



260 MILLIÓ ÉVVEL EZELŐTTI NYÜZSGŐ ÉLŐVILÁG

Misztikus őssálatnyomok a Balaton körül

A kövületvadász ősszel ballagjon a Balaton partján, ott, ahol vörös színű homokkövek védik a hullámveréstől a mólókat, strandokat. Nincsenek már fürdőzők, a fák is lehullatják leveleiket, a derengő fényben a gyakorlott szem előtt életre kelnek a 260-270 millió évvel ezelőtt képződött permi vörös homokkő – másnéven a Balatonfelvidéki Homokkő Formáció – kőzetlapjain megmaradt ősi kétéltűek és hüllők lábnyomai. Misztikusak, mert csak a lábnyomaikat ismerjük, s jelenlétüket misztifikálták is. A geológiai szakirodalomban eddig csak sajnálkoztak a kutatók, hogy a permi vörös homokkő ősmaradványokban igen szegény, és mindössze két lábnyom került elő, bár sejtjük, hogy a gyűjtőknél továbbiak is lehetnek...

A Balaton-felvidéki vörös homokkővet az északi parton sokfelé bányászták, régebben a XIII. századtól Balatonalmádiban, majd leginkább Balatonrendesen, ahonnan a pálkővei kikötőben rakodták meg az uszályokat, s szállították a tó más partjaira. Az első hüllőnyomot a pálkővei bányából Majoros György 1964-ben ismertette, majd leírását (*Korynichnium sphaerodactylum*) Kaszap András 1968-ban tette közzé (az eredeti homokkőlap az egykori Magyar Állami Földtani Intézet folyosóján látható). A második, szintén a Pálkőve kőfejtőből előkerült lábnyom (*Tridactylchnum sp.*) fényképét Fülöp József 1990-ben megjelent könyvéből ismerjük. Majoros György a későbbiekben a balatonrendesi Pálkőve kőfejtőben újabb – eddig nem publikált – nyomtípusokat talált, amelyek leginkább a dél-alpi olaszországi, úgynevezett grödeni homokkő klasszikus leleteivel hasonlíthatók össze.

Kevés és sok – ritkaságból mindenhol van

A jelzések viszont folytatódtak. 1994-ben Ferencz Károly geológus az ábrahámhegyi telkén, majd a XXI. század első éveiben Csillag Gábor, a terület földtanát tanulmányozva Kordos Lászlóval és Bodorkós Zsolt közreműködésével a Pálkőve kőfejtőben és a kikötőben nagyméretű háromujjú lábnyomokat dokumentált és gyűjtött. Jelen tanulmány szerzői ezek után már tudatosan próbáltak szerencsét. A felhagyott pálkővei rakodókikötőben járva az úttorlasznak kirakott kötömbökön minden alkalommal sikerült lábnyomokat felfedezni. Eddig a Tihanyban az MTA Balatoni Limnológiai Intézet partján kirakott kőzeteken sikerült felfedezni a legtöbb lábnyomot. 2015-ben a Tudományos Újságírók Klubjának évi közgyűlésén a jelen lévők még hitetlenkedve nézték, hogy az ebédszünetben mit gyűjtöttünk,

majd 2017-ben már elvárták a sokféle lábnyom felfedezését. A nyomok Fonyód-Bélatelepen ugyanúgy előkerültek, mint a balatonalmádi kikötő melletti partszakasz kövezetéből, továbbá a tatai Kálvária dombon a Geológus Parkban kiállított, Pálkövéről odaszállított homokkő tömbök réteglapjain is. A meglepetésekre nem sokáig kellett várni, mert e sorok írásakor (2018. február) szemünk már mindenhol a vörös homokkővet kereste. Így, a villamosról nézelődve tűnt fel, hogy a Déli pályaudvar Alkotás utca felőli szolgálati épületének falát az 1960-as években ezzel az időálló kőzettel borították. Közelről megnézve teli volt lábnyomokkal! Már most is legalább 10-14 különböző állat több száz életnyomát sikerült tanulmányozni, miközben a Balaton partszegélyén, a vörös homokkőből épített épületek, szobrok, sírkövek még legalább annyit rejtenek, mint ahányan ősszel éppen a ballagnak a Balaton felé.

