

A MEGSZELÍDÜLT VULKÁNOK FÖLDJE

Id. Lóczy Lajos 1913-ban így ír a Balaton-felvidék tűzhányóiról: „...én még most sem tartom véglegesen letárgyaltnak bazaltjaink természetrajzát. Mindegyik bazalthegy megérdemli, hogy részletesen foglalkozzék valaki tulajdonságaikkal. Szigliget, Tihany, Monostorapáti környékének tufavulkánjai, temérdek erupciós kürtőikkel, tűzetes morfológiai, petrográfiai és vulkanológiai vizsgálatra érdemesek”. Fogadjuk hát meg a terület kiváló kutatójának tanácsait...

4. rész Mielőtt azonban a miocén–pliocén bazaltvulkanizmus jelenségeivel megismerkednénk, tekintsük át a terület egyéb földtani értékeit is, hiszen látni fogjuk: ha vulkanitok feltárásait vizsgáljuk, bizony jóval korábban (és egészen más környezetben) képződött kőzetek is „ránk kacsintanak” a sziklafalakból. Már csak azért is érdemes a tűzhányókon túlra vetni egy-egy pillantást, mert e vidék geológiai múltja, földtani felépítése – minden elfogultság nélkül állíthatjuk – nem csupán hazai viszonylatban páratlanul gazdag. Míg az élő természeti értékekkel foglalkozó ökológusok a fajok, élőhelyek változatosságára, sokszínűségére a *biodiverzitás* kifejezést használják, addig a földtudományok művelői és a földtani természetvédelemmel foglalkozó szakemberek a *geodiverzitás* fogalmát vezették be az utóbbi időben. Makacsul hiszünk ugyanis abban, hogy nem csupán az élő egyedek lehetnek megóvásra érdemes természeti értékek, amelyek gyönyörűen trilláznak egy faágon vagy éppen pompás virágzatot hoznak.

Felépül a díszlet a „tűzes” előadáshoz...

A terület felszínen is tanulmányozható legidősebb kőzetét Alsóörsön egy útbevágás tárja fel: a *Lovasi Agyagpala* a variszkuszi hegységképződés során átalakult (metamorfizálódott), eredetileg az ordóvícium–devon időszakokban lerakódott mélytengeri üledéksor. Számos nagyobb foltban találkozunk egyik legkarakteresebb építőkövünkkel, a perm időszakban képződött *Balaton-felvidéki homokkővel*, amely az egykori *Pangea* szuperkontinens folyóvízi/tavi környezetében képződött konglomerátum és homokkőpadok sorozatából áll (jellegzetes lilásvörös–barnásvörös színét a homok-

