

## Földtani érvek, melyek a zengővárkonyi alsó-kréta „hidrotermás fauna” ellen szólnak

Kritikai hozzászólás BUJTOR L. „A mecseki alsó-kréta (valangini) hidrotermális hasadékkittöltés őslénytani jellege” című dolgozatához (Földtani Közlöny 142/2, 137–148.

JÁGER VIKTOR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pécsi Tudományegyetem, Földrajzi Intézet, Földtani Tanszék, 7624 Pécs, Ifjúság útja 6.,  
Szentágotthai János Kutatóközpont, Analitikai Kémia és Geoanalitika Kutatócsoport, 7624 Pécs, Ifjúság útja 20.  
e-mail: jagerviktor@yahoo.co.uk

### Bevezetés

A zengővárkonyi alsó-kréta vasérc keletkezését és az ércet zömében alkotó ichnofauna (rákkoprolitok) genetikáját sokan és sok megközelítésből vizsgálták (WEIN 1949; SZUROVY 1949; SZTRÓKAY 1952; PANTÓ 1955; MOLNÁR 1957, 1961; FÜLÖP 1960; PALIK 1965; HETÉNYI et al. 1968; VENDL & KISHÁZI 1972; BUJTOR 2006, 2007, 2011, 2012a, b), de megnyugtató, tudományos érvekkel alátámasztott és ellentmondásoktól mentes földtani megoldás eddig nem született.

Legújabbán BUJTOR László foglalkozott a témával, őslénytani szempontokból kiindulva (BUJTOR 2006, 2007, 2011, 2012a,b). A zengővárkonyi Dezső Rezső-völgy alsó-kréta feltárásaiból gyűjtött sajátos faunát (brachiopodák, ammoniteszek, foraminiferák, tengeri sünök, szivacsok) és ichnofaunát (tízlábú rákok koprolitjai) tenger alatti hidrotermás tevékenységgel hozza összefüggésbe. A tízlábú rákok nagyarányú elterjedését szintén a hidrotermás működéshez, illetve az ahhoz kapcsolódó kemoszintetikus baktériumok megjelenéséhez köti. Következtetései azonban — a megfelelő földtani folyamatok értelmezésének hiánya (intruzív vulkáni test, peperitesedés), a képződményeket ért hidrotermás hatások időbeliségének félreismerése (a rákok megtelepedése megelőzte a hidrotermás működést és nem fordítva), valamint bizonyos decapoda (tízlábú rák) taxonok keverése miatt (az *Axiidea* és *Gebiidea* alrendágba tartozó „szellemrákok” és a mélytengeri hidrotermás feláramlások közelében jellemző *Brachyura* alrendágba tartozó rákok életmódja és felépítése teljesen eltérő) — alaptalanok. A hidrotermás feláramlások közelében egyáltalán nem szignifikáns cephalopodák (GONZÁLEZ et al. 1998; DESBRUYÈRES et al. 2006) meglepően magas részarányát a zengővárkonyi lelőhelyen ő maga is bizonytalansággként értékeli. Kisújbanya mellett talált rákkoprolit tartalmú mészközkavics előfordulásból a környező területek földtani hátterének alaposabb vizsgálata nélkül messzemenő és dinamikailag valószínűtlen

következtetést von le — a zengővárkonyi területről a Kisújbanyai-medencébe történő törmelékfolyást feltételezve.

A jelen vitacikk szerzője a mecseki alsó-kréta magmás testekhez (telérek, teleptelérek, tenger alatti párnalávák, intruzív párnalávák, hialoklasztitok) kötődő hidrotermás események nyomait (hidrotermás paragenezisek, hidrotermás-metaszomatikus kőzetátalakulások, ércesedések) kutatva jutott el a zengővárkonyi vasércesedés helyszínére. Az érc genetikájának feltárása érdekében a Mecsekben analóg területeket keresve (a kora-kréta tenger alatti vulkanizmus nyomai Ófalutól Magyarereggyig nagy területen nyomon követhető) fellelt több, a zengővárkonyival megegyező genetikájú vasércesedést, illetve ércindikációt. Az egyre növekvő mennyiségű földtani információ értelmezésével a vitacikk szerzője saját legkorábbi értelmezéseit is — melyek a téma lezáratlansága miatt eddig csak konferencia absztrakt formában jelentek meg — részben revideálta, végső eredményeit egy összefoglaló műben (JÁGER et al. 2012) közzéve.

