a környezet változásairól, beleértve a felszínen, valamint a kéreg, a litoszféra, illetve a földköpeny különböző mélységeiben zajló deformációkat és anyagáramlásokat is. Az utóbbi néhány évtizedben az üledékes medencék elemzése révén kapcsolódtak össze a geológiai és geofizikai szakterületek korábban különálló üledéktani és litoszférabeli elemei. Az aktív tektonika, a felszíni folyamatok és a litoszféra-dinamika egybekapcsolása kulcsszerepet játszik a medencék és a medencéket körülvevő területek egykori topográfiájának meghatározásában. Az integrált megközelítésben a medencék nyersanyag és energiaforrásként (pl. CH-tárolóként, illetve -forráskőzetként) játszott tár-

Litoszféra-deformáció

Alapvetően a köpenyáramlás határozza meg a litoszféra-lemezek vastagságát, szilárdságát, a lemezmozgások és a Föld belsejében végbemenő áramlások közötti csatolások mértékét, az asztenoszféra-beli áramlások jellegét és sebességét, továbbá az afféle lokálisabb jelenségeket is, mint például az óceánközepi hátságokban a köpenyáramlás jellege és sebessége, valamint az olvadék kiválasztódása. Annak érdekében, hogy megértsük a szilárd Föld külső részeinek dinamikus viselkedését, nevezetesen a litoszféra-kiterjedés dinamikáját és a kapcsolódó riftesedési és üledékes medencébeli fejleményeket, részletesen meg kell ismerni a köpenyáramlás különböző zónáit.

Folyamatmodellezés

A szilárd Föld folyamatainak modellezése ma még átmeneti állapotban van a kinematikai és a dinamikai modellezés között. A továbblépéshez szükség lenne a Föld szerkezetével, a rajta és benne lejátszódó mozgásokkal, valamint a földtani folyamatok rekonstrukciójával foglalkozó szakterületek együttműködésére. A szerkezet-kutatásban történt előrehaladás (különösképpen a térbeli sebességmodellek megjelenése) megnyitja az utat a Föld mélyében zajló dinamikus folyamatok kutatása előtt. A szerkezet ismerete nélkülözhetetlen előfeltétel a mélybeli folyamatok modellezéséhez. A ma végbemenő vízszintes és függőleges mozgásokról, a rekonstruált múltbeli mozgásokról, a hőmérsékleti és egyéb folyamatjellemzőkről összegyűjtött adatok felhasználhatók a dinamikus folyamatokról alkotott elképzelésekhez és azok ellenőrzéséhez. A folyamatmodellezés eredményei ugyanakkor keretet adnak a jelen megfigyelésre és a múlt rekonstrukciójára irányuló kutatásoknak.



A geofizika néhány hazai eredménye

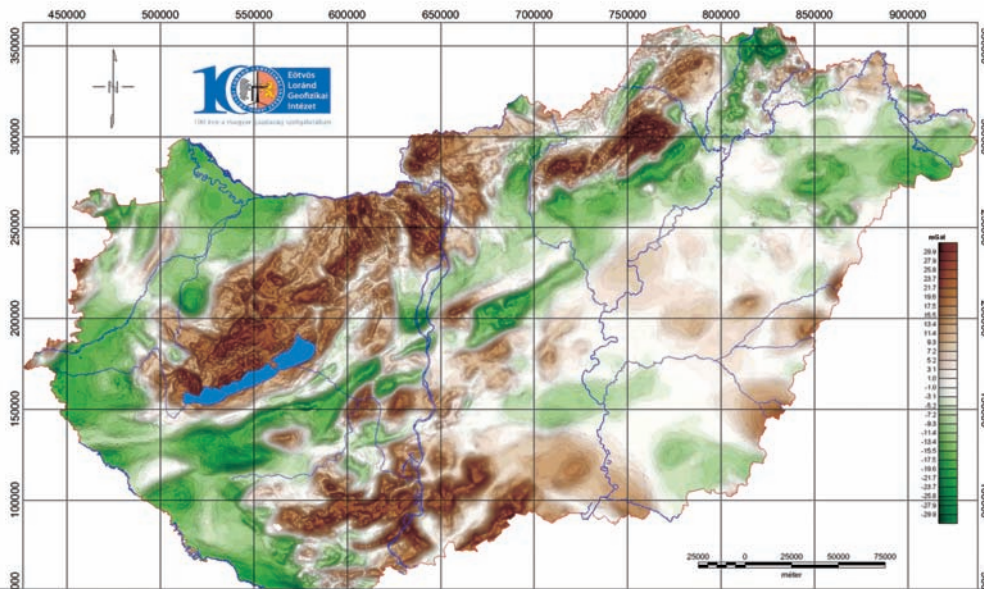
Az egységnyi tömegre ható gyorsulással, röviden a „g”-vel jellemezhető nehézségi (gravitációs) térerő mindenkire hat és hétköznapi életben állandónak: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ értékűnek szokták tekinteni. Ez azonban igen durva közelítés. A gravitációs kutatási módszer a nehézségi gyorsulás pontos mérésével azt vizsgálja, hogy a földkéreg (litoszféra) különböző sűrűségű képződményei a tömegvonzásnak köszönhetően milyen eltérést („anomáliát”) idéznek elő a g értékében.