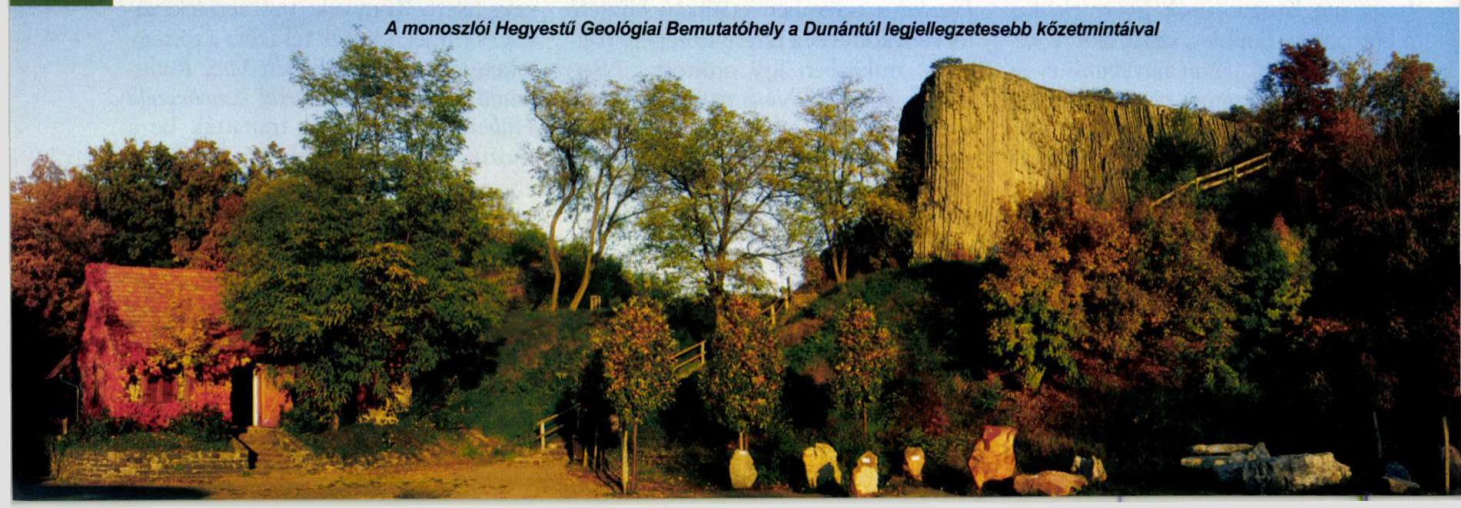


Látványos példa a geodiverzitásra: a dörgicsei templomrom falában megtaláljuk a perm homokkövet, a triász karbonátos kőzeit és a pliocén bazaltvulkanizmus emlékeit

szemcsék közötti hézagokban elhelyezkedő és a szemcsék felületét bevonó vasásványoknak, a hematitnak és a limonitnak köszönheti).

Az egykori *Tethys* hatalmas öblözetének mélyén a triász során változatos rétegsor rakódott le: homokkővek, márgák, dolomitok és mészkővek jelzik a környezet egykori változásait. E képződmények közül – önkényesen – csupán hármat említünk: a karni korszakban képződött, pados, gumós *Füredi Mészkövet* a névadó város határában meglátogatható *Lóczy-barlang* is gyönyörűen feltárja, ráadásul a kőzet felületén a később feláramló hévizek szép oldásformákat is létrehoztak. Ugyancsak a késő-triászban, de csupán kis foltokban képződött az *Edericsi Mészkő*, amely pedig a beszédes nevű *Csodabogyós-barlang* befoglaló kőzete. Az amúgy dön-

A monoszlói Hegyestű Geológiai Bemutatóhely a Dunántúl legjellegzetesebb kőzetmintáival



tően *fődolomitból* felépülő *Keszthelyi-hegység* e gyönyörű, képződményekben gazdag barlangjának egy részét a bátrabbak az úgynevezett overallos túrákon járhatják be. Fiatalabb közepidei kőzettel nem találkozunk a Balaton-felvidéken, hiszen a jura és kréta időszakok során ez a terület lepusztulási térszín volt.

Az alpi hegységképződéssel összefüggésben lefűződött *Paratethys* medencéjében, a késő-miocén korszak szarmata emeletében képződött az a *Tihanyi Mésző*, amely egy harmadik, széles körben ismert (és nem mellékesen: ugyancsak fokozottan védett) föld alatti üregrendszernek, a *Tapolcai-tavasbarlangnak* a befoglaló kőzete. Itt érdemes egy kicsit elidőznünk, mivel képződése összefüggésben van az egykor itt tomboló tűzhányók (utó)működésével...

A Balatonhoz látogatók többsége nem is sejti, hogy a tótól mindössze tíz pernyi autózásra fekvő csendes kisváros utcái és házai alatt összesen majdnem 6,5 kilométer hosszúságú, zegzugos barlangrendszer rejtőzik. Hogy pontosabban legyünk: eddig ennyit sikerült felmérni... A jelenleg nyilvántartott 14 tapolcai barlang közül a leghosszabb a tavasbarlang, csaknem 3,3 kilométernyi.

Befoglaló közzétömegét tehát az egykori *Szarmata-tenger* üledékeiből képződött mésző- és márgarétegek alkotják, amelyek között vékony, 1-2 centiméteres agyagrétegeket is találunk. A szövevényes járatrendszer jellegét alapvetően két tényező: a terület törésrendszere (tektonikai hálózat) és a kőzetrétegek szerkezete határozzák meg. Ez a barlang alaprajzi térképére tekintve is érzékelhető (jellegzetesek az északkelet-délnyugati, illetve az arra merőleges törésirányok).