### Földtani háttér

A Zengővárkony és Pusztakisfalú között található Dezső Rezső-völgyben feltáródó 180 m vastag vulkanoszediment összlet tulajdonképpen egy intruzív, bazaltos összetételű párnalávát, peperitet és hialoklasztitot alkotó teleptelér, mely valószínűleg a valangini korszak elején hatolt bele az akkor még konszolidálatlan mészszipapba. Ennek a folyamatnak számos jól nyomon követhető, látványos bizonyítéka van. Mindenekelőtt azt kell tisztáznunk hogy a kora-kréta tektonikus aktivitás során keletkező közethasadékokban felfelé törő magma milyen fizikai paraméterekkel rendelkezett a környezetéhez képest. Nyilvánvaló hogy a laza üledékekkel fedett tenger alatti magmás működés során a feltörő kőzetolvadék sűrűsége nagyobb (~2,6–2,9 g/cm<sup>3</sup>, STEPHEN et al. 1984) mint a vízzel telített mészszipapé (~1,6–1,7 g/cm<sup>3</sup>, BRUNSON & MOLINELLI 1982). Ennek

következtében a feltörő magma a laza üledékbe (és nem annak felszínére) hatol, teleptelért formál, és mindaddig teleptelért képez, amíg a magma nyomása ( $P_m$ ) némileg meghaladja a szedimentek litosztatikusságát ( $P_s$ ) és szakítószilárdságát ( $T$ ), vagyis ahol  $P_m > P_s + T$  (EINSELE 1982). Csak ritkán fordul elő, hogy olyan nagy mennyiségű magmás anyag hatol be az üledékekbe, mely akár vulkáni szigetet is létrehozhat (EINSELE 1982). Amikor a magma behatol a víztelített, laza üledékekbe, nagy mennyiségű pórusvíz távozik azokból, amit az üledék hirtelen fluidizációja és — a magmás kontaktuson — peperitesedés követ. Peperit tulajdonképpen a víztelített üledékek pórusvizének hirtelen felforrása során jön létre, amikor a hatalmas gőznyomás következtében a gőzmátrixú fluidizált üledék magmás anyaggal keveredik. Ennek a folyamatnak lehetünk tanúi a zengővárkonyi Dezső Rezső-völgyben is, ahol a víztelített, konszolidálatlan üledékbe hatoló magma ahhoz hasonlóan viselkedett, mintha tengerfenékre ömlött volna, és a bazaltos teleptelér belső, kb. 60 m vastagságú magja párnaláva megjelenést vett fel. A marginális részek a gyorsabb kihűlésnek köszönhetően hialoklasztitosodtak, vagyis a szilikátolvadék hirtelen megdermedése következtében üvegesedtek, szétrepedeztek, majd későbbi folyamatok hatására agyagásványos, vas-oxidos, karbonátos átalakulást szenvedtek.

Kulcsfontosságú tény, hogy a 180 m vastagságú vulkanoszediment összletben végig nyomon követhetőek az egykori magmát befogadó, valószínűleg nagyrészt berriasi-valangini korú peperites mészkőzárványok, melyek a pillow bazaltok közötti teret töltik ki. Ezek a peperites, majd későbbi hidrotermás folyamatok során ércesedett mészkőzárványok tartalmazzák a valóban diverz rákfaunára utaló koprolitokat, és ezek a szporadikus, de néhol akár méteres nagyságú vasoxid-hidroxidos zárványok képezték a vasércbányászat alapját az '50-es években (JÁGER et al. 2012), amit az 1956-os szabadságharc idején beállt áramszolgáltatási hiány miatt bekövetkező bányaváratokat érintő vízelöntés után megszüntettek (MOLNÁR 1957). Itt kívánatos megjegyezni az első kritikai észrevételt a „hidrotermás faunával” kapcsolatosan: a rákkoprolitok nyilvánvalóan a magmás tevékenység előtt már a berriasi-valangini üledékekben voltak, amit az intruzív, „párnásodott” és hialoklasztitosodott vulkanit peperites mészkőzárványaiban való jelenlétük igazol. Megfigyelhetőek a koprolitokba benyomuló, néhol azokból kilógó, apró, idiomorf szanidinszemcsék, valamint a bazaltból származó piroxénkristályok is, melyekkel együtt nagymennyiségű átalakult koprolit található ezekben a peperitekben. Tehát a zengővárkonyi „szellemrások” maradványai kétség kívül a vulkanizmus előtt, és jóval a hidrotermás tevékenység előtt már benne voltak a kora-kréta tenger mészsapjában, mint ahogyan szintén megtalálhatóak ezen üledéklakó rákok járatai és koprolitjai a Keleti-Mecsek számos más pontján feltáródó, egyidejű vulkáni tevékenységtől és hidrotermás folyamatoktól mentes alsó-kréta mészkőekben és márgákban, sőt durvatörmelékeny kőzetekben is (JÁGER et al. 2012).

