

AKTUÁLPALEONTOLOGIAI MEGFIGYELÉSEK EGY DALMÁCIAI ABRÁZIÓS TÉRSZÍNEN (HORVÁTORSZÁG, ŠOLTA)

Szerző: Lengré Szilvia, földrajz-biológia

Konzulens: Dr. Dávid Árpád, főiskolai docens

(Fizika, Földtudományok és Matematika Szekcióban III. helyezés)

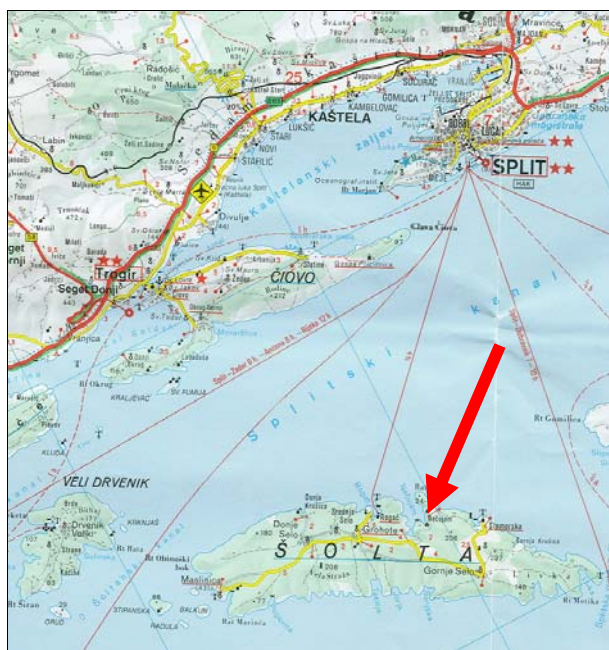
1. Bevezetés

Az aktuálpaleontológia recens élőlények vizsgálatával foglalkozik. A vizsgálat során kapott eredmények a fosszilis elemzések során használhatók fel. A jelen környezetből vonatkoztatni lehet az őskörnyezetre. Tehát azokat a jelenségeket tanulmányozza, melyek a földtörténeti múltban lejátszódtak, vagy lejátszódhattak.

Célom a Šolta szigetén gyűjtött kavicsokon található életnyomtaxonok feltárása és a vizsgálati eredményeim összehasonlítása három magyarországi fosszilis térszín esetében – Bükk hegység, Csókás, (késő oligocén), Bükk hegység, Lénárdaróc, Szodonka-völgy, (kora miocén), Mecsek hegység, Hetvehely, (középső miocén) – tett hasonló megfigyelésekkel.

2. A lelőhely földrajzi elhelyezkedése, földtani képződmények

A lelőhely Horvátországban, Dalmáciában található. Trogírtól D-re 16 km-re, Splittől D–DNy-ra 17 km-re helyezkedik el Šolta sziget É-i partvidékének középső részén, Nečujam település közvetlen közelében (1. ábra, 1., 2. kép).



1. ábra: A lelőhely földrajzi elhelyezkedése

A nyíl Nečujam településre mutat, amelynek tengerpartján az abráziós kavicsokat gyűjtöttük 2003. július 17-én.

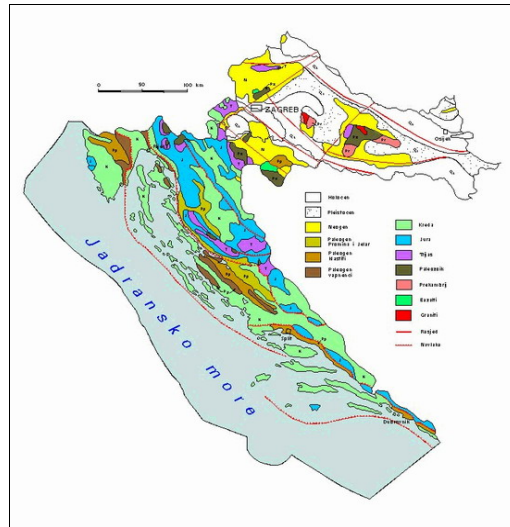


1. kép: A Šolta szigeti meredek sziklás tengerpart



2. kép: A meredek partot alkotó, pados elválású kréta mészkő, Šolta szigetén

A sziget az Adriai–Dinári karbonátplatform része. Pados kifejlődésű, mudstone szövetű, késő kréta (Campani) korú mészkő alkotja (PAMI ET AL. 1998) (2. ábra, 3., 4. kép).



2. ábra: Horvátország vázlatos földtani térképe

A vonal a kréta időszi képződményeket jelölő zöld téglalapot köti össze az ugyanolyan zöld színű Šolta szigettel és környékével.



3. kép: A gyűjtött bioerodált kréta mészkő kavicsok néhány darabja



4. kép: Recens marószivacsok egy bioerodált mészkő kavicsra

3. A bioeróziós nyomok és paleoökológiai jelentőségük

A bioerózió fogalmát NEUMANN C. vezette be 1966-ban. Ezt élő szervezetek által valamely szilárd aljzatba történő behatolásaként értelmezi. A szilárd aljzat lehet kőzet, mészváz, fás szárú növény. Rendkívül széles a skálája

azon élőlényeknek, amelyek bioeróziót végeznek. Tevékenységük nyomán változatos méretű életnyomok jönnek létre a mikroszkopikus kicsinységűtől (mikro-bioerózió) a több centiméteres nagyságúig (makro-bioerózió). Tengeri környezetben jól ismertek a gombák, algák, marószivacsok, gyűrűsférgék, kagylók, csigák, mohaállatok, pörgekarúak, rákok, tengerisünök, halak által létrehozott bioeróziós nyomok. Szárazföldi környezetben pedig a zuzmók, mohák, gyökerek, rovarok, rágcsálók bioeróziós tevékenysége említendő.

A létrejött életnyomok a táplálkozásnyomok és lakásnyomok körébe tartoznak.

A különböző epilitikus és endolitikus élőlények által kialakított karcolások, marásnyomok és fúrások mindig helyben keletkeznek, ez adja paleoökológiai jelentőségüket.

Számos olyan szervezet hagyta élettevékenységének nyomát a szilárd szubsztrátumon, amelyek nem rendelkeznek fosszilizációra alkalmas vázzal, s így csupán bioeróziós nyomaik alapján következtethetünk jelenlétükre. Ismerte ezen szervezet ökológiai igényeit, következtetni lehet az őskörnyezeti körülményekre: vízhőmérséklet, sótartalom, vízmélység, áramlásviszonyok, átvilágítottság, az üledékképződés sebessége. A bioeróziós nyomok segítségével lehetőség van a fosszilis életközösség trofikus kapcsolatainak pontosítására (LAWRENCE 1969; STANTON-NELSON 1980; EKDALE ET. AL. 1984A, B; ACKER – RISK 1985; EKDALE 1985; BRETT 1988; BOUCOT 1990; BROMLEY 1992; BROMLEY 1994, 2004).

4. Kutatási módszerek

Horvátországban, Dalmáciában, a Trogirtól D-re 16 km-re található Šolta sziget É-i középső részén 113 darab olyan abráziós kavicsot gyűjtöttünk, amelyeken bioerodáló szervezetek életnyomai voltak megfigyelhetők. A gyűjtés 1–3 m mély vízből történt, 0,4–1,1 m magas, meredek sziklás parttól 3–15 m távolságban, véletlenszerű, egyeléses módszerrel.

Begyűjtés után a kavicsok további vizsgálata az egri Eszterházy Károly Főiskola Földrajz Tanszékén történt.

Először a kőzetdarabokat hidrogén-peroxidos oldatban áztattuk öt napon keresztül. Tíz liter vízhez 0,5 liter H_2O_2 -t öntöttünk. Ezután eltávolítottuk a szerves maradványokat, és a kavicsokat öt napig száradni hagytuk. Száradás után ismét hidrogén-peroxidos kezelés következett. Második alkalommal tíz liter vízhez 0,2 liter H_2O_2 -t öntöttünk. Ebben a kőzetek három napig áztak. A második áztatás célja a kavicsok előkészítése volt epoxigyanta-öntvény készítésére. Az újabb szárítás után eltávolítottuk a kavicsok közül azokat, amelyek töredékek voltak, vagy felszínüket sok epizoa élőlény vázmaradványa borította.