A Ság-begyi Eötvös-inga mérés (1891)

„Itt lábaink alatt terjed el, hegyek koszorújával övezve, az Alföld rónasága. A nehezség lesimitván, kedve szerint formálta felületét. Vajjon milyen alakot adott neki? Micsoda hegyeket temetett el és mélységeket töltött ki lazább anyaggal, a míg létrejött ez az aranykalászfertő, a magyar nemzetet éltető róna? A míg rajta járok, a míg kenyerét eszem: erre szeretnék még megfelelni, erre kérek támogatást.”

(Idézet B. Eötvös Loránd MTA-elnöki nyitóbeszédéből, 1901. május 12.)



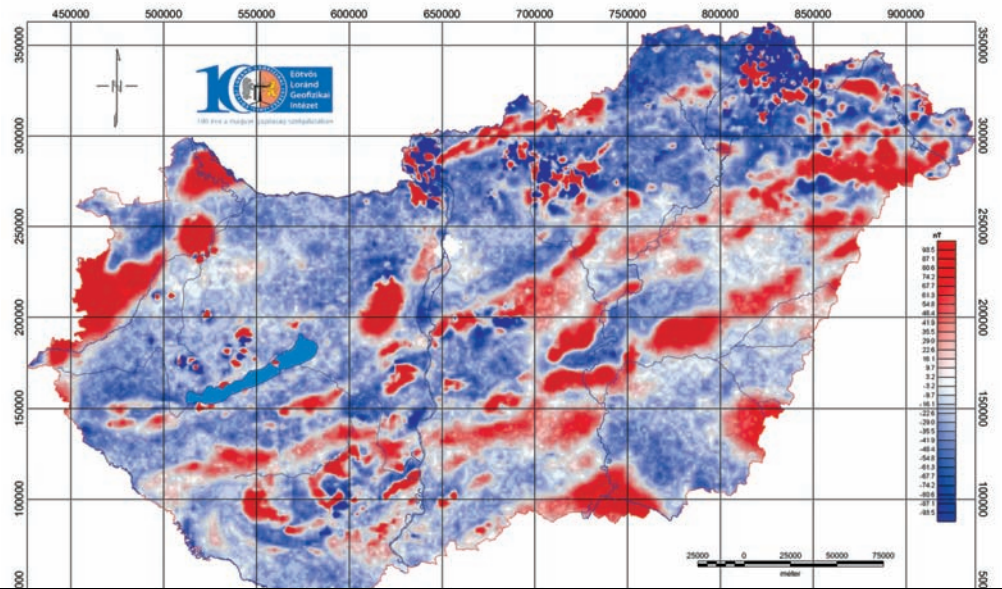
Magyarország gravitációs (Bouguer) térképe. A barnás részek (a maximumok) a nagy sűrűségű, kristályos kőzeteket jelzik, a zöldes minimum zónák a kis sűrűségű üledékekkel borítottak kapcsolatba. (Forrás: Kiss János, ELGI)

A mágneses mérésekből – a földmagból származó mágneses tér térbeli eloszlását és a külső eredetű időbeli változásokat kikompenzálva – megismerhető a földkéreg mágneses kőzeteinek helyzete.

Az Országos Mágneses Adatbázis alapja az a földi mágneses mérési adatrendszer, amelyet a hatvanas években, 1,5 km-es szabálytalan hálózatban mértek le. A hagyományos színekben megjelenített mágneses térkép a mágneses földtani képződmények (magmás és metamorf kőzetek) helyzetét mutatja, általában kettős (esetleg hármas) pozitív-negatív anomáliák formájában.