### A hidrotermás folyamatok és az alsó-kréta rákfauna kapcsolata Zengővárkonynál

A peperitesedéskor bekövetkező efemer, de nagy energiájú pórusvízkiszökést a kőzetek repedéseibe beszivárgó, majd felmelegedő tengervíz hidrotermás cirkulációja követte. Ez a folyamat csak a magmás test kb. 600 °C alá való hűlése után indulhatott el (ez számítások alapján egy ilyen vastagságú bazaltos teleptelér esetében a benyomulástól eltelt pár száz év), amit a szakirodalom „cracking temperature”-nek is nevez (RIBANDO et al. 1978). E hőmérséklet felett a víz nem képes behatolni a kőzetrepedésekbe és ott cirkulálni. A tengervíz alacsony hőmérsékletű hidrotermás cirkulációját a bazaltok közötti térben kifejlődött ásványok primer fluidzárványainak sókoncentrációja is alátámasztja (JÁGER et al. 2012). A hidrotermás esemény során a bazaltok között cirkuláló tengervíz szulfátja termofil szulfátredukáló baktériumok tevékenysége során kén-hidrogénné redukálódott, ami a bazaltból és hialoklasztitból hidrotermás hatásra felszabadult vassal piritet és markazitot képezett. A szulfátredukáló metabolikus folyamatának fontos katalizátora volt az intruzív pillow bazaltok között lévő mészsapzárványok rákkoprolitjainak jelentős szervesanyag-tartalma, illetve az ezen koprolitokból szintén hidrotermás hatásra képződő folyékony szénhidrogén mint elektron donor (JÁGER et al. 2012). Az intruzív pillow bazaltok közötti térben keringő, felmelegített tengervízből ezeknek a folyamatoknak a során ritka esetben nagyméretű vas-szulfidos kicsapódások, mineralizált feláramlási csatornák maradtak vissza. A szulfátredukáció megindulásához feltétlenül szükséges szerves anyagot így maguk a koprolitok valamint az összetett növényi törmeléke szolgáltatta (JÁGER et al. 2012). Így tehát nem eredményezhettek ezek a vas-szulfidos hidrotermás képződmények bakteriális élelemforrást a rákok számára, mivel képződésük jóval a koprolitok felhalmozódása után történt, sőt, keletkezésükhöz maguknak a rákkoprolitoknak, illetve a belőlük keletkezett szénhidrogéneknek volt meghatározó szerepük. Számos csiszolatban és kézipéldányon is jól tanulmányozható, hogy az átalakult, alig, vagy egyáltalán nem felismerhető koprolitok környezetében több esetben is található bitumen (akár cm-es nagyságban), ami — hasonlóan a kelet-afrikai rift mentén található Tanganyika-tó vastag üledékeiben előfordulóhoz (SIMONEIT 1988, 1990; SIMONEIT et al. 1996; SIMONEIT & RUSHDI 2002; TIERCELIN et al. 1989, 1991, 1993)— a nagymennyiségű szervesanyag hidrotermás átalakulása során képződött.