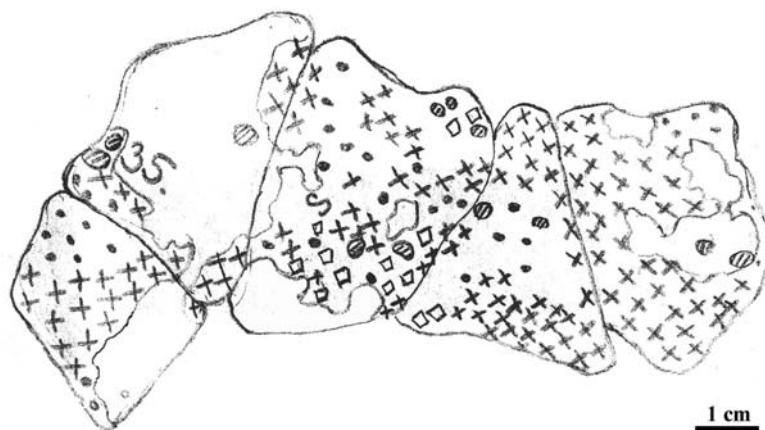
A maradék 100 darab kavicsról rajzok, ún. „kavicstérkép”-ek készültek (3. és 4. ábra). Ezekre bejelöltem a makroszkópos megfigyeléseim eredményét, azt, hogy az egyes bioeróziós nyomok hol, hogyan helyezkednek el az adott kavicson és hány százalékban borítják annak felszínét (Függelék 1.).

Ezután az egyes kavicsokon megfigyelt bioeróziós nyomok jellegzetességei alapján (kiterjedés, méret, gyakoriság) 17 csoportot alakítottam ki (Függelék 2.). A csoportokból összesen 18 kavicsot választottunk ki epoxigyantaöntvény készítésére. A kiválasztott kőzetdarabokat kettévágtuk, és csak az egyik félből készültek epoxiöntvények (NIELSEN–MAIBOE 2000).

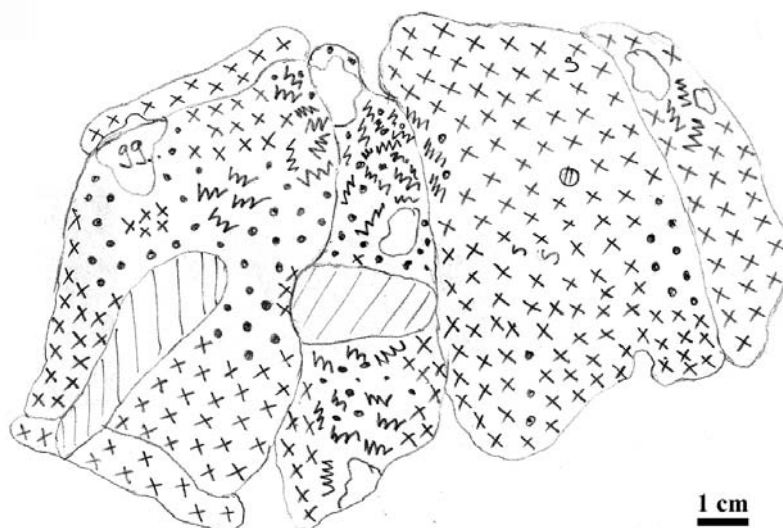
A bioeróziós nyomok meghatározása szakkönyvek, tanulmányok (Rice 1969; Bromley 1970, 1972, 1975; Warme 1975; Bromley 1978; Martinell 1982; Bromley–D’Alessandro 1983, 1984; Kelly–Bromley 1984; Bromley–D’Alessandro 1987; Bromley–Asgaard 1990, 1993; Bak 1994; Schönberg 2000) és az Eszterházy Károly Főiskola Földrajz Tanszékén található összehasonlító anyag (epoxiöntvények, recens és fosszilis abrázios kavicsok) alapján történt. A foraminiferafúrások meghatározásához Prof. Dr. Richard G. Bromley nyújtott segítséget.

A megfigyelések elemzéséhez táblázatokat készítettem, diagramokat szerkesztettem.

A terepen Minolta XG1 típusú fényképezőgéppel, AGFACHROME 100-as diafilmre készültek felvételek. Laboratóriumi körülmények között pedig Praktica BX20S típusú fényképezőgéppel KODAK UltraGold 400-as filmre, illetve Olympus E10-es digitális kamerával fényképeztem.



3. ábra: A Šolta szigetén gyűjtött 35. sz. abrázios kavics térképe



4. ábra: A Šolta szigetén gyűjtött 99. sz. abrziós kavics térképe

Jelmagyarázat a 3. és 4. ábrához

	<i>Semidendrina</i> isp.;		<i>Gastrochaenolites</i> isp.;	
	<i>Entobia</i> isp.;		féregfúrások;	
	felszakadt <i>Entobia</i> isp.;		<i>Gnathichnus</i> <i>pentax</i> ;	

5. Megfigyelések

5.1. Terepen végzett megfigyelések

Az aljzat a part közelében 0–3 m távolságban különböző méretű mészkőtörmelékekkel volt borítva. Ezek nagy része gyengén koptatott, bioerodált. A parttól távolodva 3–10 m között kevesebb volt a mészkőtömb és a mészkőkavics; nőtt az algával borított területek nagysága. E területek között kerekded vagy megnyúlt alakú mélyedések voltak és az algák szintjétől 0,5–1 m-rel mélyebben helyezkedtek el. A mélyedésekben változatos szemcseméretű, főként gyengén koptatott mészkőkavicsok és tömbök voltak. A part magas-

sága 0,5–1,1 m között változott. A partfal széle zöldes-barnás színű volt. Rajta *Patella*-k, *Balanus*-ok és *Spirorbis*-ok ritkán *Serpula*-k telepedtek meg.

A következő állatokat figyeltük meg: marószivacsok, *Chiton*-ok, *Cerithium*-féle csigák, *Haliotis*, tarisznyarákok, remeterákok, tengerirózsák, tengerisün, tengeriuborka, kígyókarú tengericsillag és különböző halak. A halak mérete 5 és 15 cm között változott. Többségben a kisebb méretűeket lehetett megfigyelni. A kicsi halak rajokban, míg a nagyobb méretűek (8–15 cm), melyek keresztben sávzottak voltak (világos és barna sávok), általában magányosan fordultak elő. Találtunk egy 1 cm nagyságú magános korallt is.

A tengervíz normál sótartalmú volt. Körülbelül 1,5 m mélységig lehetett lelátni.

5.2. Laboratóriumi körülmények között történt megfigyelések

A sort a makroszkópos megfigyelések leírásával kezdem.

A vizsgált 100 darab abrázios kavicsra foraminiferák (*Semidendrina* isp.) (I. Tábla 1–2. kép), marószivacsok (*Entobia* isp.) (IV. Tábla 2. kép), cserepeshéjúak (*Radulichnus* isp.) (IV. Tábla 3–4. kép), fúrókagylók (*Gastrochaenolites* isp.), férgek (*Caulostrepsis* isp., *Maeandropolydora* isp. /VI. Tábla 6. kép/, *Trypanites* isp.), brachiopodák (*Podichnus* isp.) (VIII. Tábla 1. kép), tengerisünek (*Gnathichnus pentax*) (VIII. Tábla 2. kép) bioeróziós tevékenységének nyomait figyeltem meg. Ezek a lakásnyomok (domichnia) és a legelésnyomok (pascichnia) körébe tartoznak.

A Clionidae családba tartozó marószivacsok bioeróziós nyomai mindegyik kavicsra előfordultak. Az életnyomaikkal való borítottság 61–100%-os volt.

