

Hogyan mozogtak az ipolytarnóci őssállatok?

HÁGEN ANDRÁS¹ – HORVÁTH DÓRA² – STROMP MÁRK²

¹H-6500, Baja, Flórián u. 4., hagen13@freemail.hu

²ELTE Biológiai Fizika Tanszék

How moved the prehistoric animals in Ipolytarnóc?

Abstract

Much is known on the movement speed of the extant animals today by using different instruments, but much less is known on that of the extinct animals. Anatomy and mobility of prehistoric animals are concluded from the explored bone remains and ichnofossils. By the use of biomechanics, the movement speed can also be determined.

A lot of ichnofossils have been found in Ipolytarnóc. The ichnofossils of the three most studied herbivores have been used in this study: those of the *Rhinocерipeda tasnadyi*, the *Megapecoripeda miocaenica* and the *Pecoripeda amalphaea*. Movement speed was calculated on the bases of the foot and stride lengths.

The conclusion on the paleoenvironment and the movement speed of the prehistoric animals is based on the results.

Keywords: biomechanics, Ipolytarnóc, ichnofossils, speed of movement

Összefoglaló

Napjainkban az élőállatok mozgássebességéről sokat tudunk, különböző eszközök segítségével, azonban a kihalt őslényekről sokkal kevesebbet. A feltárás során talált csontmaradványokból és nyomfossziliákból következtethetünk az egykoron élt élőlény felépítésére és mozgékonyására. A biomechanika segítségével pedig választ kaphatunk a mozgási sebességére is.

Ipolytarnócon számos nyomfosszília került elő. A tanulmány szempontjából a legjobban tanulmányozott három növényevő élőlény: a *Rhinocерipeda tasnadyi*, a *Megapecoripeda miocaenica*, a *Pecoripeda amalphaea* nyomfossziliáit használtuk fel. A mozgási sebességüket a talphossz, valamint a lépéshossz segítségével számoltuk ki.

A kapott eredményből levonhatjuk a következtetést, az itató egykori öskörnyezete és az egykori élőlények mozgássebességét illetően.

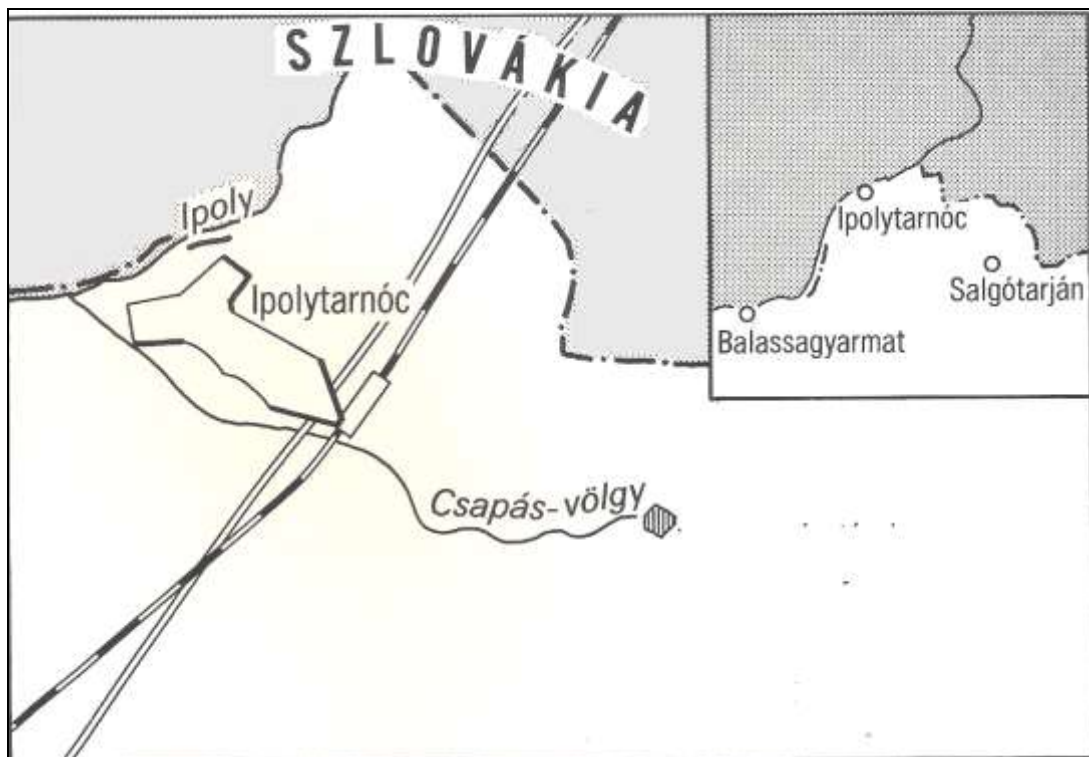
Kulcsszavak: biomechanika, Ipolytarnóc, nyomfossziliák, mozgássebesség.