Mivel a vulkanoszediment összlet felső részén kifejlődött fiatalabb, áthalmazott hialoklasztit- és bazaltdarabok is tartalmazó karbonátos rétegben és a fedő mészkő alján sem találhatóak hidrotermás tevékenységre utaló nyomok — ahogy ilyen hosszan tartó hidrotermás tevékenység egy ilyen kis vastagságú magmás betelepülésnél nem is volna elképzelhető — a BUJTOR (2006, 2011) által leírt allochton brachiopoda fauna méretnövekedését is inkább egyéb tényezők befolyásolhatták.

## A mecseki alsó-kréta „szellemrák” fauna és környezete

PALIK (1965) a zengővárkonyi vasérc eredetét illetően valóban perdöntő felfedezést tett, amikor felismerte az ércet alkotó rákkoprolitokat. Azonban nyitott maradt a kérdés, vajon mi okozta ezen üledéklakó rákok elterjedését a nemegyszer mélytengeri környezetet jelző mecseki alsó-kréta üledékekben? Zengővárkonynál a vulkanoszedimentumokban végig nyomozhatóak a koprolitok, sőt az összlet felsőbb részében található ichnofauna el is tér az összlet alján található faunától, és ez az üledékvastagság (ami az intruzív és mészkőzárványokat magába foglaló pillow bazalt – hialoklasztit összlet vastagságával közel azonos volt) nyilvánvalóan összehasonlíthatatlanul nagyobb időintervallumot képvisel, mint egy esetleges magmás teleptelér betelepülése során létrejövő hidrotermás esemény élet-tartama (noha tudjuk hogy a teleptelér intrúziója jóval később történt, mint a rákok élettevékenysége). A kérdés valóban nem egyszerű, és a hidrotermásan teljesen elbontott rétegsort vizsgálva szinte lehetetlen is megválaszolni, mivel a forróvízes oldatok az elsődleges bizonyítékokat szinte teljesen tönkretették. Találhatók azonban bizonyítékok a hidrotermák által nem érintett vulkanoszedimentumok összlet tetejére települő áthalmazott és agyag- és márgarétegekben, valamint a Mecsek számos más berriasi–valangini üledékeiben is: ezek pedig nem mások, mint szárazföldi növények törmelékének előfordulásai, melyekhez kapcsolódva ezen rákok járatai és koprolitjai mindig megtalálhatóak (Hidasivölgy, Várvölgy, Magyaregregy, Pusztabánya, Jánosipuszt, Szászvár alsó-kréta üledékei: *Márvári Mészkő Formáció; Magyaregregyi Konglomerátum Formáció; Hidasivölgyi Marga Formáció*). A zengővárkonyi rákfauna tehát azért volt eddig olyan enigmatikus, mert a goethites koprolitok a kőzetcsiszolatokban könnyen felismerhetőek és látványosak voltak, pedig ezeknek a „szellemrákoknak” (Axiidea és Gebiidea alrendág; DWORSCHAK et al. 2012) a koprolitjai és járatai a Mecsek más, hidrotermás hatásoktól mentes alsó-kréta karbonátos kőzeteiben is megtalálhatóak, de a rákjáratokat vagy vékony tufacsíknak vélték, vagy magukat a koprolitokat sem vették észre. Ennek oka, hogy ezen koprolitok nontronit közberétegzett szeladonitból, illetve szeladonitból állnak, és felismerésük számos csiszolat készítése után is nehéz feladat. Zengővárkonynál növényi törmelékeket azért csak a vulkanoszedimentumok összlet tetején található áthalmazott üledékekben, márga jellegű kőzetekben láthatunk, mert a peperitesedés és a hidrotermás hatások miatt ezek jórészt megsemmisültek, jóllehet egy esetben egy erősen átalakult, faszenes növényi maradvány előkerült az egyik zengővárkonyi peperitből is.