Fúrókagylók életnyomai 82 kavicsra voltak megfigyelhetők. Ezek a legnagyobb méretű életnyomok a vizsgált anyagban. Előfordultak 3–5 cm-es mélységű lakásnyomok is. Sok volt közöttük a felszakadt, erodálódott. Kilenc kavics esetében figyeltem meg azt, hogy az egykori lakóüreg felszínét marószivacsok életnyomai borítják.

Féregfúrások 65 kavicsra voltak. Általában elszórtan helyezkedtek el. Ritkán lehetett megfigyelni kisebb csoportjaikat.

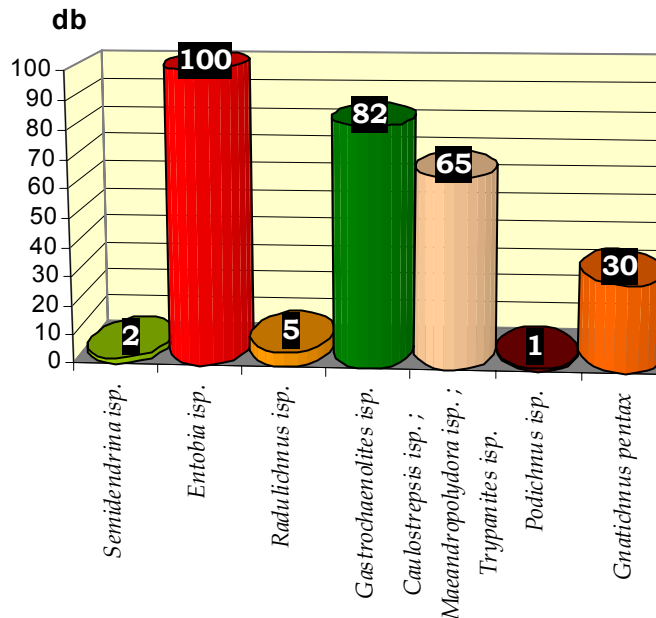
Tengerisünek legelésnyomai 30 kavicsot borítottak 1–18%-ban. A nyomok mélysége nem haladta meg a 0,2 mm-t.

Cserepeshéjúak (*Chiton*-félék) táplálkozásnyomait 5 kavicsra sikerült megfigyelni. Legnagyobb arányban, (27%) a 66-os számú kavicsot borítják.

Foraminiferák fúrásnyomai 2 kavicsra fordultak elő.

Brachiopodák nyelének tapadásnyomát egy kavics felszínén találtam (5. ábra, Függelék 1.)

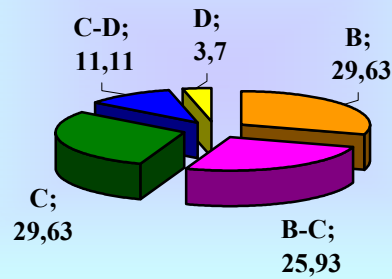
5. ábra: Az életnyomtaxonok megoszlása a Solta szigetén gyűjtött abráziós kavicsokon



A kutatási módszerekben leírtak szerint tizennyolc epoxigyanta-öntvényt készítettünk a vizsgált kavicsokból. Ezáltal az egyes életnyomnemzet-ségeken belül életnyomfajokat sikerült elkülöníteni.

A marószivacsok esetében ezek a következők: *Entobia cateniformis*, (I. Tábla 3–4. kép) *E. geometrica* (II. Tábla 1. kép), *E. ovula* (II. Tábla 2–3. kép), *E. laquea* (II. Tábla 4–5. kép), *E. mammillata* (III. Tábla 1. kép), *E. gonoides* (III. Tábla 2–4. kép), *E. gigantea* (IV. Tábla 1. kép). Jellemző, hogy döntően B és C vagy annál nagyobb fokú növekedési fázist mutatnak a lakásnyomok (6. ábra, 1. táblázat).

6. ábra: Az *Entobia* életnyomtaxonok növekedési fázisainak százalékos megoszlása a Solta -szigetén gyűjtött abrúziós kavicsokon



1. táblázat: Az epoxiöntvények alapján meghatározott *Entobia* életnyomtaxonok növekedési fázisainak megoszlása

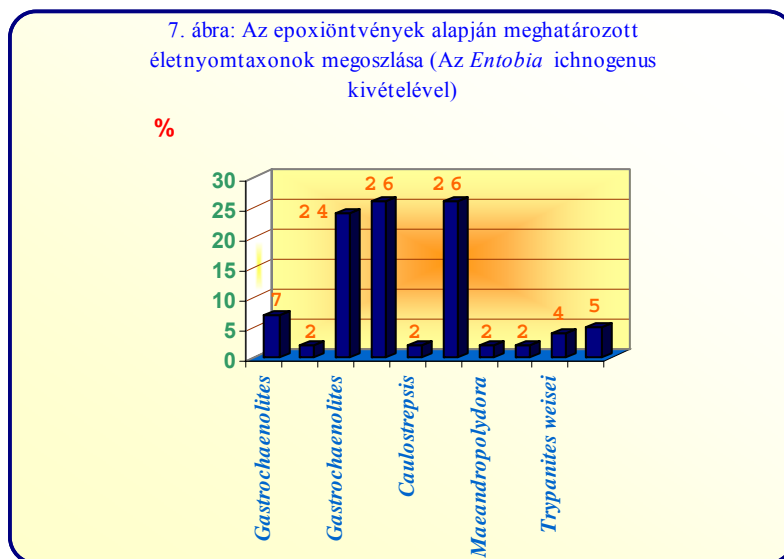
Életnyomtaxon	Növekedési fázisok						
	A	A-B	B	B-C	C	C-D	D
<i>E. cateniformis</i>			2	1	1		
<i>E. geometrica</i>			1				
<i>E. ovula</i>			2		1		
<i>E. laquea</i>			2	5	3		
<i>E. mammillata</i>					1		
<i>E. gonoides</i>					2	2	
<i>E. gigantea</i>				1		1	1
<i>Entobia</i> isp.			1				

A fűrókagylók által kialakított életnyomok között három életnyomfajt sikerült meghatározni:

Gastrochaenolites lapidicus (V. Tábla 1. kép), *G. cluniformis* (V. Tábla 2. kép), *G. torpedo* (V. Tábla 3. kép).

Az epoxigyanta öntvények alapján hat, férgek által létrehozott életnyomfaj fordul elő a gyűjtött anyagban: *Caulostrepsis taeniola* (VI. Tábla 1-2. kép), *C. contorta* (VI. Tábla 3. kép), *C. cretacea* (VI. Tábla 4. kép),

Maeandropolydora elegans (VI. Tábla 5. kép), *Trypanites weisei* (VII. Tábla 1–2. kép), *T. solitarius* (VII. Tábla 3. kép) (7. ábra).



Jellemző az *Entobia* életnyomnemzetség dominanciája, a kagylófúrások nagy száma és a férgek által kialakított életnyomfajok nagy diverzitása.

A kismélységű legelésnyomok is nagy számban fordulnak elő. Megtartási állapotuk jó. Szabad szemmel is jól felismerhetők.

Ritka különlegesség a foraminiferák és a brachiopodák életnyoma. (2. táblázat).

A megfigyelt életnyomok különböző méretű, gyengén koptatott kavicsokon és kavicsokban alakultak ki. Huszonkét életnyomtaxon fordul elő a gyűjtött anyagban. Megtartási állapotuk változó. Sok a felszakadt, félig erodálódott kagyló fúrásnyom. Ezek többsége még akkor alakult ki, amikor a kőzetdarab még a sziklafal része volt és csak később került törmelékként a tenger aljzatára. Dominálnak a marószivacsok által kialakított életnyomok.

A víz sekély, hullámzás és áramlások által mozgatott. A vízmozgást 3 m mélységben is lehetett érezni. A területen számottevő üledékképződés nem folyik.