A tavasbarlang vízutánpótlása két úton történik, amely egyben magyarázatot ad a járatok kialakulására is. A „fiatal” szarmata mésző a környék felső-triász dolomitján rakódott le, amelyből hideg karsztvizek érkeznek a Tapolcai-medence térségébe. Ugyanez a dolomit a felszín alatt több száz méterrel lejjebb is megtalálható, ahol a – mai tájképet alapvetően meghatározó – napjainkra kihunytt tűzhányók utóvulkáni működésének köszönhetően az oda lejutó víz körülbelül 40 Celsius-fokra felmelegszik, majd a repedéseken keresztül feláramlik. E két forrásból származó, egymással keveredve immár 18-20 Celsius-fokos víz alakította ki – a *keveredési korrózió* hatására – a jára-



A tihanyi Barátlakások látványos piroklasztirétegei

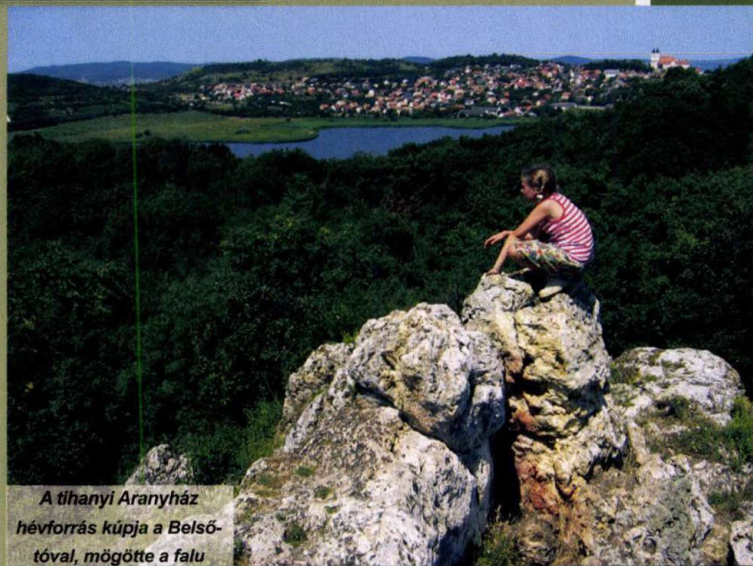
TEREPEEN: DIPLOMÁS TŰZHÁNYÓK TIHANYBAN

A Tihanyi-félsziget nem csupán hazánk elsőként (1952-ben) kihirdetett tájvédelmi körzete, de az immár nemzeti parki terület büszke birtokosa a megtisztelő *Európa Diploma* címnek is 2003 nyara óta. Mindkét elismerés esetében meghatározó tényező volt az a rengeteg földtani, vulkanológiai és felszínalakítási (geomorfológiai) érték, amely szinte a félsziget egészén látható.

A késő-miocénben, 8 millió éve itt kezdődött el a Balaton-felvidéki vulkanizmus. A freatomagmás működést illetően a forró magma és a víz kölcsönhatása itt némileg különbözött a nyugati területekhez képest, hiszen a gőzrobbanásokért felelős (hamar „elfogyó”) pórúsvíz bőséges utánpótlásában a mélyebben fekvő karsztvízrendszernek lehetett meghatározó szerepe, ami viszont Tihanyban mélyebb maarkraterek képződéséhez vezetett. A félszigeten számos helyen kitűnően tanulmányozhatók a vulkáni rétegek. Feltétlenül ki kell emelni ezek közül a *Kis-erdő-tető* és a *Barátlakások* látványos sziklafalait, amelyeket látva mindannyian magunk elé tudjuk képzelni a sorozatos, egymást gyorsan követő gőzrobbanások, a *piroklaszt torlóárak* (a kitörés irányából nagy sebességgel mozgó anyagáram) félelmetes dübörgését.

Nagyjából 5 millió éve képződtek a híres *gejzirít* üledékek. Ezek a jelenleg elfogadott tudományos álláspont szerint nem a Yellowstone Nemzeti Park Öreg Hűségéhez () hasonló, periodikus működéssel jellemezhető hidrológiai jelenségek nyomait őrzik, hanem olyan hőforrások kovatartalma cementálta össze a krátertavak meszes-dolomitos üledékeit, amelyek a vulkanizmust kísérő földrengések

által keletkezett repedésrendszer mentén fakadtak. Igen jól rétegzett, látványos feltárása a Csúcs-hegyen található, míg a *forráskúpok* közül talán a legismertebb az Aranyház.