Bevezetés

A korabeli élőlények mozgását nyomon tudjuk követni, különböző eszközök segítségével, azonban az őslények mozgását nehezebb megállapítani. Az őszállatok már régen kihaltak, ezért mozgásukat csontmaradványaik és nyomfossziliák alapján próbálják rekonstruálni, a biomechanika segítségével. A biomechanika által feltárt tényeket összevetjük a feltárás során előkerült fosszilis csontokkal és lábnyomokkal, így kirajzolódik a válasz az őszállatok mozgékonyaságáról.

Az ipolytarnóci (1. ábra) kiállító teremben őslénytani nyomfossziliák találhatóak. Segítségükkel megbecsülhetjük az egykor élt őszállatok mozgássebességét a mocsaras, lápi környezetben.

Napjainkban az Ipolytarnóci leletek nagy figyelemnek örvendenek, köszönhetően az elismert dolgozók odafigyelő munkájának.



1. ábra Az ipolytarnóci kutatási terület

Figure 1. The research area in Ipolytarnóc

Az ipolytarnóci kövesedett fatörzset 1836-ban KUBINYI F. (1842) fedezte fel, azonban a lábnyomos homokkővet 1900-ban fedezte fel BÖCKH HUGÓ selmecebányai akadémiai tanár és TUZSON JÁNOS botanikus. BÖCKH JÁNOS a Földtani Intézet akkori igazgatója az 1900. évről

szóló jelentésében (1902) részletes leírást ad a lábnyomos homokkőről, s megemlékezik az első intézkedésekről. A helyszínen talált ritka lelet megmentése érdekében Böckh a feltáráshoz hívta SZONTÁGH TAMÁS bányatanácsost és SEDLYÁR ISTVÁN laboránst. A munkálatokat a száraz nyári időszakban kezdték el. A feltáráson rinocérosz, ősszarvas és madár lábnyomát találták meg.

A lábnyomos homokkő újbóli tanulmányozása az 1928. évi budapesti őslénytani kongresszushoz kapcsolódó tanulmányúton történt. Az újabb feltárási és tisztítási munkálatokat TASNÁDI KUBACSKA A. és HABERL V. preparátor készítették (1928). A földtani leírást Id. Noszky J. (1929) állította össze a találkozóra kiadott kirándulásvezetőre. A találkozón jelen volt ABEL, O. is, aki ekkor szerezte meg adatait az ipolytarnóci lenyomatokról, amelyeket később könyvében is megemlíti (1935). Az 1928-as nemzetközi találkozó után újabb eredeti példányokat nem szedtek le, csak gipszmásolatokat készítettek, amelyek ABEL, O.-hoz kerültek Bécsbe.

A következő feltárás 1937. júliusában kezdődött TASNÁDI KUBACSKA A. vezetésével. Ennek során egy 8 m²-nyi, nagyrészt orrszarvú lábnyomokat tartalmazó kőzetlapot emeltek ki, amelyet a Nemzeti Múzeumba szállítottak. Ekkor vált ismertté, hogy a homokkőlapok több rétegében találhatóak lábnyomok.

A negyedik ipolytarnóci feltárást a Magyar Állami Földtani Intézet indította, s 1960-ban vette kezdetét TASNÁDI KUBACSKA A. vezetésével, SZABÓ O. és LAKATOS P. állandó részvételével. A feltáráson új, elsősorban ragadozó és „masztodon” nyomokat fedeztek fel. A kutatási eredményeket TASNÁDI KUBACSKA A. ismeretterjesztő munkáiban (1956, 1958, 1960, 1961, 1964, 1977) és szakmai közleményében foglalta össze (1976).