2. táblázat: A megfigyelt életnyomtaxonok és az azokat létrehozó szervezetek

Életnyomtaxon	Etológia	Létrehozó szervezet
<i>Semidendrina isp.</i>	Domichnia	Foraminiferida
<i>Entobia cateniformis</i>	Domichnia	<i>Cliona vermifera</i> ; <i>C. vastifica</i>
<i>E. geometrica</i>	Domichnia	<i>C. celata</i>
<i>E. ovula</i>	Domichnia	<i>C. schmidti</i> ; <i>C. vermifera</i>
<i>E. laquea</i>	Domichnia	<i>C. vastifica</i>
<i>E. mammillata</i>	Domichnia	Porifera
<i>E. gonoides</i>	Domichnia	Porifera
<i>E. gigantea</i>	Domichnia	Porifera
<i>Entobia isp.</i>	Domichnia	Porifera
<i>Radulichnus isp.</i>	Pascichnia	Polyplacophora
<i>Gastrochaenolites lapidicus</i>	Domichnia	<i>Lithophaga sp.</i> ; <i>Hitella sp.</i>
<i>G. cluniformis</i>	Domichnia	<i>Botula sp.</i>
<i>G. torpedo</i>	Domichnia	<i>Gastrochaena sp.</i> ; <i>Lithophaga sp.</i>
<i>Caulostrepsis taeniola</i>	Domichnia	Polychaeta
<i>C. contorta</i>	Domichnia	Polychaeta
<i>C. cretacea</i>	Domichnia	Polychaeta
<i>Maeandropolydora elegans</i>	Domichnia	Polychaeta
<i>Maeandropolydora isp.</i>	Domichnia	Polychaeta
<i>Trypanites weisei</i>	Domichnia	Sipunculida v. Polychaeta
<i>T. solitarius</i>	Domichnia	Sipunculida v. Polychaeta
<i>Podichnus isp.</i>	Domichnia	Brachiopoda
<i>Gnathichnus pentax</i>	Pascichnia	Echinoidea

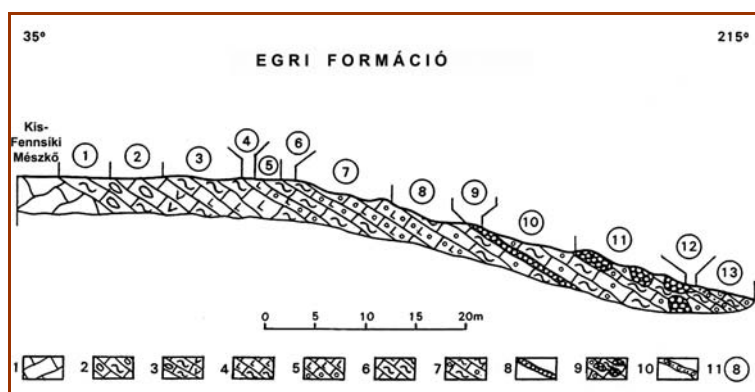
6. Összehasonlítás

6.1. A kiválasztott magyarországi fosszilis abrúziós térszinek bemutatása

A következőkben DÁVID 2001, DÁVID–FÁBIÁN 2002, és SZABÓ 2003 vizsgálati eredményeit felhasználva bemutatom az összehasonlításként szolgáló három magyarországi fosszilis abrúziós térszint.

6.1.1. Bükk hegység, Csókás

A Bükk hegység É-i részén, Miskolctól NY–ÉNY-i irányban 15 km-re a Kisfennsík peremén elhelyezkedő csókási területen 1982-ben létesített árkok tárja fel az egerien bázisképződményeit (8. ábra).



8. ábra: A csókási oligocén árkok földtani szelvénye (LESS, GY. 1991)

1. mészkő, 2. lithothamniumos márga, 3. lithothamniumos tufás márga, 4. lepidocyclinás márga, 5. lepidocyclinás homokos mészkő, 6. márga, 7. kavicsos márga, 8. mészkő-konglomerátum, 9. mészkő-konglomerátum-görgeteges kavicsos márga, 10. kavicsos homok, 11. réteg sorszáma.

LESS GYÖRGY a területről fűrőkaagylónyomos mészkőkonglomerátum-görgetegeket említ. Az abrúziós térszín pontosabb megismerése céljából az árkok és a Sziklakapus-víznyelő közötti területről 77 darab közettömb bioerúziós nyomainak vizsgálatára került sor. Marószivacsok (*Entobia* életnyomnemzetség), soksertéjű gyűrűsférgek (*Caulostrepsis* és *Trypanites* életnyomnemzetség), fűrőkaagylók (*Gastrochaenolites* életnyomnemzetség), kacslábú rákok (*Rogerella* életnyomnemzetség) és tengerisünök (*Circolites* életnyomnemzetség) tevékenységének nyomait sikerült meghatározni a gyűjtött anyagban (3. táblázat) (9., 10. ábra).

3 táblázat: A csókási lelőhelyen megfigyelt életnyomtaxonok és létrehozó szervezeteik

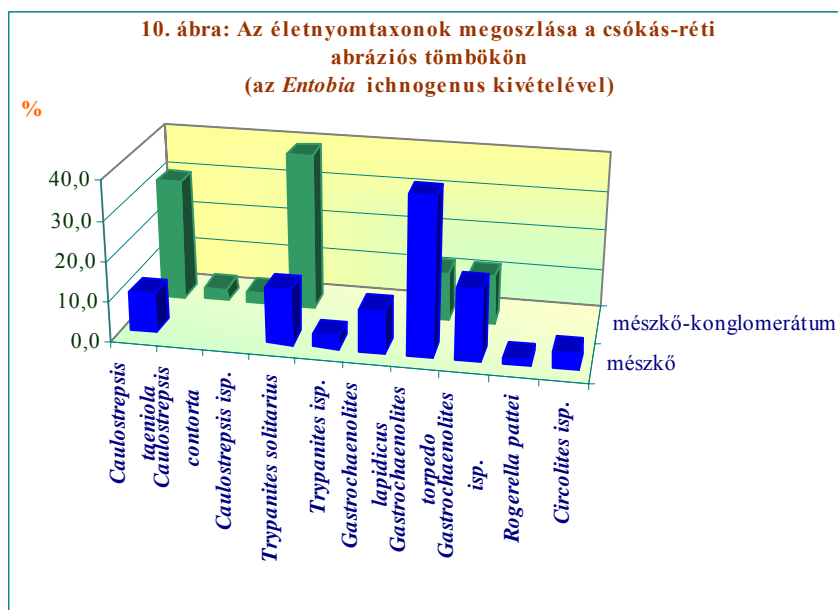
ÉLETNYOMTAXON	ETOLÓGIA	LÉTREHOZÓ SZERVEZET
<i>Entobia cateniformis</i>	Domichnia	<i>Cliona vermifera</i> , <i>Cliona vastifica</i>
<i>Entobia geometrica</i>	Domichnia	<i>Cliona celata</i>
<i>Entobia retiformis</i>	Domichnia	Porifera
<i>Entobia parva</i>	Domichnia	Porifera
<i>Entobia paradoxa</i>	Domichnia	Porifera
<i>Entobia</i> isp. indet.	Domichnia	Porifera
<i>Caulostrepsis taeniola</i>	Domichnia	Polychaeta
<i>Caulostrepsis</i> isp. indet.	Domichnia	Polychaeta
<i>Trypanites solitarius</i>	Domichnia	Sipunculidae
<i>Trypanites</i> isp.	Domichnia	Sipunculidae
<i>Gastrochaenolites lapidicus</i>	Domichnia	<i>Lithophaga</i> sp., <i>Hiatella</i> sp.
<i>Gastrochaenolites torpedo</i>	Domichnia	<i>Lithophaga</i> sp.
<i>Gastrochaenolites</i> isp. indet.	Domichnia	Bivalvia
<i>Rogerella pattei</i>	Domichnia	Cirripedia
<i>Circolites</i> isp.	Domichnia	Echinoidea

9. ábra: Az *Entobia* életnyomnemzetség növekedési fázisok szerinti megoszlása a csókás-réti abrázios tömbökön

Entobia életnyomtaxonok	A	B	C	D
<i>E. geometrica</i>				
<i>E. cateniformis</i>				
<i>E. megastoma</i>				
<i>E. retiformis</i>				
<i>E. parva</i>				
<i>E. paradoxa</i>				

 mésző
  mésző-
  dominál

Entobia isp. 14 mészkőtömbön és 11 mészkőkonglomerátum-tömbön fordul elő.