A tihanyi Aranyház hőforrás kúpja a Belső-tóval, mögötte a falu

A negyedik fordulóhoz tartozó terepbejárás a szerző szakvezetésével **április 12-én, szombaton** lesz. Találkozó **10 órakor** a faluszéli focipálya és a tihanyi temető közötti kis parkolóban (a 71-es főút felől érkezve a Kossuth Lajos utcáról balra fordulva).



tokat. Ez a víz a mára már nagyrészt száraz Kórház-barlang felől, északi irányból áramlik lassan a néhány száz méterre lévő Malom-tó forrásai felé.

Kecskeköröm és kőtenger

A Tapolcai-medencében is előforduló, jellemzően agyag-kőzetliszt-homok összetételű üledékek a Kárpát-medencét egykor elfoglaló Pannon-beltenger (vagy -tó) feltöltődésének idején keletkeztek. A lecsökkent sótartalmú, kiédesedő vizű tóban egyedülállóan gazdag, csak itt kialakult (endemikus) kagyló- és csigafajokból álló különleges élővilág jött létre. A híres tihanyi kecskeköröm is egy, a Pannon-tóban élt kagylónak a maradványa, amely tudományos nevében (*Congeria unguilacprae*) is őrzi a legendát. A vízzel átitatott, laza pannon üledékeknek fontos szerepük volt a Balaton-felvidéki miocén-pliocén alkálibazalt vulkanizmus jellegének kialakulásában. A Káli-medence peremén található kőtengerek – eredetileg ugyancsak könnyen pusztuló – pannon kőzet-

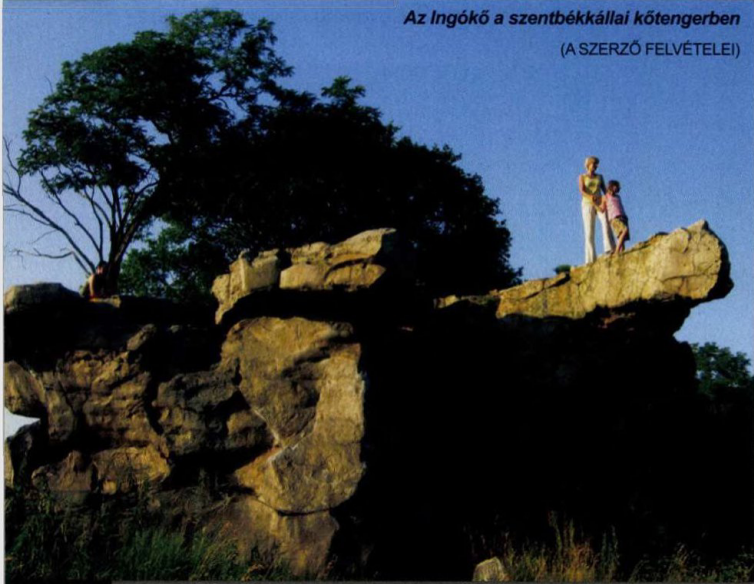
A Tapolcai-medence tanúhegyei a Keszthelyi-hegység irányából

sebb kitorési központok alakultak ki. Ilyen például a monosz-lói Hegyestű, amelynek felhagyott kőfejtőjében látványos oszlopos elválású bazalt- (egészen pontosan bazanit-) falak tövében geológiai bemutatóhelyet működtet a Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság (érdekességgéppen: itt lesz a központja a szerveződő Bakony–Balaton Geoparknak is).

A Tapolcai-medence „klasszikus” tanúhegyei (a Badacsony, a Szent György-hegy, a Csobánc stb.), valamint a Káli-medence kevésbé ismert kitorési pontjai már a pliocén korban, valamivel több mint 4 millió éve kezdtek meg, és nagyjából 3,4 millió éve fejezték be működésüket. A már említett Pannon-beltenger ekkorra nagyrészt elmocsarasodott, feltöltődött, de a laza szerkezetű üledékek továbbra is jelentős mennyiségű vizet tároltak. Ez azért fontos körülmény, mert a törésvonalak mentén felszínre törő, több mint 1000 Celsius-fok hőmérsékletű bazaltos kőzetolvadék „kapcsolatba lépett” ezzel a nedvességgel bőségesen átitatott összettel. Ennek eredménye: heves robbanásokkal tarkított kitorések. A Balaton-felvidék tűzhányóinak többsége ilyen, a víz-magma kölcsönhatással jellemezhető *freatomagmás* kitorés kíséretében született meg.