A mecseki alsó-kréta „szellemrák” fauna recens, rokon képviselői főleg callianassid „szellemrákok” (Axiidea alrendág) (JÁGER et al. 2012), melyek járatai — a rák nevéhez stílusosan illő szóval — „kísértetiesen” hasonlítanak a Mecsekben feltárt rákjáratokéra. Ezeknek az alig pár cm-es rákoknak az életmódja járatrendszerükhöz kötött; annyira, hogy a szabad tengeralfizra egyáltalán nem, vagy csak igen

kivételes esetben jönnek ki, minden életfunkciójukat a járatrendszerben végzik (DWORSCHAK et al. 2012), (éppen ezért kapták a „ghost-shrimp” vagyis „szellemrák” kifejezést). Ezért félrevezető BUJTOR azon szakirodalmi idézete (VAN DOVER et al. 1987), miszerint „A rákok, egyedszámukat tekintve meghatározó faunaelemei a recens hasadékoknak” (értve ez alatt hidrotermás hasadékokat), mivel ezen rákok, melyekről VAN DOVER ír, valóban nagyon jellemzőek a tenger alatti hidrotermás feláramlások környékén, de nem inbentosz, hanem epibentosz életmódot folytatnak, és egy egészen eltérő felépítésű és életmódú rákokat csoportosító taxonba (Brachyura alrendág) tartoznak. Ezeknek nem sok köze van az apró, inbentosz „szellemrákokhoz”. A Mecsek alsó-kréta kőzeteiben a „szellemrákok” járatai és koprolitjai mellett minden esetben található volt növényi törmelék, a legtöbb esetben cm-es nagyságrend közelében, ezenkívül szakirodalmi adatok is alátámasztják néhány „szellemrák” esetében a döntően növényi törmelék fogyasztását (DWORSCHAK et al. 2012), illetve mélytengeri fahulladékok közvetlen környezetének iszapjában is megtalálták példányait (SAMADI et al. 2010). A szárazföldi eredetű növényi törmelékek nagyobb méretű felhalmozódásai a tengerfenéken (tengerrengések, viharok vagyok folyók hordalékbeszállítása során DUGGINS et al. 1989) a szulfidokban gazdag redukív, tenger alatti hidrotermás feláramlások környezetében található különleges élőhelyekhez hasonló környezetet teremtenek, nagymértékben növelve a béta-diverzitást (SMITH et al. 2003; VETTER 1994; VETTER & DAYTON 1998, 1999; MCLEOD & WING 2007; CAYRÉ & RICHER DE FORGES 2002; PALACIOS et al. 2006; STOCKTON & DELACA 1982; SMITH & HAMILTON 1983; SMITH 1985, 1986; GRASSLE & MORSE-PORTEOUS 1987; SNELGROVE & SMITH 2002). A növényi detrituszok környezetében, mint lokálisan anoxikus élőhelyeken megtelepedő szulfát redukáló, metanogének, szulfid oxidálók és más kemoszintetizáló mikroorganizmusok, valamint a rájuk épülő magasabb rendű élőlények relációinak megismerése a geológia és tengerbiológia legújabb kutatásai közé tartozik (FAGERVOLD et al. 2012), így a hasonló mecseki alsó-kréta környezetek vizsgálatát különös figyelemmel kell végezni, mert esetünkben a vulkanizmus és a hidrotermás tevékenységekkel néhol részleges átfedés lehetséges, ahol a helyes genetikai sorrendek megállapítása és bizonyítása elsődleges feladatunk (JÁGER et al. 2012).

## A zengővárkonyi sekélytengeri fauna áthalmazódása a Kisújványi-medencébe?

BUJTOR azon elképzelése, miszerint a kisújványi, kb. 500 m-es tengermélységű környezetet mutató, rákkoprolit-tartalmú karbonátos kavics kb. 200 m-es tengermélységű zengővárkonyi területre halmazódott volna át, nemcsak a fenti adatok alapján válik feleslegessé és valószínűtlenné, hanem egyszerű dinamikai okokból is, hiszen a két terület között a késő-krétában másfélszeres térrövidüléssel számolva (CSÁSZÁR 2005) a 12 km-es távolság alig 1,5 fokos

lejtőszöge nem túl valószínű kiindulási pontja egy ilyen hosszú utat megtevő tenger alatti üledékfolyásnak, ezenkívül szükségtelen is ez a kicsit erőltetett elképzelés, hiszen a Keleti-Mecsek alsó-kréta üledékes formációiban mindehhez előfordulnak az Axiidea és Gebiidea rákok járatai és koprolitjai, növényi törmelékek társaságában, sőt, szálban álló, a zengővárkonyi vasércel megegyező genetikájú vasérc is található nem messze Kisújványtól (JÁGER et al. 2012).