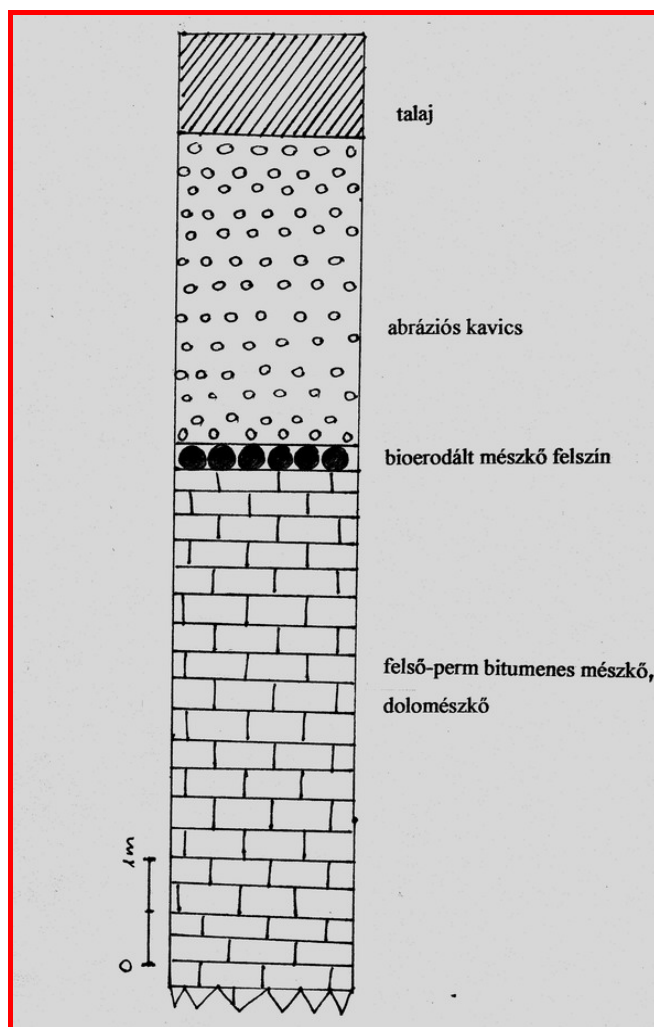


A bioeróziós nyomok elhelyezkedése, gyakorisága, mérete alapján két tenger-előrenyomulásra lehet következtetni (DÁVID 2001).

6.1.2. Bükk hegység, Lénárdaróc, Szodonka-völgy

A Bükk-hegység Észak-északnyugati peremén fekszik, Egertől 30 km-re É-ra található. A feltárás az Éger oldalban Lénárdaróctól 1 km-re ÉNY-ra, a Szodonka-völgy bejáratánál van.

A bioeróziós nyomok felső perm korú bitumenes mészkőben találhatók (11. ábra).



11. ábra: A lénárdaróci Szondonka-völgy elvi rétegoszlopa (Szabó, M. 2003 nyomán)

A kavicsokon Clionidae családba tartozó marószivacsok (*Entobia* életnyomnemzetség) sipunculid és soksertéjű gyűrűsférgek (*Caulostrepsis*, *Maeandropolydora*, *Trypanites* életnyomnemzetség) és kagylók lakásnyomai (*Gastrochaenolites* életnyomnemzetség) fordultak elő (4. táblázat).

4. táblázat: A megfigyelt életnyomtaxonok és az azokat létrehozó szervezetek

Életnyomtaxon	Etológia	Létrehozó szervezet
<i>Entobia megastoma</i>	Domichnia	<i>Cliona celata</i>
<i>Entobia geometrica</i>	Domichnia	<i>Cliona celata</i>
<i>Entobia paradoxa</i>	Domichnia	<i>Cliona rodensis</i>
<i>Entobia retiformis</i>	Domichnia	Porifera
<i>Caulostrepsis taeniola</i>	Domichnia	Polychaeta
<i>Caulostrepsis contorta</i>	Domichnia	Polychaeta
<i>Caulostrepsis cretacea</i>	Domichnia	Polychaeta
<i>Maeandropolydora decipiens</i>	Domichnia	Polychaeta
<i>Maeandropolydora sulcans</i>	Domichnia	Polychaeta
<i>Maeandropolydora elegans</i>	Domichnia	Polychaeta
<i>Trypanites solitarius</i>	Domichnia	Polychaeta, Sipunculida
<i>Gastrochaenolites lapidicus</i>	Domichnia	<i>Lithophaga</i> sp., <i>Hiatella</i> sp.
<i>Gastrochaenolites torpedo</i>	Domichnia	<i>Gastrochaena</i> sp., <i>Lithophaga</i> sp.

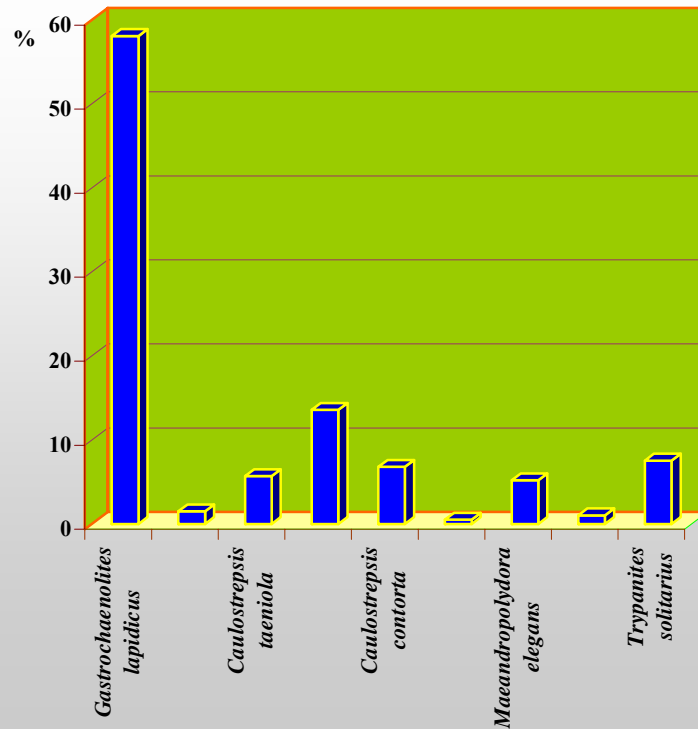
Az *Entobia* életnyomnemzetséget négy életnyomfaj képviseli. Az *Entobia retiformis* C növekedési fázisú, az *Entobia geometrica* és az *Entobia paradoxa* B növekedési fázisú. A legkisebb növekedési fázist az *Entobia megastoma* érte el (12. ábra).

12 ábra: A lénárdaróci abrúziós kavicsokon található *Entobia* életnyomfajok növekedési fázisai

Életnyomfajok	Növekedési fázisok				
	A	B	C	D	E
<i>Entobia megastoma</i>					
<i>Entobia geometrica</i>					
<i>Entobia paradoxa</i>					
<i>Entobia retiformis</i>					

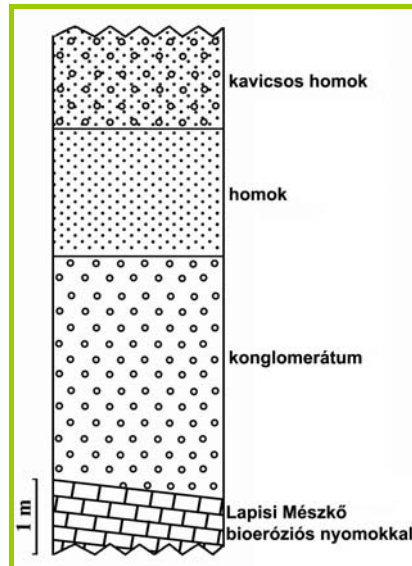
Az epoxiöntvényeken a legnagyobb arányban *Gastrochaenolites lapidicus* fordul elő. Nagy az aránya még a *Caulostrepsis cretacean*ak. Kis számban, de előfordul *Gastrochaenolites torpedo*. Nagy a férgek által kialakított életnyomfajok diverzitása (13. ábra) (SZABÓ 2003).