A feltárás ötödik fázisa 1979-ben kezdődött, amikor is kezdetét vették a természetvédelmi beruházások. 1982-ben SOLT P. a Magyar Állami Földtani Intézet preparátora elvégezte a lábnyomos homokkő felszínének tisztítását, és preparálási munkáit, amellyel egy újból megkezdődhetett a tudományos újravizsgálatok.

Munkamódszerek

A *Geologica Hungarica series Paleontologica* 46. számában KORDOS L. (1985) tanulmányában szerepelnek az Ipolytarnócon található lábnyomok talphossza, valamint lépéshosszai. KORDOS L. által ismertetett talphosszak minimum és maximum értékeiből átlagértéket számítottunk. A lépéshosszak figyelembe vételénél, pedig a jobb-bal lábpáros cm-

ben megadott eredményeit használtuk fel, amelyekből a biomechanika segítségével kiszámítottuk az élőlények mozgássebességét.

Földtani és őslénytani háttér

A kora-miocénben a Széchenyi Slír Formációt követően a zöld homokkő réteg rakódott le. Az üledék zöld színét a glaukonit nevű ásvány adja. A kereszttrétegzettség megfigyelhető, de a kőzet inkább vastagabb rétegekből épül fel, agyagosabb (BÁLDI T. 1983, BARTKÓ L. 1985, HÁMOR G. 1998, SZTANÓ O. – HARANGI SZ. 2010). A slír formáció kora oligocén végi-kései egri.

A slírré ívesen kereszttrétegzett aprókavicsos, kövületes homokkő, felső részein padosan rétegzett homokkő, majd a „gömbköves” homokkő települ. A Pétervásárai Homokkő Formáció a nógrád-cserhádi területeken eléri a 400-600 m vastagságot, Ipolytarnócon pusztán 50-60 m vastagságban fejlődött ki. Mikrofauna tekintetében nagy hasonlóságot mutat a Budafoki Homok Formációhoz. Fossziliái közül a tengeri süntüske és a Spongia tű a leggyakoribb. A réteg egyik nevezetessége a cápa fogak jelenléte (BARTKÓ L. 1938). A Botos-árokban nagy mennyiségben találhatóak. A képződmény kora miocén eleji eggenburgi korszak (BÁLDI T. 1983, BARTKÓ L. 1985, SZTANÓ O. 1994, HÁMOR G. 1998).

A tengeri képződmény végét egy drámai változás jelentette. Az itteni sekélyöböl lefűződött a tengerágról és pangó víz lett, amelybe nagy mennyiségű törmelékes (extraklaszt) üledék került. A Zagyvapálfalvai Tarkaagyag Formáció a Borókás-árokban 2-4 m, a Botos-árokban 10 méter vastagságú kavics réteg megjelenése jelez. A kavicsok között megfigyelhető sok kvarcit, vulkáni, valamint metamorf kőzet lepusztulásából származó darabok is. KORDOS L. (1985) véleménye szerint a glaukonitos homokkő (Pétervásárai Homokkő Formáció) lepusztulási terméke. Ezt bizonyítja HERMANN M.–EMSZT K. (1940) vizsgálata is, miszerint a lábnyomos homokkő az Ős-Vepor kavicstörmelékekből és az oligocén glaukonitos homokkőveiből keletkezett üledék,