A kolozsvári Süss Nándor egyik mágneses mérőműszere (deklinómétere)

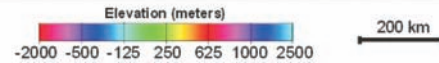
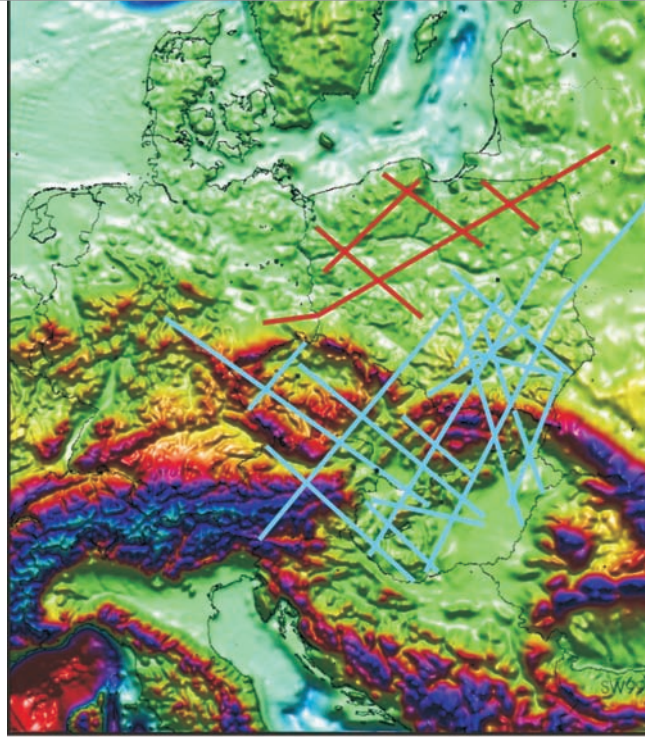


A függőleges mágneses térkomponens (ΔZ) térképi ábrázolása Magyarország területén. (Forrás: Kiss János, ELGI)

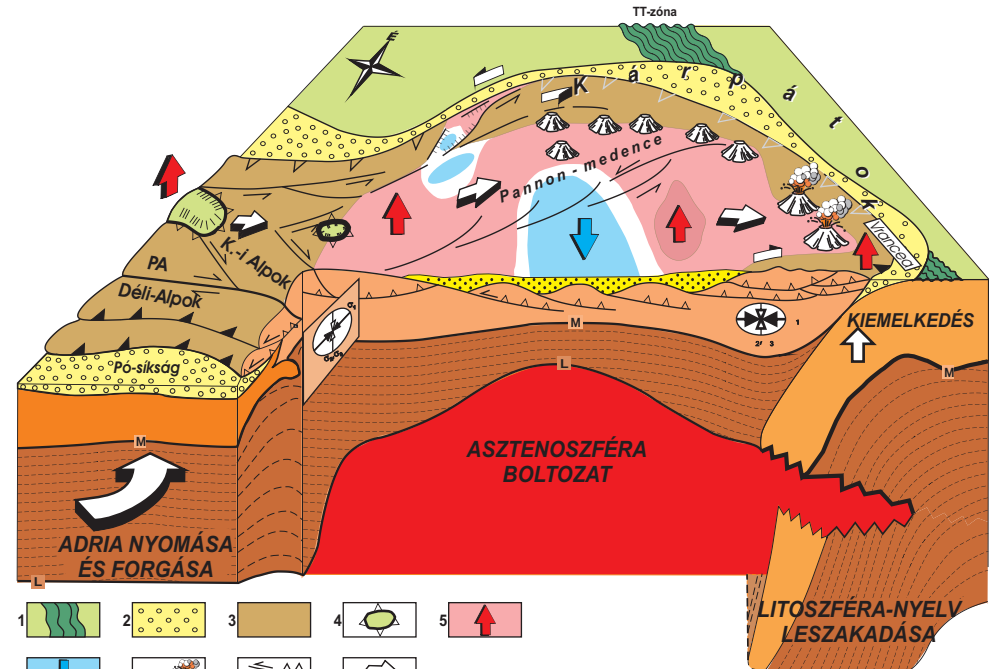
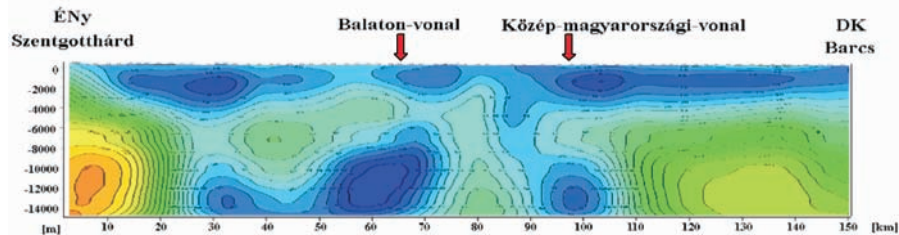
„Csak az az igaz tudomány, amely világra szól; s azért, ha igaz tudósok és – amint kell – jó magyarok akarunk lenni, úgy a tudomány zászlaját olyan magasra kell emelnünk, hogy azt hazánk határain túl is meglássák, és megadassák neki az illő tiszteletet.”