13. ábra: A lénárdaróci abrúziós kavicsokon található életnyomfajok százalékos megoszlása (*Entobia* ichnogenus nélkül)



6.1.3. Mecsek hegység, Hetvehely, vasúti bevágás

A Nyugat-Mecsekben, Hetvehely közelében, az 1895-ös számú vasúti hektométertől 80 méterre Ny-ra egy kutatóárok középső miocén abrúziós térszín maradványait tárja fel. Az egykori tengerpart anyagát a Lapisi Mész-kőformáció rétegei adták (14. ábra).



14. ábra: A hetvehelyi vasúti bevágás rétegsora (CHIKÁN–KONRÁD 1982 nyomán)

A 64 bioerodált mészkődarabon megfigyelt bioeróziós nyomokat a Clionidae nemzetségbe tartozó marószivacsok (*Entobia* életnyomnemzetség), Polyplacophora-k és Vermetidae-k (*Renichmus* életnyomnemzetség), Polychaeta-k (Caulostrepsis és Maeandropolydora életnyomnemzetségek), Sipunculid férgek (*Trypanites* életnyomnemzetség), a Mytiloida rendbe tartozó fűrökagylók (*Gastrochaenolites* életnyomnemzetség), az Acrothoracica rendbe sorolt alacsonyrendű rákok (*Rogerella* életnyomnemzetség) hozták létre (5. táblázat).

Legnagyobb gyakorisággal a fűrökagylók által létrehozott életnyomok fordulnak elő. Több mint 90%-uk felszakadt vagy erodálódott. Domináns a *Gastrochaenolites torpedo*.

Jelentős bioerodáló tevékenységet végeztek a férgek is. Mindegyik általunk gyűjtött kavicson megtalálhatók az életnyomaik. Legnagyobb számban a *Maeandropolydora elegans* életnyomfaj lakásnyomait lehet tanulmányozni.

A marószivacsok alárendelt szerepet játszanak a területen megfigyelt bioeróziót végző szervezetek között. Általában A és B növekedési fázisaikat figyelhetjük meg. Nagyon sok a fiatal feltárószál.

A bioerodált kavicsok egyharmadánál tapasztaltuk azt, hogy a járatokat és a lakásnyomokat világossárga cementált homok tölti ki.

5. táblázat: A hetvehelyi lelőhelyen megfigyelt életnyomtaxonok

ÉLETNYOMTAXON	ETOLÓGIA	LÉTREHOZÓ SZERVEZET
<i>Entobia geometrica</i>	Domichnia	<i>Cliona celata</i>
<i>Entobia laquea</i>	Domichnia	<i>Cliona vastifica</i>
<i>Renichnus arcuatus</i>	Pascichnia	<i>Chiton</i>
<i>Renichnus</i> isp.	Domochnia	Vermetidae
<i>Caulostrepsis contorta</i>	Domichnia	Polychaeta
<i>Maeandropolydora elegans</i>	Domichnia	Polychaeta
<i>Trypanites solitarius</i>	Domichnia	Sipunculidae
<i>Gastrochaenolites lapidicus</i>	Domichnia	<i>Lithophaga</i> sp., <i>Hiatella</i> sp.
<i>Gastrochaenolites dijugus</i>	Domichnia	Lithophagidae
<i>Gastrochaenolites cluniformis</i>	Domichnia	<i>Botula</i> sp.
<i>Gastrochaenolites torpedo</i>	Domichnia	<i>Lithophaga</i> sp.
<i>Gastrochaenolites orbicularis</i>	Domichnia	<i>Jouannetia</i> sp.
<i>Rogerella pattei</i>	Domichnia	Cirripedia

Az életnyomok gyakorisága, elhelyezkedése, a recens létrehozó szervezetek ökológiai igényei alapján a bioerózióknak két szintjét lehet elkülöníteni:

1. A *Gastrochaenolites torpedo* dominanciája és a *Renichnus* életnyomnemség jelenléte alapján magas, meredek sziklás tengerpartot tételezhetünk fel. Abráziós barlangok és aláhajló térszínek is kialakultak.

Az abrázió során a törmelék a hullámbázis alá került. Itt hozták létre bioeróziós nyomaikat a férgek és a marószivacsok.

2. Gyors tengerelöntés játszódott le. Csupán a férgek és a marószivacsok számára voltak ideálisak a körülmények a bioerodáláshoz. A *Gastrochaenolites torpedo* életnyomfajt néhány másik, ugyanebbe az életnyomnemzettségbe tartozó követte. A vízszint további emelkedésével homokos üledék borította be az abráziós kavicsokat, kitöltve a lakásnyomokat.

6.2. A recens és fosszilis abráziós térszínek összehasonlítása

A négy lelőhelyen összesen 37 életnyomtaxon fordul elő. Legnagyobb a diverzitása a Šolta szigeti lelőhelynek 22 életnyomtaxonnal. Ezt követi sorban Csókás, (14) Hetvehely (13) és a Szodonka-völgyi feltárás (12). Három olyan életnyomfaj fordul elő, amelyek mind a négy lelőhelyen megtalálható: *Gastrochaenolites lapidicus*, *G. torpedo*, *Trypanites solitarius* (6. táblázat).

Jelentős bioerodáló tevékenységet végeztek a marószivacsok, a fűrőkagylók és a férgek mindenhol. Arányuk és jelentőségük azonban a lelőhelyeken eltérő.

Entobia életnyomnemzetség:

A négyből három helyen fordul elő az *E. cateniformis*, az *E. geometrica*. Létrehozó szervezeteik ökológiai igényei alapján sekély, partközeli környezetet jeleznek.

Gastrochaenolites életnyomnemzetség:

Két meghatározó életnyomfaj a *G. lapidicus* és a *G. torpedo*. Gyakoriságuk, méretük, megoszlásuk a tengeraljzat morfológiai különbségeit, eltéréseit mutatja. A *G. torpedo* életnyomfajt létrehozó *Lithophaga* nemzetségbe tartozó kagylók nem tolerálják a legkisebb mértékű üledékképződést sem. Ezért függőleges sziklafalakba fúrják be magukat. Míg a *G. lapidicus* életnyomfaj gyakorisága vízszintes tengeraljzatra utal.

A *G. torpedo* életnyomfaj gyakori a Šolta szigeti és a hetvehelyi anyagban. A csókási lelőhelyen is gyakoribb a *G. torpedo*, mint a *G. lapidicus*. A Szodonka-völgy kavicsokban viszont a *G. lapidicus* dominál.

Férgék által kialakított életnyomok:

Gyakoriságuk, nagy diverzitásuk a tenger mélyülését, a hullámbázis környéki, alatti környezetet jelzi. A féregfúrások Šoltán és a Szodonka-völgyben a leggyakoribbak, nagy a diverzitásuk is. A csókási anyagban csak a mészkőkonglomerátum-tömbökben nő meg a féregfúrások száma. A férgek bioeróziós tevékenysége Hetvehelyen alárendelt.

Egyéb bioeróziós nyomok:

Számuk, gyakoriságuk alapján nem játszanak, nem játszottak jelentős szerepet egyik terület bioeróziós pusztításában sem. Környezetjelző szerepük azonban jelentős lehet. A legelésnyomok (*Radulichnus* isp., *Gnathichnus pentax*) az eufotikus övet jelzik. Mivel ezek igen kis mélységűek (0,1–0,5 mm), megőrződésükre kicsi az esély. A legkisebb mélységű bioeróziós nyom a vizsgált fosszilis abrúziós térszíneken Hetvehelyen fordul elő. Ez a *Renichnus arcuatus*, ami Vermetidae-k helytülésnyoma.