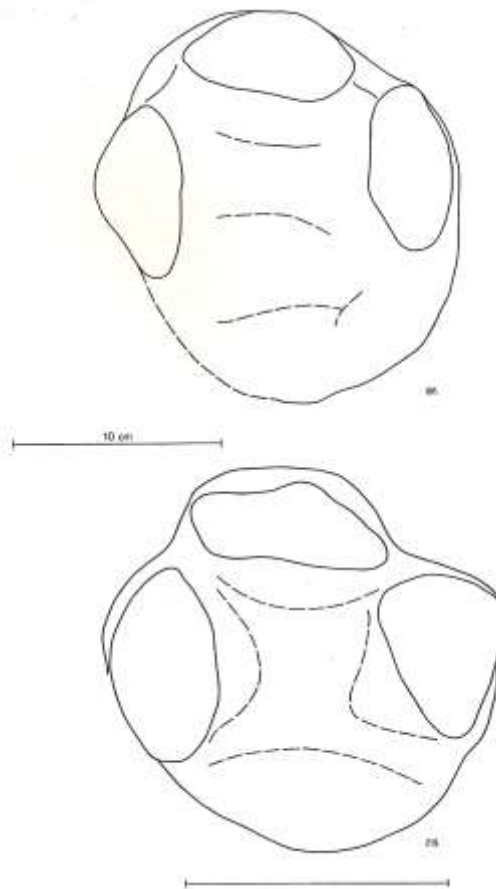
A folyóvízi környezet néhány millió éves időtartamra állandósult, és szelíd feltöltődéssé alakult ki. E környezetben képződött a szürke homokkő, amely az ipolytarnóci lábnyomokat rejt. A páratlan leletek megmaradásához az kellett, hogy hirtelen vastag vulkáni hamu temesse be az egykori itatóhelyet. A vulkánkitörés 17,4 millió éve történt (SZTANÓ O. – HARANGI SZ. 2010).

A vulkáni hamu ezen emlős lábnyomokat őrizte meg a homokkőbe ágyazódva: *Bestiopeda maxima* (KORDOS, 1985), *Bestiopeda tarnocensis* (VIALOV, 1985), *Carnivoripeda nogradensis* (KORDOS, 1985), *Mustelipeda punctata* (KORDOS, 1985), *Rhinoceripeda tasnadyi* (VIALOV, 1966), *Megapecoripeda miocaenica* (KORDOS, 1985), *Pecoripeda hamori* (VIALOV, 1986).

Az Ipolytarnócon feltárt leletek közül a legjobban vizsgáltak közül három lábnyomot fogom megvizsgálni:

1. *Rhinoceripeda tasnadyi* (VIALOV, 1966)

Ipolytarnócon talált nagy termetű orrszarvú nyomok, hímtől, nőténytől, és fiatal példánytól származnak. A nyom proximális oldalán három, ovális alakú patanyom van, amelyek közül a kétoldali megközelítően egyező, a középső pedig nagyobb méretű (2. ábra, I. tábla). A patanyomok közel állnak egymáshoz, gyakran peremeik mentén érintkeznek is (KORDOS L. 1985).

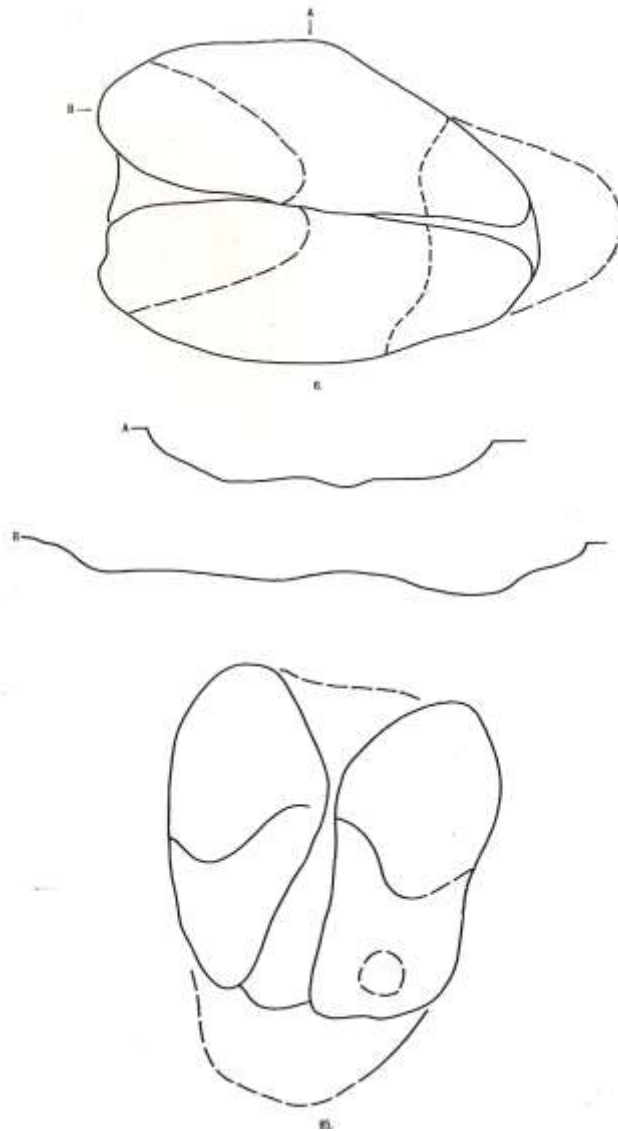


2. ábra *Rhinoceripeda tasnadyi* VIALOV (Forrás: KORDOS L. 1985)