A lábnyomok sokfélesége

A balatonfelvidéki permii vörös homokkőben egyaránt megtalálni az alig 1 centiméterestől a 15-28 cm hosszúságúakat, a három-, négy- és az ötujjú, karomban végződő vagy anélküli, mellső- és hátsó végtagok lenyomatait. Esetenként a néhány lépésből álló, egy állattól származó nyomok követik egymást. Ezek több vékony rétegben, sokszor egymásba taposva fordulnak elő. Az egykori felszínt mutató réteglapokba mélyednek a valódi életnyomok, míg az azt beborító fiatalabb kőzetben a nyomok kiemelkednek, természetes másolatot alkotnak. A nyomok tanulmányozását gyakran nehezíti az a jelenség, amikor az ujjak között a

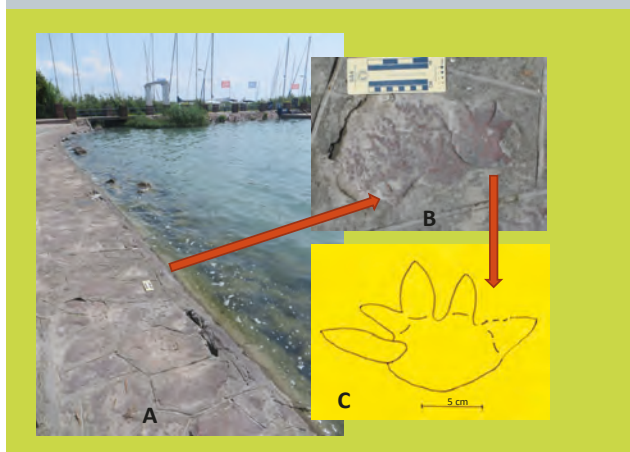
befogadó kőzet kitüremkedik, s ezáltal sokszor nehéz eldönteni, hogy a mélyedés, vagy a kiemelkedés formája tekinthető-e mérvadónak. A kőzet egykori képződési környezete (például árterület, a tó ingadozó vízszintje, partszegélyének változása, a beszáradt pocsolya vagy mozgó homokfelszín) nagymértékben befolyásolja, hogy az állatok miként használták a felszínnel érintkező végtagjaikat. A lábnyomoknál gyakran hiányoznak az esetleges karmok, valamint a kéz- és lábközépcsonkok alkotta lenyomatok. Az eddig vizsgáltak között mindegyik eset előfordult.

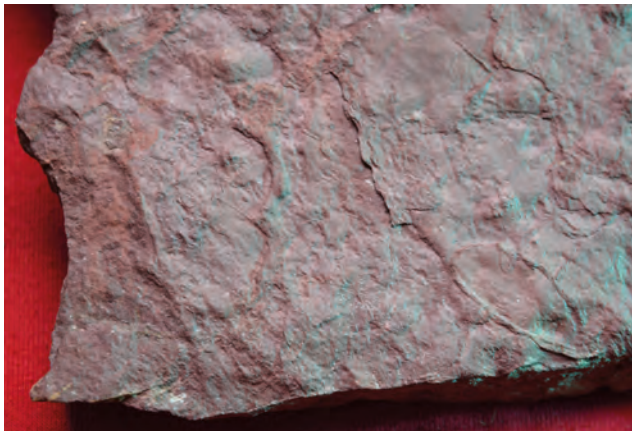
A hasonló korú leletek kutatói csak a perm időszakból egy 2000. évi felülvizsgálat során 281 nyomnemet és fajt írtak le (Haubold, 2000), amelyek számát a Balaton-felvidéki vörös homokkőből származó nyomtípusok gyarapítanak. Az eddig megkülönböztetett 12-14 lábnyomtípusból ötöt (*Batrachichnus*, *Dimetropus*, *Dicynodontipus*, *Tridactylchnium*, *Amphisauropodus*) az eddig leírtakkal többé-kevésbé már azonosítani lehetett, a többiek a tudomány számára újonnan felfedezettnek tekinthetők. Hacsak nem derül ki később, hogy a különböző méretű, és az eltérő ujjnyomszámot maguk után hagyó, de alapvetően hasonló formájú lábnyomok valójában ugyanazon faj fiatal és kifejlett, hím és nőstény egyedeitől származnak, vagy a járófelszínnel különbözőképpen érintkező végtagok miatt látunk különbséget a lenyomatokban, és a permii vörös homokvidéken valójában kevesebb egykori kétéltű- és hullőfaj élt. Természetesen a változó fényviszonyok között az el-eltűnő, majd újra látható, egymásra taposott nyomok a kutatókat is félrevezethetik. Lehetséges, hogy egy gyíkyszerű állat jellegzetes mozgására utaló test, láb és fejlenyomat is kimutatható. Érdekes megoldandó jelenség, hogy a Balaton-felvidéken több esetben is felismerhetők a 4-5 cm hosszú, öt ujjas, lekerekített talpnyomú, illetve a nagyméretű háromujjú 260 millió éves nyomtípusok, amelyek kísértetiesen hasonlítanak a 100 millió évvel későbbi későbbi élt, a mecseki kőszénbányákból megismert kerekded talpformájú állat, valamint a Komlosaurus lábnyomára. Ilyen sokáig éltek volna ezek a nyomhagyó állatok, vagy az őslények között gyakori, az élőhelyhez alkalmazkodó párhuzamos fejlődéssel találkozunk?