Ezek a ritka, sekély nyomok pontosíthatják a biocönózis diverzitásáról alkotott képet is, mivel ritka vagy szilárd váz nélküli élőlényekről tájékoztatnak (*Semidendrina* isp. *Rogerella pattei*, *Podichnus* isp., *Circolites* isp.).

6. táblázat: Az életnyomtaxonok előfordulása a négy lelőhelyen

Életnyomtaxon	Lelőhelyek			
	Solta	Csókás	Szodonka-v.	Hetvehely
<i>Semidendrina</i> isp.				
<i>Entobia cateniformis</i>				
<i>E. geometrica</i>				
<i>E. retiformis</i>				
<i>E. ovula</i>				
<i>E. laquea</i>				
<i>E. megastoma</i>				
<i>E. paradoxa</i>				
<i>E. mammillata</i>				
<i>E. parva</i>				
<i>E. gonoides</i>				
<i>E. gigantea</i>				
<i>Entobia</i> isp.				
<i>Radulichnus</i> isp.				
<i>Renichnus arcuatus</i>				
<i>Renichnus</i> isp.				
<i>Gastrochaenolites lapidicus</i>				
<i>G. dijugus</i>				
<i>G. orbicularis</i>				
<i>G. cluniformis</i>				
<i>G. torpedo</i>				
<i>Gastrochaenolites</i> isp.				
<i>Caulostrepsis taeniola</i>				
<i>C. contorta</i>				
<i>C. cretacea</i>				
<i>Caulostrepsis</i> isp.				
<i>Maeandropolydora sulcans</i>				
<i>M. decipiens</i>				
<i>M. elegans</i>				
<i>Maeandropolydora</i> isp.				
<i>Trypanites weisei</i>				
<i>T. solitarius</i>				
<i>Trypanites</i> isp.				
<i>Rogerella pattei</i>				
<i>Podichnus</i> isp.				
<i>Gnathichnus pentax</i>				
<i>Circolites</i> isp.				

7. Összegzés

A vizsgált abrázíós térszínek közös jellemzője, hogy tengeri környezetben, sziklás, meredek part közelében, meszes aljzaton, különböző tengeri gerinctelen szervezetek végeztek bioerodáló tevékenységet. Mindegyik terület az *Entobia* ichnofáciesbe tartozik (GIBERT ET AL. 1988).

Különbség van a bioeróziós nyomok diverzitásában, gyakoriságában, méretében, megtartási állapotában. Ezek környezeti különbségekre utalnak.

Šolta szigetén sekély, jól átvilágított, áramlások által mozgatott vízben alakultak ki az életnyomok. A sziget egy interkontinentális beltenger (Földközi-tenger) zárt öblében (Adriai-tenger) helyezkedik el. A Dalmát szigetvilág része. A lelőhely a sziget nyílt tengerrel ellentétes oldalán található.

A fosszilis abrázíós térszínek a paleogén végén és a neogén elején léteztek. Jellemzőjük, hogy mindhárom esetben több fázisban zajlott a bioerózió. A hetvehelyi lelőhelyen határozott tengerelöntésre lehet következtetni. Mindhárom esetben az abrázíós térszínek a szárazföld nyílt tenger felé eső oldalán helyezkedtek el. A kismélységű karcolásnyomok egyik lelőhelyen sem őrződtek meg.

8. Irodalom

- ACKER, K. L.–RISK, M. J. 1985: Substrate destruction and sediment production by the boring sponge *Cliona caribbaea* on Grand Cayman Island. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 55, No. 5, pp. 705–711.
- BAK, R. P. M. 1994: Sea urchin bioerosion on coral reefs: place in the carbonate budget and relevant variables. *Coral Reefs*, 13, pp. 99–103.
- BOUCOT, A. J. 1990: Evolutionary Paleobiology of Behavior and Coevolution. *Elsevier, Amsterdam*, p. 725.
- BRETT, C. E. 1988: Paleocology and evolution of marine hard substrate communities: an overview. *Palaios*, 3, pp. 374–378.
- BROMLEY, R. G. 1970: Borings as trace fossils and *Entobia cretacea* Portlock, as an example. In: CRIMES, T. P. AND HARPER, J. C. (eds.): *Trace fossils*. - Geological Journal Special Issues, 3, pp 49–90.
- BROMLEY, R. G. 1972: On some ichnotaxa in hard substrates, with a redefinition of *Trypanites* Mägdefrau. *Paläontologische Zeitschrift* 46/1/2, pp. 93–98.
- BROMLEY, R. G. 1975: Comparative analysis of fossil and recent echinoid bioerosion. *Palaeontology*, 18, pp 725–737.
- BROMLEY, R. G. 1978: Bioerosion of Bermuda Reefs. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 23, pp. 196–197.
- BROMLEY, R. G. 1992: Bioerosion: Eating Rocks for Fun and Profit. *Trace Fossils, Short Courses in Paleontology* 5. pp 108–127.

- BROMLEY, R. G. 1994: The palaeoecology of bioerosion. *In: DONOVAN, S. K. (ed.) The Palaeobiology of Trace Fossils*. Wiley, Chichester, 134–154.
- BROMLEY, R. G. 2004: A stratigraphy of marine bioerosion. *In: MCILROY, D. (ed.) The Application of Ichnology to Palaeoenvironmental and Stratigraphic Analysis*. Geological Society, London, Special Publications, 228, 455–479.
- BROMLEY, R.G.–ASGAARD, U. 1990: Comparative analysis of bioerosion in deep and shallow water, Pliocene to recent, Mediterranean Sea. - *Ichnos* V. 1, pp. 43–49.
- BROMLEY, R. G.–ASGAARD, U. 1993: Endolithic community replacement on a Pliocene rocky coast. *Ichnos*, v. 2, pp. 93–116.
- BROMLEY, R. G.–D’ALESSANDRO, A. 1983: Bioerosion in the Pleistocene of Southern Italy: Ichnogenera *Caulostrepsis* and *Maeandropolydora*. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* u. 89, n. 2, pp 283–309.
- BROMLEY, R. G.–D’ALESSANDRO, A. 1984: The Ichnogenus *Entobia* from the Miocene, Pliocene and Pleistocene of Southern Italy. - *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* u. 90 n. 2 pp. 227–296.
- BROMLEY, R. G.–D’ALESSANDRO, A. 1987: Bioerosion of the Plio-Pleistocene transgression of southern Italy. *Rivista Italiana di Paleontologia e stratigrafia*, 93, pp. 379–442.
- CHIKÁN G.–KONRÁD GY. 1982: A nyugat-mecseki földtani térképezés újabb eredményei. *A MÁFI Évi Jelentése 1980-ról*, pp. 169–186.
- DÁVID Á. 2001: Egri korú abrázios térszín a Bükkben. 4. Magyar Őslnytani Vándorgyűlés, Program, Előadáskivonatok, Kirándulásvezető, pp. 10.
- DÁVID Á.–FÁBIÁN K. 2002: A hetvehelyi fosszilis tengerpart bioeróziós nyomai. 5. Magyar Őslnytani Vándorgyűlés, Program, Előadáskivonatok, Kirándulásvezető, pp. 9.
- EKDALE, A. A. 1985: Paleoecology of the marine endobenthos. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 50. 1. pp 63–81.
- EKDALE, A. A.–BROMLEY, R. G.–PEMBERTON, S. G. 1984a: Ichnology: Trace Fossils in Sedimentology and Stratigraphy. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Short Course* No. 15, 317 p.
- EKDALE, A. A.–BROMLEY, R. G.–PEMBERTON, S. G. 1984b: The Use of Trace Fossils in Sedimentology and Stratigraphy. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Tulsa, Oklahoma* pp. 108–141.
- GIBERT, J. M. DE–MARTINELL, J.–DOMÈNECH, R. 1998: *Entobia* Ichnofacies in Fossil Rocky Shores, Lower Pliocene, Northwestern Mediterranean. *Palaios*, V. 13, pp. 476–487.
- KELLY, S. R. A.–BROMLEY, R. G. 1984: Ichnological nomenclature of clavate borings. *Palaeontology*, 27, pp. 793–807.
- LAWRENCE, D. R. 1969: The use of clionid sponges in paleoenvironmental analyses. *Journal of Paleontology* 43, pp. 539–543.
- MARTINELL, J. 1982: Echinoid bioerosion from the Pliocene of NE Spain. *Geobios*, 15, fasc. 2, pp. 249–253.