Figure 2. *Rhinoceripeda tasnadyi* VIALOV (Source: KORDOS L. 1985)

2. *Megapecoripeda miocaenica* (KORDOS, 1985)

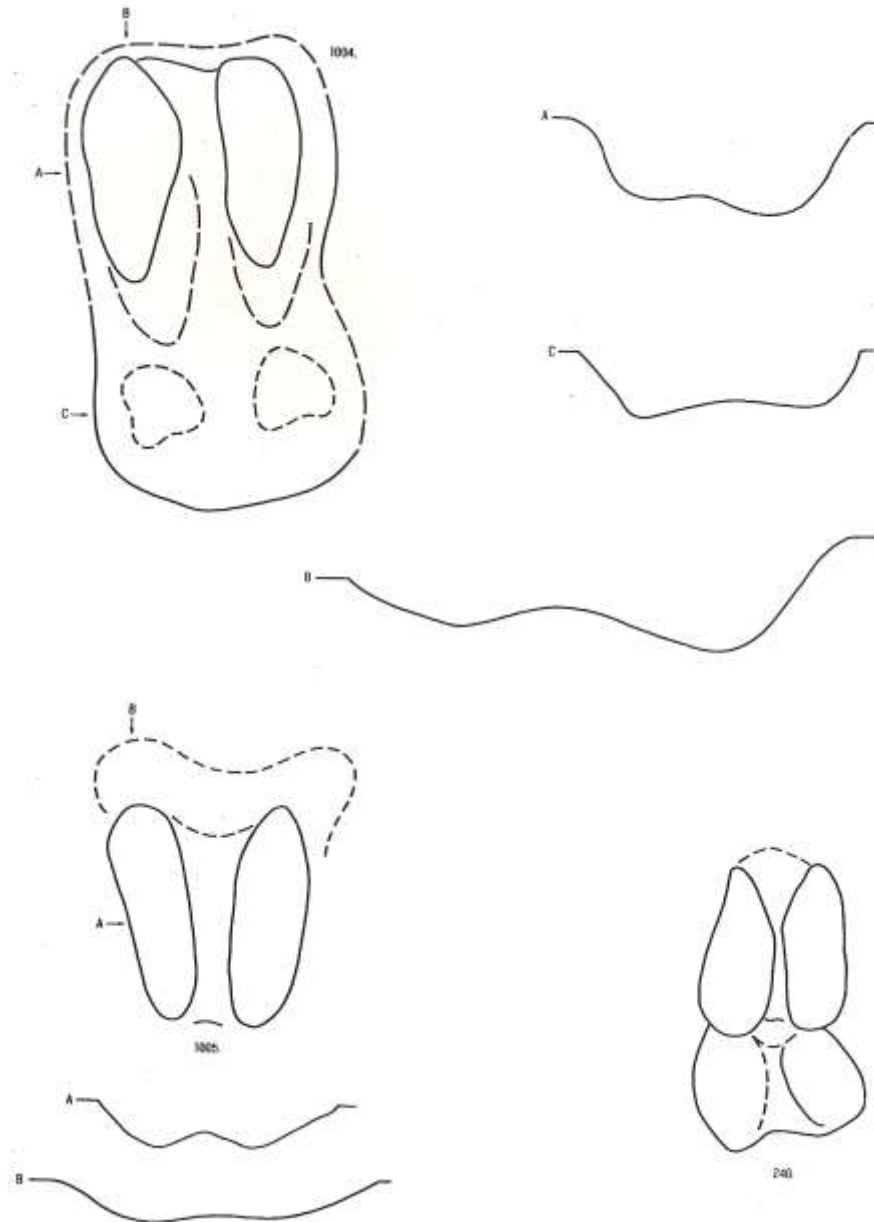
A vizsgált területen talált nyomok szerint, egy nagyméretű, összetett felépítésű párosujjú patás nyoma. A belső pata nyoma rendszerint kisebb a külsőnél és distális irányba eltolódott. A patanyomok proximálisan szélesedők (3. ábra), a tengelyvonalhoz képest 10-20 fokkal térnek el (KORDOS L. 1985).