Az Ingókő a szentbékálai kőtengerben

(A SZERZŐ FELVÉTELEI)



anyagát (vitatott eredetű) kovás oldatok cementálták össze: az idővel elhordódott homokos-kavicsos összeletekkel ellentétben ezek a kőzettömbök ellenállók az eróziós folyamatokkal szemben, s így különleges sziklaformák preparálódtak ki.

A pleisztocén idején a területet az – éghajlattól függő, különböző jellegű – eróziós folyamatok, illetve a löszképződés jellemezte. A mai Balaton helyén, tektonikus süllyedékekben 15 ezer éve jelentek meg különálló, sekély vizű tavcskák; egységes vízfelületről csupán körülbelül 5 ezer éve beszélhetünk. Fontos tehát hangsúlyozni, hogy a Balaton nem a Pannon-tó maradványa!

A terület első vulkánjai még a miocénben, nagyjából 8 millió éve kezdtek meg működésüket a mai Tihanyi-félsziget területén (erről lásd keretes írásunkat). Az ettől nyugatra fekvő területen nem sokkal később, mintegy 6 millió éve csupán ki-

Tűzhányók születése és halála

Eleinte tehát sorozatos robbanások voltak a jellemzők, amelyek nagy mennyiségű vulkáni szórt anyagot juttattak a felszínre (ennek közötté vált formái a különböző *piroklasztitok*, azaz a „tűz által tört kőzetek”). Az aktivitásra jellemző, hogy egy-egy magas sziklafal anyaga néhány nap, de akár néhány óra alatt is lerakódhatott... Ugyancsak jelzi a robbanások heveségét, hogy a mélyben megtalálható, idősebb kőzetek kisebb-nagyobb darabjai is a felszínre vetődtek: így fordulhat elő, hogy számos feltárás vulkáni anyagában (szemcsenagyságtól és –megoszlástól függően a bazaltos tufában, a lapillitufában és a lapillikőben) láthatunk permi vöröshomokkő-, triász dolomit vagy éppen pannon homokkődarabokat (ezeket összefoglalóan *xenolitoknak* nevezzük). Egy megdöbbentő adat, amely nagyjából érzékelteti, milyen „pokoli világ” lehetett itt: a szigligeti kikötőben 1963-ban mélyített fúrás a csaknem 900 méteres talpmélység közelében is még csupán triász mészkövet és márgát harántolt. Ugyanakkor a közeli Kámon-kő sziklafalában nem ritkák az emberfejnyi méretű szilur (405–440 millió éves) fillittömbök, ami nyilván azt jelenti, hogy azokat még mélyebbről tépték fel a gigászi erők!

A sok helyen krátereket létrehozó (maar jellegű) vulkanizmust jobbra csendesebb – lávaszökőkutakat, salakkúpokat produkáló –, de leggyakrabban *lávaöntő* működés követte. A térség későbbiekben megindult kiemelkedése, illetve a változó éghajlatnak megfelelő külső felszínformáló erők (víz- és szél-erózió) munkája révén a változatos vulkáni képződményekkel nem fedett területekről a lazább üledékek elhordódtak, így kialakult a Tapolcai-medence jellegzetes, „megszelídült” tanúhegyekkel tagolt mai képe.

KORBÉLY BARNABÁS

Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság

1. Minek az üledékei alkotják a kenesei partfalat?

2. Mi a neve a Tihanyi-félsziget egyetlen forrásának?

3. Hogyan kerültek az „idegen” közettöredékek a tihanyi Barátlakások sziklafalába?

4. Melyik képződmény idősebb?
j, pannon homokkő
k, Balaton-felvidéki Homokkő
l, Tapolcai Bazalt

RÁADÁSJÁTÉK. Fényképezzen le egy legalább emberfej nagyságú permii vöröshomokkő-tömböt a tihanyi Barátlakások piroklasztit rétegsorában!

Beküldési cím: eltud@eletestudomany.hu

A III. forduló rejtvényének megfejtése:

1. Jósavfőn bukkannak ismét felszínre a Baradla-, a Béke- és a Kossuth-barlang vizei
2. a heliktiteket görbe cseppkövekként is említi a magyar nyelv
3. Az Aggteleki Nemzeti Parkban a névadó falu szélén, a Szőlőhegy oldalában látható a jellegzetes karrmező, az „ördögszántás” (a tő feletti hegyoldalon a fíloxéravész előtti időkből szőlőt termesztettek)



A MÁFI, az ELTE TTK TM és a Magyar Szabadalmi Hivatal könyvajándékát nyerte: *Fraknói Iván* (Budapest), *Dr. Nagy Pálma* (Nyíregyháza) és *Reinelt Zoltánné* (Szentgotthárd).