### **Tenger alatti hidrotermák, melyek a Mecsek más pontjain található alsó-kréta „szellem-rákok” élettevékenysége során működtek?**

Az alsó-kréta tengeri mészszipapba települő teleptelére környezetében megjelenő hidrotermás működés pozitív hatása az inbentosz rákfaunára nézve azonban nem zárható ki teljesen, ugyanis a legújabb szakirodalmi adatok közül ilyen környezetben megfigyelt callianassid rákokat (LIN et al. 2007, KOMAI & FUJIWARA 2012). A mecseki kora-kréta tenger alatti vulkánok lejtőin is minden bizonnyal léteztek ilyen hőforrások (JÁGER et al. 2012), bár a tanulmányozott rákjáratok alapján az elsődleges tényezőt és táplálékforrást ezen esetekben is a nagymennyiségben behordott növényi törmelék és az azon meglepedett baktériumok szolgáltathatták. Ezen növényi törmelékdarabok megfigyelhetőek a legkülönbözőbb alsó-kréta formációkban található rákjáratok közelében is, melyeket hidrotermás tevékenység biztosan nem ért. Számos ichnofosszília (zoophycos, chondrites) alapján bizonyítható hogy a kora-kréta sekély- és mélytengeri üledékekben egyaránt jellemző volt a nagyobb mennyiségű szerves anyag behordása és bomlása során fellépő anoxia, jóllehet az üledékfelszín oxigénnel jól ellátott volt (JÁGER et al. 2012). Éppen ezért kell körültekintéssel eljárunk a hidrotermás folyamatok időbeli viszonyait és faunát érintő szerepét vizsgálva, mivel a látszólagos és megalapozatlan eredmények félrevezetőek lehetnek a további kutatások szempontjából.

### **Összefoglalás**

1. A zengővárkonyi vulkanoszediment összlet egy 180 m vastag intruzív „pillow bazaltból”, hialoklasztitból álló teleptelér, mely nagymennyiségű peperitet tartalmaz, vagyis a magmás anyag mészszipapba hatolt és nem annak felszínére.

2. Az intruzív „pillow bazaltok” közti peperites mészkövekben nagymennyiségű rákprolit található, a koprolitokban gyakran idiomorf szanidinszemcsék, környezetükben bitumen található, a peperit pedig intenzív hidrotermás átalakulást szenvedett, vagyis ezen koprolitokat hátrahagyó rákok még a vulkáni működés előtt és jóval a hidrotermás tevékenységet megelőzően a tengeraljazat üledékeiben éltek.

Ebből adódóan az utólagos hidrotermás folyamatok éppen ezen koprolitdús üledékekben hoztak létre vasércet, és nem fordítva, vagyis nem a hidrotermás tevékenység után kerültek bele a koprolitok a 180 m-es vastagságban nyomozható peperites kőzetekbe.

3. A fenti tények alapján ezen rákok élettevékenységét és táplálékszerzését nem befolyásolhatta a jóval később fellépő hidrotermás tevékenység, sőt, éppen fordítva, ezen koprolitok szervesanyaga és a belőlük hidrotermás hatásra képződött szénhidrogének termofil szulfátredukálók közreműködésével fontos szerepet játszottak a vas-szulfid kiirtók kialakulásában.

4. A zengővárkonyi lelőhelyen található ichnofauna egykori inbentosz „szellemrákjainak” (döntően az Axiidea valamint Gebiidea alrendág) nincs köze a recens mélytengeri hidrotermás feláramlások közelében olykor nagy sűrűségben előforduló, és teljesen eltérő ökológiájú Brachyura alrendágba tartozó rákokhoz, így ez utóbbi taxon képviselői nem szolgáltatathatnak analógiát a mecseki üledéklakó rákfaunára nézve.

5. A zengővárkonyi vulkanoszediment összletben is található szárazföldi növénymaradványok okozhatták ezen rákok nagyobb arányú meglepedését az iszapban, amit a mecseki alsó-kréta üledékek feltárásaiban megtalált növénymaradványoknak és rákjáratoknak (valamint autochton koprolitoknak) szinte törvényszerű együttes előfordulása is megerősít.