3. ábra *Megapecoripeda miocaenica* KORDOS (Forrás: KORDOS L. 1985)
Figure 3. *Megapecoripeda miocaenica* KORDOS (Source: KORDOS L. 1985)

3. *Pecoripeda hamori* (VIALOV, 1986)

Igen változatos típusúak, nagy morfológiai variációk tanulmányozhatók. A legelterjedtebb az egymástól 8-15°-ra szétnyíló patájú, szimmetrikus elhelyezkedésű, nagyjából azonos méretű, nyújtott elliptikus, cseppformájú, lekerekített peremű nyomok (4. ábra, II. tábla) (KORDOS L. 1985).



4. ábra *Pecoripeda amalphaea* VIALOV (Forrás: KORDOS L. 1985)

Figure 4. *Pecoripeda amalphaea* VIALOV (Source: KORDOS L. 1985)

A nyomfossziliák kiértékelése

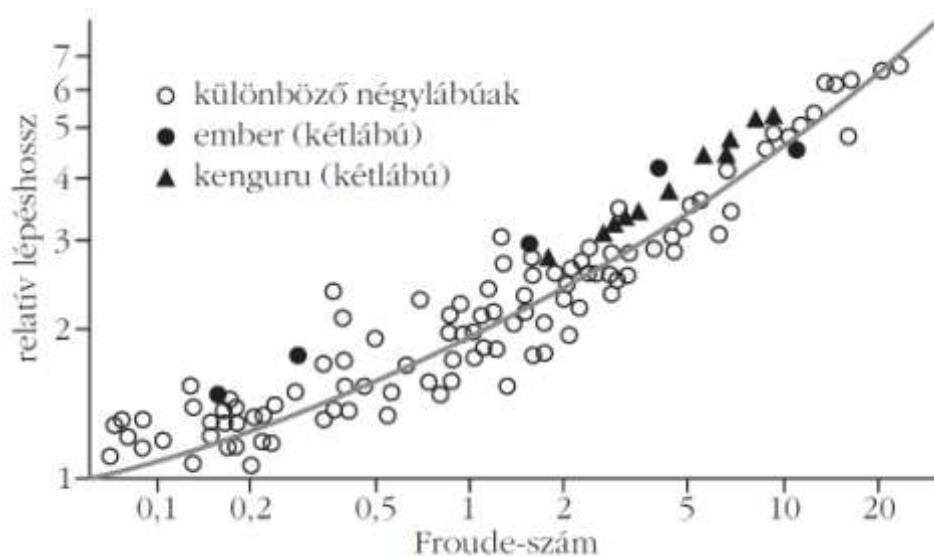
A biomechanika fejlődése révén tiszta képet kaphatunk az egykori őskörnyezetre, valamint az élőlények mozgására. Az iszapban nyomot hagyó élőlények mozgássebességét úgy kaphatjuk meg, hogy megmérjük a nyomhagyó őssálat d talp-, valamint s lépéshosszát, és így megkaphatjuk a sebességet (HORVÁTH D. – STROMP M. 2012, HORVÁTH G. 2009A, B., ALEXANDER, R. M. 1989, 1991):

$$u = \sqrt{4 g d f(r)}, \quad (1)$$

ahol g a földi nehézségi gyorsulás ($9,81 \text{ m/s}^2$), f pedig a Froude-szám a relatív lépéshossz függvényében.

$$r = \frac{s}{4 d} \quad (2)$$

A macskáknál nem kisebb emlősállatokra univerzálisan érvényes $f(r)$ függvény az 5. ábrán látható alakját ALEXANDER, R. M. (1989, 1991) határozta meg számos ma élő két- és négylábú emlős mozgása alapján. Itt felhasználtam még a rengeteg állat L lábhosszára érvényes tapasztalati összefüggést ($L \approx 4d$).