(Eötvös Loránd, 1902)

A Kárpát-medencét érintő egyik legimpozánsabb terepi geofizikai kutatás mindeztáig egy 28 tagból álló nemzetközi konzorcium által végzett litoszférakutató szeizmikus mérési kampány, az ún. CELEBRATION 2000 („Central European Lithospheric Experiment Based on RefrAcTION”) volt. A mérési adatrendszer nem csupán szelvénymenti, hanem térbeli („tomográfias”) szeizmikus sebességkép meghatározására is lehetőséget adott. A konzorcium magyar tagja az ELGI volt.



A különféle elektromágneses geofizikai módszerek az elektromos fajlagos ellenállás térbeli eloszlásának megismeréséhez visznek közelebb. E módszerek közül a mélyszerkezet-kutatásban az ún. magnetotellurika a legnagyobb jelentőségű. A szelvény a Barcs és Szentgotthárd közötti 140 km-es szakaszon 15 km-es mélységig ábrázolja az elektromos fajlagos ellenállás bizonyos feltételek fennállása esetén valószínűsíthető eloszlását. A nagyszerkezeti vonalak általában jólvezető zónaként jelentkeznek.



Háromdimenziós geodinamikai modell a Pannon-medence kialakulásának és fejlődésének illusztrálására: negyedidőszaki (2–0 Ma) állapot. Jelkuls: 1 = Európai előtér a Transzeurópai Szutúra Zónával (TT); 2 = Előtéri molász-medence; 3 = Alpi orogén ék felszíni része; 4 = Tektonikus ablak; 5 = A medence emelkedő területei; 6 = A medence süllyedő területei; 7 = Inaktív és aktív vulkánok; 8 = Transzpressziós oldalelmozdulás ill. inaktív és aktív feltöltődés; 9 = Mozgási irány

Forrás: Horváth Ferenc. ELTE

Elektromos fajlagos ellenállás-eloszlás Szentgotthárd (bal oldalon) és Barcs (jobb oldalon) között, az ún. CELEBRATION 7 szelvény mentén 2003-ban 2 km-es állomásközrel mért magnetotellurikus (MT) adatok alapján. Az ábra az E-polarizációs változatot mutatja. Az MT méréseket egy OTKA-projekt (37694) keretében az MTA GGKI és az ELGI közösen végezte. Forrás: Novák Attila, MTA GGKI



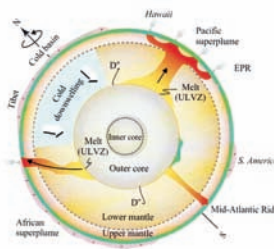
A Föld hője

A Föld dinamikus működéséhez a belső hő szolgáltatja az energiát: biztosítja a lemeztektonika hajtóerejét (beleértve a velejáró katasztrófák: földrengések és vulkánkitörések energiáját), fenntartja a földi mágneses teret. A kezdeti nagy hőtartalom a radioaktív elemek nagy arányának, a becsapódások gyakoriságának és a korai gravitációs tömörödésnek volt köszönhető. A részecskék gyarapodásából először egy nagyjából homogén gömb jött létre: fémes, köves és jeges részek laza keveréke. A Föld belseje a hő következtében megolvadt, majd sűrűségi differenciálódás következett be: a legnehezebb anyagok középre kerültek, a legkönnyebbek pedig a felszínre. A legeslegkönnyebb illékony anyagok (amelyek valószínűleg üstökösökből származtak) könnyen megolvadtak és elpárologtak, a kőfelszínt beborítva létrehozták az óceánt és a légkört. A belső hőgép által megolvasztott és mozgásba hozott anyagok következményeként a Föld-anyag differenciálódott. Számos koncentrikus réteg alakult ki, ezek sűrűség és összetétel alapján is elkülönülnek egymástól.