Kozmopoliták és lokálisak

A permiben az egymáshoz csatlakozott öt kontinens-mag, a Pangea a négylábú kétéltűeknek és hullőknek szárazföldi vándorlásokat biztosított. Emiatt vannak olyan kozmopolita csoportok, amelyek szinte mindenhol előfordulnak. Ilyen a *Dimetropus*, a *Batrachichus* és

1. ábra. A balatonalmádi kikötő melletti sétányt 1987-ben készítették (A). A látogatók az egyik jellegzetes, Westfáliából, a Szudétákból és Birmingham környékéről ismert alsó perm korú (270-290 millió év) ősi kétéltű, a (*Amphisauropodus*) lábnyomán taposnak. Az eredeti lenyomat (B) és körvonala (C).





3. ábra. Kisebb és nagyobb méretű kaotikusan megmaradt lábnyomok, valamint eddig nem látott növények lenyomatai borítják az MTA tihanyi Limnológiai Intézet hullámtörő közeit (Mészáros Ildikó fényképei)

a *Dicydontipus*, amelyek sokféle lábnyomai Brazíliában, Új-Mexikóban és az USA több államában, Kanadában, Angliában, Spanyolországban, Franciaországban, Németországban, Lengyelországban, a Kaukázustól északra, és a Dolomitokban is megtalálhatók. Némelyiküket Dél-Afrikából és Ausztráliából is kimutatták. A permi szuperkontinens déli (Gondwana) és északi része (Eurázsia részeként Euramerika) között felgyűrődött variszkuszi-hercyniai hegységrendszer lepusztulásából származó permi (vörös homokkő), valamint a perm-triász határán (251 millió évvel ezelőtt) a tenger előretörésével lerakódott szárazföldi-partszegélyi üledékek lábnyomai között csak a kozmopoliták jelentik a kapcsolatot. A Kárpát-medence aljzatát napjainkban két olyan, egymástól eltérő eredetű és felépítésű kéregdarab alkotja, amelyek az Eurázsiai- és az Afrikai-lemez ütközési zónájában keletkeztek. Az afrikai eredetű litoszféablokkot az Alpok, a Kárpátok és a Pannon-medence kezdőbetűivel képzett mozaikszóval „ALCAPA”, vagy a Balaton latin neve után Pelsoi, míg ettől délre az eurázsiai kontinenshez tartozót Tiszai főegységnek nevezik. Magyarország jellegzetes DNy – ÉK-i irányú, pásztákba rendeződött hegység szerkezeti vonalai csak a középső-jurától (kb. 170 millió évvel ezelőtől) torlódtak mai helyzetükbe.