5. ábra Az $r = s/L$ relatív lépéshossz az $f = u^2/(gL)$ Froude-szám függvényében, ahol g a földi nehézségi gyorsulás, u az állat mozgássebessége, L a lábhossza, s pedig a lépéshossza (HORVÁTH D. – STROMP M. 2012)

Figure 5. The $r = s/L$, relative stride length of $f = u^2/(gL)$ depending on the Froude number, where g is acceleration due to gravity on earth, with movement velocity u , L is the length of legs, and the step length is (HORVÁTH D. – STROMP M. 2012)

Mérési eredmények

KORDOS L. (1985) monográfiájában szereplő mérések tartalmazzák a talplenyomat d hosszát, amelyek legkisebb és legnagyobb méretéből, átlagot számítottunk. A talplenyomat mellett a tanulmány tartalmazza az őszállat s lépéshosszát is, vagyis azt a távolságot, ami ugyanazon láb két egymást követő talplenyomata között húzódik. A Froude-szám meghatározásához felhasználtuk az 1. ábrán látható adatokra – ALEXANDER, R. M. (1989) által megállapított – statisztikusan illeszkedő egyenletet: $f(r) = 2,3 \cdot r^{0,3}$.

A kapott értékeket behelyettesítettük az (1) képletbe, így megkaptam a vizsgált állat u sebességét.

1. <i>Rhinoceripeda tasnadyi</i> (VIALOV, 1966)				
Talphossz (cm)			Lépéshossz (cm)	Mozgássebesség (m/s)
1	2	Átlag		
19	24	21,5	93,0	4,45

1. táblázat *Rhinoceripeda tasnadyi* lépésnyomain végzett mérési eredmények és a belőlük származó mozgássebesség

Table 1 Results of the measurements performed on the ichnofossils of the *Rhinoceripeda tasnadyi* and the calculated movement speed

2. <i>Megapecoripeda miocaenica</i> (KORDOS, 1985)				
Talphossz (cm)			Lépéshossz (cm)	Mozgássebesség (m/s)
1	2	Átlag		
50	72	61	47	5,79

2. táblázat *Megapecoripeda miocaenica* lépésnyomain végzett mérési eredmények és a belőlük származó mozgássebesség

Table 2 Results of the measurements performed on the ichnofossils of the *Megapecoripeda miocaenica* and the calculated movement speed

3. <i>Pecoripeda amalphaea</i> (VIALOV, 1986)				
Talphossz (cm)			Lépéshossz (cm)	Mozgássebesség (m/s)
1	2	Átlag		
23	40	31,5	55,6	4,71

3. táblázat *Pecoripeda hamori* lépésnyomain végzett mérési eredmények és a belőlük származó mozgássebesség

Table 3 Results of the measurements performed on the ichnofossils of the *Pecoripeda hamori* and the calculated movement speed

Fontos tudni, hogy a latin elnevezések nem az állatok nevei, mert végződéseik – a nyomfossziliák nomenclaturáját követve – lábnyomokra utalnak.

Következtetések

Az 1. és 2., valamint 3. táblázatban végzett mérési eredmények az u mozgássebességeket tartalmazzák. Ezek szerint az első őslény 4,45 m/s sebességgel mozgott, a második élőlény pedig 5,79 m/s sebességgel, míg a harmadik 4,71 m/s-al a folyóparti homokban.

A kapott eredmények pusztán becslés jellegűek, ugyanis a mocsaras, lápi környezet itatóként szolgált az élőlényeknek, és ha keményebb aljzat áll rendelkezésre feltehetően gyorsabb mozgásra is képesek lehettek.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném köszönetemet kifejezni Jaloveczki Józsefnek a számításaim helyességének ellenőrzéséért.

Irodalom

ABEL, O. 1935: Vorzeitliche Lebenspuren. – Jena, 160–167.

ALEXANDER, R. M. 1989: Dynamics of Dinosaurs and Other Extinct Giants. – Columbia University Press, USA.

ALEXANDER, R. M. 1991: How dinosaurs ran? – Scientific American 254/4, 62–68.

BÁLDI T. 1983: Magyarországi oligocén és alsó-miocén formációk. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 105-108.

BARTKÓ L. 1938: Cápa fogak Ipolytarnóc vidékéről. – Földtani Értesítő, 3 (1), 14–17.

BARTKÓ L. 1985: Ipolytarnóc földtani vázlata. – Geologica Hungarica ser. Pal. 44-46., 416.