- NEUMANN, A. C. 1966: Observation on coastal erosion in Bermuda and measurements of boring rate of the sponge, *Cliona lampa*. *Limnology and Oceanography*, 11. pp. 19–28.
- NIELSEN, J. K.–MAIBOE, J. 2000: Epofix and vacuum: an easy method to make casts of hard substrates. - *Palaeontologia Electronica*, 3(1), article 2, pp. 10 URL http://www.odp.tamu.edu/paleo/2000_1/epofix/issue1_00.htm.
- PAMI, J.–GUSJI, I.–JELASKA, V. 1998: Geodynamic evolution of the Central Dinarides. *Tectonophysics* 297, pp. 251–268.
- RICE, M. E. 1969: Possible boring structures of sipunculids. *American Zoologist*, 9, pp. 803–812.
- SCHÖNBERG, C. H. L. 2000: Bioeroding sponges common to the central Australian Great Barrier Reef: descriptions of three new species, two new record, and additions to two previously described species. *Sencenbergiana Maritima*, 30(3/6), pp.161–221.
- SZABÓ M. 2003: Bükki alsó-miocén abrázios kavicsok összehasonlító paleoichnológiai vizsgálata. *Eszet házy Károly Főiskola, TDK dolgozat*, 112 p.
- STANTON, R. J. AND NELSON, P. C. 1980: Reconstruction of the trophic web in paleontology: community structure in the Stone City Formation (Middle Eocene, Texas). *Journal of Paleontology* 54, pp. 118–135.
- WARME, E. J. 1975: Borings as trace fossils and the process of marine bioerosion. In: FREY, E. W. (ed.): *The Study of Trace Fossils*. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New-York, pp. 181–227.
- WILSON, M. A. 1986: Coelobites and spatial refuges in a Lower Cretaceous cobble-dwelling hardground fauna. *Palaeontology*, 29, pp. 691–703.

9. Függelék

Függelék 1.: A különböző életnyomtaxonok százalékos megoszlása a vizsgált abrázíós kavicsokon

A bioerodált kavicsok sorszáma	A	B	C	D	E	F	G
1.		86		13	1		
2.		81		14			5
3.		73		5	3	1	18
4.		98			1		1
5.		96		1	1		2
6.		90		3	5		2
7.		94		5	1		
8.	10	75		15			
9.		76		20	4		
10.		93		3	4		
11.		92		8			
12.		99		1			
13.		95					5
14.		92		6	2		
15.		80		20			
16.		93		4	1		2
17.		98		2			
18.		70		29	1		
19.		90		2	8		
20.		90		5	2		3
21.		92		3	2		3
22.		91		3			6
23.		95		4	1		
24.		92		2	2		4
25.		81		5			14
26.		91		1	1		7
27.		95		5			
28.		91		9			
29.		90		7			3
30.		96		4			
31.		90		5	4		1
32.		66		27	3		4
33.		99			1		
34.		84		10	5		1
35.	13	69		17	1		
36.		79		8	13		
37.		94		5	1		
38.		94		5	1		
39.		73		10	2		15
40.		74		5	4		17
41.		93		2	2		3

42.		92			8		
43.		89		10	1		
44.		92		6	2		
45.		96		4			
46.		93		7			
47.		100					
48.		95		3	2		
49.		85		14	1		
50.		94		5	1		
51.		97		3			
52.		99		1			
53.		95		5			
54.		99		1			
55.		95		5			
56.		73		23	4		
57.		100					
58.		90		7	3		
59.		95		3	2		
60.		100					
61.		98		1	1		
62.		89		8	3		
63.		98			2		
64.		90		5	2		3
65.		100					
66.		71	27		2		
67.		87		13			
68.		97	3				
69.		99			1		
70.		74		11	2		13
71.		88		8	1		3
72.		96		1	3		
73.		86		14			
74.		90		2	8		
75.		94		1			5
76.		78		15	7		
77.		94		3	3		
78.		93		5	2		
79.		94		4	2		
80.		94		6			
81.		95		1	4		
82.		94			6		
83.		95	3		2		
84.		86		10	4		
85.		98	2				
86.		96			4		
87.		95		4	1		
88.		86		7	4		3
89.		86		14			

90.		89		2	3		6
91.		79		21			
92.		100					
93.		98		1			1
94.		95		5			
95.		84		15	1		
96.		85		5	4		6
97.		94	3	2	1		
98.		80		9	1		10
99.		61		13	3		23
100.		98			2		

Jelmagyarázat:

A *Semidendrina* isp.

B *Entobia* isp.

C *Radulichnus* isp.

D *Gastrochaenolites* isp.

E Féregfúrások

F *Podichnus* isp.

G *Gnathichnus pentax*

Okkersárga szín jelöli azoknak a kőzetek számát, amelyeken a kagylók lakásnyomaiban marószivacsfúrás is található.

Függelék 2.: A 17 kavicscsoport jellemzői

A csoport száma	A csoportba tartozó kavicsok	Epoxira kijelölt kavics a csoportból	Jellemzők
1.	32, 43, 99, 77, 11, 89, 73, 21, 56, 12, 18, 20, 15, 91, 67, 84	20	A kavicsokon mély kagylófúrások találhatóak, melyek többségében marószivacs fúrása is megfigyelhető.
2.	24, 28, 27, 36, 71, 88, 60, 5, 64, 44, 2	24	A kavicsokon felszakadt nagy méretű <i>Entobia</i> -fúrások figyelhetők meg.
3.	17, 85, 90, 94, 37, 16	85	A kavicsokon kisméretű kamrákkal rendelkező felszakadt <i>Entobia</i> -életnyomok figyelhetők meg.
4.	52, 87, 14	52	A kavicsok és az <i>Entobia</i> -életnyomok hasonlóak.
5.	19, 39	19	A kavicsokon az <i>Entobia</i> -életnyomok hasonlóak.
6.	69, 29, 33	69	A kavicsokon az <i>Entobia</i> -életnyomok hasonlóak.
7.	63, 51, 54, 47	51	A kavicsokon az <i>Entobia</i> -életnyomok hasonlóak.
8.	4, 66, 72, 70	4	A kavicsokon az <i>Entobia</i> -életnyomok hasonlóak.
9.	58, 34, 62, 23, 3, 9, 12, 80	34	A kavicsokon az <i>Entobia</i> -életnyomok hasonlóak.
10.	61, 55, 10, 59, 38, 40, 50	55	A kavicsokon az <i>Entobia</i> -életnyomok hasonlóak.
11.	6, 31, 7, 79, 41, 30, 97, 35, 25	6	A kavicsokon az <i>Entobia</i> -életnyomok hasonlóak.
12.	83, 78, 57, 98, 26, 75, 53, 13, 46, 82	78	A kavicsokon sok apró felszakadt <i>Entobia</i> -életnyom figyelhető meg.
13.	81, 96, 45, 48	45	A kavicsokon az <i>Entobia</i> -életnyomok mellett 1-2 <i>Gastrochaenolites</i> -életnyom is megfigyelhető.
14.	76, 22, 8, 74, 49	76	A kavicsokon nagy megnyúlt szájadékú <i>Gastrochaenolites</i> -fúrások figyelhetők meg.
15.	65, 92, 95, 93, 68	65, 92	A kavicsokon különböző életnyomtaxonok fordulnak elő.
16.	100, 86	86	A kavicsok és az <i>Entobia</i> -életnyomok hasonlóak.
17.	42	42	A kavicsokon 1,5 cm átmérőjű, kör alakú <i>Entobia</i> -fúrás figyelhető meg.