A perm-ben az őssálatok lábnyomai alapján legalább három olyan földtörténeti eseményt lehet megkülönböztetni, amelyek befolyásolták az ősi kétéltűek és hüllők földrajzi elhelyezkedését és az ökoszisztémákban elfoglalt helyét. Az alsó perm-ben (299 és 270 millió évek között) létrejött az afrikai és az Észak-Amerikát Európa magjával összekötő kapcsolat. A legtöbb permi lábnyom ebből az időszakból ismert, és az alsó perm-ben gyakori, de a fiatalabb perm-ben is még élő

Dimetrodon-nal (lásd nyitóképünket, Felipe Elios festményét) jellemzett lábnyom együttest tartalmazza. A középső perm-ben az afrikai és az eurázsiai lemezek további közeledésével keleti irányban folytatódott a Közép-Variszkuszi-hegyvonulat felgyűrődése, aminek hatására olyan kőzetek rakódtak le, amelyek alig tartalmaznak lábnyomokat. A szakirodalomban ezt a jelenséget „Olson-hiátusnak” nevezik. A középső-perm végén és a perm-triász között (267 és 251 millió évek között) az Ural mentén a Pangeához csatlakoztak a szibériai és a kínai őskontinensek, és az ősi Tethys-óceán keletről nyugatra behatolva elkezdte feldarabolni a szuperkontinentet. Alapvetően új, a therapsidák (emlősszerű őshüllők) dominanciájával jellemezhető időszak jött létre, majd a földtörténet legnagyobb méretű kihalásakor, a perm-triász határon ezek nagy része is eltűnt. Csak ezt követően, 5-6 millió év elteltével jelentek meg az első dinoszauruszok. A krokodilszerű lábnyomot maguk után hagyó, négy lábon járó állatok lépésnyomai nem széles terpeszben, hanem a test alá húzódó, egymáshoz közeli lábnyomokat hagyó járásmódra és testfelépítésre utalnak. Ők lennének a dinoszauruszok közvetlen elődei, akik a Balaton-felvidéken is éltek?

A Balaton környéki vörös homokkővek lerakódása a lábnyomok alapján nem csak a felső perm-ben, de azt megelőzően a középső perm végén (körülbelül 267 millió évvel ezelőtt) már elkezdődhetett. Ezt a gondolatot már 1961-ben Stuhl Ágnes és 1968-ban Kaszap András is felvetette. A Balaton-felvidéki permi homokkő napjainkban két területen nyomozható. Az északi előfordulás Sóllytól Balatonfüredig, a déli vonulat pedig Zánkától Badacsonytomajig terjed. A Dunántúli-középhegység DK-i részén a vörös homokkő Dióskál és Alcsútdoboz irányába is kiterjed. A mélyfúrások alapján kimutatták, hogy a két terület a felső-perm-ben a Vértes és a Gerecse

4. ábra. Az ötujjú kozmopolita *Dimetrodon* (nyomnevén *Dimetropus*) lábnyoma Tihanyból

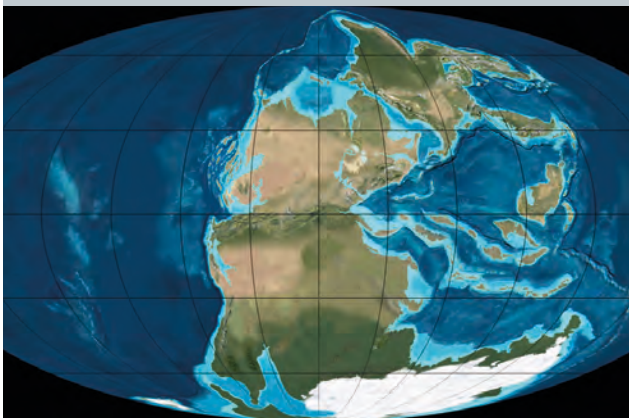




5. ábra. Nagyméretű háromujjú lábnyomot mos a Balaton vize Almádinál

aljzatában egykor egységesen szárazföldi környezetet alkotott. A nagyrészt folyóvízi eredetű kőzet alsó, idősebb része inkább kavicsos, majd fiatalabb része homokpadokba megy át, míg végül a kezdődő tengerelöntés dolomitós triász korú kőzetei borítják. A rétegek tanúsága szerint térben és időben időszakosan változó felszíneken nem csak sivatagi körülmények voltak, hiszen a lábnyomok gyakran növénymaradványokon, máskor a tavak-pocsolyák kiszáradásakor keletkező cserepesen megrepedezett úgynevezett szeptáriás felszínen maradtak fenn. Külön tanulmányok foglalkoztak a homokkő spóraösszetételével, kövesedett famaradványaival, valamint az édesvízi