A Ráadásjátékra jó fotót (lásd képünkön) beküldők közül *József Zsófia* nyerte a geológiai egységcsomagot és a Balaton-felvidéki Nemzeti Park

Igazgatóság ajándékkönyvét.

SZÉKELYFÖLD HAVASAINAK VADONJA:

A KELEMEN-HAVASOKTÓL A FOGARAS VIDÉKÉIG

Időpont: 2008. július 1–6.

Utazás: 9 üléses kisbusszal

Szállás: Székely vendégházakban, a Hohenzollernek királyi vadászkastélyában Laposnyán és erdei rönkház panzióban

Ellátás: reggeli és vacsora

Létszám: 8 fő + 1 fő kísérő

Részvételi díj 1 főre

reggelivel és vacsorával:

129.000,-Ft + 2.460,-Ft

biztosítás

A részvételi díj a

- Magyar Földrajzi Társaság (MFT) egyéves tagdíját,
- a Földgömb előfizetését 1 évre,
- az MFT igazoló oklevelét,
- egynapos erdészeti szakvezetést a Görgényi-havasokban, egynapos hegyimentő szakvezetést a Kelemen-havasokban,
- az egynapos erdészeti utakon való szállítást is magában foglalja.

Érdeklődés: 1061 BP., DALSZÍNHÁZ U. 10.

Tel: 1 302 3217, 1 354 0658 Telefax: 1 302 4975

www.centertravel.hu, info@centertravel.hu



A JÁTÉKRÓL

Tizenkét alkalommal (mindig a hónap első hetén) a földtudományok egy-egy érdekes hazai témáját járjuk körbe az Élet és Tudomány oldalain. Az írás minden alkalommal négy kérdéssel zárul. Az első három kérdésre jó választ beküldők közül hárman a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI), az ELTE TTK Természettudományi Múzeuma, illetve a Magyar Szabadalmi Hivatal értékes könyveit kapják. A negyedik kérdésre három lehetséges választ adunk, amelyből azonban csak egy igaz. A játék végére összegyűlt tizenkét válasz betűjelét helyes sorrendbe rakva egy, a földtudományokhoz kötődő új, ám ismert magyar nevet kapnak meg. A fődíjat, a *CENTER Travel* egyhetes erdélyi túraújtát azok között sorsoljuk ki három fő részére, akik a betűkből kirakott nevet beküldik.

A cikk megjelenését követő hét (mindig a hónap második) szombatján terepbejárásra csábítjuk az Olvasót: az írás témájának helyszínén tudósok, kutatók avatják be a földtudomány érdekességeibe az érdeklődőket. A www.foldeve.hu internetes oldalon ízelítőt adunk az 1. forduló terepbejárásán, az ELTE TTK Természettudományi Múzeumában készült fotókból. Magához a terepi bemutatáshoz kapcsolódik a ráadásfeladatunk (azt mindig a kérdések végén találják). A legjobb digitális fényképet beküldők között havonta egy, a Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság egyik könyvével kiegészített geológiai ajándékcsomagot sorsolunk ki. A játék végén pedig a legtöbb fordulóról jó képet beküldők közül kisorsolunk három játékost, akik kétfős hétvégi pihenést nyernek az Esztergom melletti Búbánatvölgy Vadregény Panziójába, illetve a Magyarhoni Földtani Társulat geológus felszerelés-csomagját kapják ajándékba.

A válaszokat (kivéve a digitális fényképet) postai levelezőlapra kell beküldeni szerkesztőségünkbe.

Címünk: **Élet és Tudomány, 1428 Pf. 47.**

A borítékra írják fel: **A Föld Éve IV.**

Beküldési határidő: **2008. április 21-e, hétfő.**

Játékunk szövege és a kérdések elolvashatók a MÁFI (www.mafi.hu), illetve a játék honlapján (www.foldeve.hu), de a válasz csak akkor érvényes, ha az újságban, a cikk alján található igazolószelvényt a levelezőlapra felragasztják.



Hazánk a játék egy-egy helyszínével, amelyről külön-külön tablós és kiállítási tárló tekinthető meg év végéig az ELTE TTK Természettudományi Múzeumában