A földköpenyt – újabb vizsgálatok alapján – hatalmas oszlopszerű áramlások („superplume”-ok) járnak át. Az ábrák Yuen et al: *Superplumes: Beyond Plate Tectonics* c. (Springer, 2007) művéből valók. E könyv bevezetője a köpeny-áramlás elismert magyar modellezője, Cserepes László (1952–2002) emléke előtt is tiszteleg.

Feladat

A Föld térfogatának hányad részét foglalja el a kéreg, a köpeny, a külső- és a belső mag?
(A Föld sugara: 6378 km. A kéreg alja átlagosan 60 km, a köpeny 2900 km, a külső magé 5100 km mélységben van.)



Beküldési (beérkezési)

határidő:
2008. október 31.

Beküldés módja:
levélben
vagy e-mailben

Cím: Rokob Krisztina
(NYME Környezet- és
Földtudományi Intézet)
9400 Sopron
Csatnai u. 6–8.
E-mail: rokob@ggki.hu

Általános és alkalmazott geofizika, geológia

Az általános geofizika a Föld (azaz a Naprendszer harmadik bolygója) fizikai jelenségeit és folyamatait vizsgálja. Ágai: szeizmológia (földrengések vizsgálata), a Föld alakja és nehézségi erőtere, a földmágnesség és a Föld körüli térség fizikája, a Föld hőfolyamatai és a geodinamika. Az érdeklődő olvasónak magyar nyelven leginkább Kis Károly: *Általános geofizikai alapismeretek* című könyve (ELTE Eötvös Kiadó, 2002, 2007) ajánlható.

Az alkalmazott geofizika gyakorlati (nyersanyag-, víz- és szerkezetkutató, mérnöki, környezeti, régészeti, stb.) feladatok megoldásával foglalkozik. A kutatás célját a geofizika általában a geológiával (és más társtudományokkal, pl. geokémiával, stb.) együtt, de különböző megközelítéssel éri el. A geológia a felszínen lévő kőzetek vizsgálatából, s egyéb, a felszínen megfigyelhető jellegzetességekből, illetve fúrási adatok felhasználásával, spekulatív úton jut el következtetéseihez. A geofizika közvetett úton, fizikai mérésekkel, a fizikai paraméterek alapján valószínűsített földtani szerkezetek és földtani képződmények segítségével teszi ugyanezt. (Forrás: Magyarország a XX. században. Geofizika. <http://mek.nif.hu/02100/02185/html/884.html>)



GEOMEGA Földtani és Környezetvédelmi Kutató-Szolgáltató Kft.

1095 Budapest, Mester u. 4. 1/2.
Tel.: +36 1 215 4226 Fax: +36 1 455 0877
www.geomega.hu <<http://www.geomega.hu/>>

A GEOMEGA Kft.-t – e füzet résztámogatóját – sokéves gyakorlati és elméleti tapasztalattal rendelkező szakemberek alapították 1992-ben. Célkitűzésük a legújabb tudományos ismeretek és a legmodernebb geofizikai eljárások alkalmazása az egyre égetőbb környezeti problémák megoldására, hagyományos és alternatív energiaforrások kutatására és geotechnikai feladatok elvégzésére. Mindennek alapvető biztosítéka az alapítás óta tartó szoros kapcsolat az ELTE Geofizikai Tanszékével.

Eredeti szöveg:

S. Cloething,
R. Emmermann,
J. Ludden,
H. Thybo,
M. Zoback,
F. Horváth

Fordították:

a NYME hallgatói

Lektorálták:

Ádám Antal,
Szarka László,
Verő József

Magyar változat:

Ádám Antal
(*magnetotellurika*),
Brezsnyánszky Károly
(*Magyarország
nagyszerkezete*),
Dombrádi Endre
(*geodinamikai modell*),
Haas János
(*Magyarország
nagyszerkezete*),
Horváth Ferenc
(*geodinamikai modell*),
Kiss János
(*gravitáció, mágnesség*),
Novák Attila
(*magnetotellurika*),
Szarka László
(*a Föld hője,
szerkesztés*)