6. ábra. A felső-permben a kontinensek a Pangeában egyesültek. Az Egyenlítő mentén a déli és az északi lemezek összetorlódásával kialakult a Közép-Variszkuszi-hegységrendszer lepusztuló kőzeteiben őrződtek meg a Balaton-felvidéki ősi kétéltűek és hüllők lábnyomai (Bernardi et al, 2017 nyomán)



gerinctelen állatok egykori életnyomaival. A spórák alapján a felső-permben a Balaton-felvidéken száraz meleg, időszakonként nedvesebb körülményekkel megszakított éghajlat uralkodott.

Cholnoky Jenő az 1936-ban megjelent Balaton című könyvében azt írta, hogy a permi vörös homokkő képződése idején „nagyon hideg, zord éghajlat lehetett hazánkban, általában Európában. Rettentő magas hegyeknek kellett emelkednie, mert temérdek homok került a tengerek partjaira”. Valóban, a Közép-Variszkuszi-hegységrendszer olyan magasságokra tornyosulhatott, hogy abból a Balaton-felvidéken akár 600-800 m vastag vörös homokkő is lerakódott. Cholnoky még nem tudhatta, hogy ez a hegységrendszer akkoriban az Egyenlítő közelében, időszakosan esős évszakokkal tagolt száraz, meleg övezetben helyezkedett el.

A Balaton-felvidéki, 260 millió évvel ezelőtti élővilág a korábbi ismereteinkkel szemben egyre gazdagabbá válik. Az új felfedezések alapvetően megváltoztatták a vörös homokkővet létrehozó sivár, kietlen tájról alkotott nézeteinket. Ballagjunk tehát vissza a Balaton partjára, fedezzük fel és élvezzük a Föld 260 millió évvel ezelőtti eseményeit!

KORDOS LÁSZLÓ ÉS MÉSZÁROS ILDIKÓ

IRODALOM

- Bernardi M., F. M. Petti, E. Kustatscher et al. (2017) Late Permian (Lopon-gian) terrestrial ecosystems: A global comparison with new data from the low-latitude Blatterbach Biota. *Eath-Science Reviews*, 175 (2017) 18-43.
- Budai T., Császár G., Csillag G., Dudko A., Koloszar L., Majoros, Gy. (1999) A Balaton-felvidék földtana. *Magyarázó a Balaton felvidék földtani térképéhez*, 1: 50 000.- Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest kiadványa, p. 26-31.
- Budai T., Konrád Gy. (2011) Magyarország földtana, Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar, Pécs, p.6-23.
- Cholnoky J. (1936) *Balaton-* Franklin, Budapest
- Fülöp J. (1990) Magyarország geológiája. *Paleozoikum I.* Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest kiadványa, p. 1-325.
- Haas J. ed. (2001) *Geology of Hungary*, Eötvös University, Press, Budapest
- Haubold H. (1971) *Ichnia Amphibiorum et Reptiliorum fossilium*. In: Kuhn O. ed. *Handbuch der Paläoherpetologie Encyclopedia of Pale-oherpetology*. Teil 18/Part 18., p. 1-124., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Portland-USA
- Haubold H. (2000) *Tetrapodenfährten aus dem Perm – Kenntnisstand und Progress 2000*. *Hallesches Jahrb. Geowiss. B* 22, 1-16., Halle (Saale)
- Kaszap A. (1968) *Korynichium spaerodactylum* (Pabst) a balatonrendesi permben. *Földtani Közlöny*, Budapest, 98(3-4) 429-433.
- Lucas S. G., A. P. Hunt (2006) *Permian tetrapod footprints: biostratigraphy and biochronology*. Geological Society, London, *Special Publications*, 265, 179-200.
- Majoros Gy. (1964): *Óshüllő-lábnyom a balatonrendesi permből*. *Földtani Közlöny*, Budapest, 94(2): 243-245.
- Stuhl Á. (1961) *A Balatonfelvidék perm időszi üledékeiben végzett spórávizsgálatok eredményei*. *Földtani Közlöny*, Budapest, 91(4): 405-412.