HÁMOR G. 1998: A magyarországi miocén rétegtana. – In: BÉRCZI I.–JÁMBOR Á. (szerk.) 1998: Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana. – MÁFI és MOL Rt. Kiadványa, Budapest, 437-452.

HERRMANN, M.–EMSZT, K. 1940: Der untermiozäne Glaukonit-Sandstein von Ipolytarnóc. – Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici, 33, 99-106.

HORVÁTH D. – STROMP M. 2012: Karolina-völgyi dinoszauruszok mozgássebessége. – Fizikai Szemle 62, 116-118.

- HORVÁTH G. 1986: Négy lába van a lónak... A járás statikai és dinamikai elemzése. – Természet Világa 117, 547–552.
- HORVÁTH G. 2009a: Biomechanika: A mechanika biológiai alkalmazásai. – Egyetemi tankönyv, 3. átdolgozott, bővített kiadás, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 368.
- HORVÁTH G. 2009b: Hogyan mozoghattak a dinoszauruszok? Ősállatok mozgásának paleobiomechanikai rekonstrukciója. – Fizika Szemle 59, 141–146.
- KORDOS L. 1985: Lábnyomok az ipolytarnóci alsó-miocén korú homokkőben. – Geologica Hungarica ser. Pal. 44-46. 415.
- KUBINYI F. 1842: Nógrádmegyében Tarnóczhelység határában található óriásnagyságú kövesült fáról és azt környező kőnemekről földisméreti tekintetben. – M. O. T. V. M. 2, 67–70.
- NOSZKY J. 1929: Ősföldtörténeti emlékek Ipolytarnócon. – Természet, (3-4), 28–30.
- SZTANÓ O. 1994: The tide-influenced Pétervására Sandstone, early miocene, Northern Hungary: sedimentology, paleogeography and basin development. – Geologica Ultraiectina Mededelingen van de Facultiet Aardwetenschappen Universiteit Utrecht, 120. 1-154.
- SZTANÓ O. – HARANGI SZ. 2010: Ipolytarnóci Természetvédelmi Terület. – In: HAAS J. (szerk.) 2010: A múltunk ősvényein. Szemelvények Magyarország földjének történetéből. – Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, 132-137.
- TASNÁDI KUBACSKA A. 1928: Die Grundlagen der Literatur über Ungarns Vertebraten-Paläontologie. – Királyi Magyar Egyetemi Nyomda, 92.
- TASNÁDI KUBACSKA A. 1956: Ősállatok megkövesedett lábnyomai Ipolytarnócon. – Élet és Tudomány 11. (41), 1309–1312.
- TASNÁDI KUBACSKA A. 1958: Őséletkutatás Ipolytarnócon. – T. T. K. 89. (4). 162–166.
- TASNÁDI KUBACSKA A. 1960: Az ipolytarnóci ősvilági strand. – In: KENYERES L.–TILDY Z. 1960: Védett természeti ritkaságaink. – Budapest, 251–223.
- TASNÁDI KUBACSKA A. 1961: Ősállatok nyomában. – Móra, 206.
- TASNÁDI KUBACSKA A. 1964: Az élővilág fejlődéstörténete. – Természet Világa,
- TASNÁDI KUBACSKA A. 1976: Az ipolytarnóci lábnyomos homokkő őselet-nyomai. – A MÁFI Évi Jelentése 1974-ről.
- TASNÁDI KUBACSKA A. 1977: Expedíció az időben. – Gondolat kiadó, 125.
- <http://applet-magic.com/Biomechanics.htm>

I. Tábla – Table I

1. kép Ősorrskarvú (Rhinoceripeda tasnady VIALOV) lábnyoma (Forrás: TASNÁDI KUBACSKA A. 1977)

Photo 1. Footprint of a pre-historic rhinoceros (Rhinoceripeda tasnady VIALOV) (SOURCE: TASNÁDI KUBACSKA A. 1977)

II. Tábla – Table II.

1. kép Ősszarvas (Pecoripeda amalphaea VIALOV) lábnyoma (Forrás: TASNÁDI KUBACSKA A. 1977)

Photo 1. Footprint of a pre-historic deer (Pecoripeda amalphaea VIALOV) (SOURCE: TASNÁDI KUBACSKA A. 1977)

I. tábla



2. tábla