6. A kisújványi koprolittartalmú mészkőkavics dinamikai okokból is valószínűtlen — a zengővárkonyi területről a kisújványi medencébe való — áthalmazási magyarázatra nincs szükség, hiszen a Kisújványa környéki alsó-kréta mészkövek és törmelékes üledékek egyaránt tartalmazták ezt az ichnofaunát.

7. Bizonyos esetekben, főleg a *Hidasivölgyi Marga* és *Magyaregregyi Konglomerátum Formációk* lokális képződményeiben nem zárható ki a tenger alatti hidrotermás működés inbentosz rákfaunára gyakorolt kedvező hatása sem, azonban ezekben a képződményekben a hidrotermás működésre utaló nyomok illetve paragenezis csak egy esetben volt bizonyítható, ugyanakkor számottevő növényi törmelék ez esetben is megtalálható volt az üledékekben.

### **Köszönetnyilvánítás**

A kézirat átnézéséért és javaslataikért MOLNÁR Ferencnek és KONRÁD Gyulának szeretnék köszönetet mondani. A vitacikk alapjául szolgáló kutatási eredményeknek a létrejöttében (JÁGER et al. 2012) FÖLDESSY János, HÁMORNÉ VIDÓ Mária, SZAKÁLL Sándor, FEHÉR Béla, FUCHS Péter, PEKKER Péter, ZAJZON Norbert, KOVÁCS János, Kenneth H. WOHLÉTZ és a Dél-dunántúli régió egyetemi versenyképességének fejlesztése (TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0002) támogatott.

## Irodalom

- BUJTOR, L. 2006: Early Valanginian brachiopods from the Mecsek Mts. (Southern Hungary) and their palaeobiographical significance. — *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* **241**, 111–152.
- BUJTOR, L. 2007: A unique Valanginian paleoenvironment at an iron ore deposit near Zengővárkony (Mecsek Mts, South Hungary), and a possible genetic model. — *Central European Geology* **50/1**, 183–198.
- BUJTOR, L. 2011: The Early Valanginian ammonite, brachiopod and crustacean fauna of the Mecsek Mts and its relationships with the embryonic shallow water hydrothermal vent at Zengővárkony (Mecsek Mts, South Hungary). — *Cretaceous Research* **32/5**, 565–574.
- BUJTOR, L. 2012a: A mecseki alsó-kréta (valangini) hidrotermális hasadékrendszer őslénytani jellege. — *Földtani Közlöny* **142/2**, 137–148.
- BUJTOR, L. 2012b: A Valanginian crustacean microcoprolite ichnofauna from the shallow marine hydrothermal vent site of Zengővárkony (Mecsek Mts, Hungary). — *Facies* **58/2**, 249–260.
- BRUNSON, B. A. & MOLINELLI, E. J. 1982: A physical sediment model for the prediction of seafloor geoacoustic properties. Naval Ocean Research and Development Activity Code: N68462, Final Report. Report Number: TR-216227. Prepared for Office of Naval Research, Department of the Navy. 800 North Quincy Street Arlington, Virginia 22217, 141 p.
- CAYRÉ, P. & RICHER DE FORGES, B. 2002: Faune mystérieuse des océans profonds. — *La Recherche* **355**, 59–62.
- CSÁSZÁR G. 2005: *Magyarország és környezetének regionális földtana. I. Paleozoikum–paleogén.* — Egyetemi tankönyv. ELTE Eötvös kiadó, Budapest.
- DESBRUYÈRES, D., SEGONZAC, M. & BRIGHT, M. (eds) 2006: Handbook of deep-sea hydrothermal vent fauna. — *Denisia* **18**, 544 p.
- DWORSCHAK, P. C., FELDER, D. L. & TUDGE, C. C. 2012: Infraorders Axiidea de Saint Laurent, 1979 and Gebiidea de Saint Laurent, 1979 (Formerly known collectively as Thalassinidea). — *Treatise on Zoology — Anatomy, Taxonomy, Biology: The Crustacea, chapter 69*, 3–123.
- EINSELE, G. 1982: Mechanism of sill intrusion into soft sediment and expulsion of pore water. — *Deep Sea Drilling Project, Initial Reports* **64**, 1169–1176.
- FAGERVOLD, S. K., GALAND, P. E., ZBINDEN, M., GAILL, F., LEBARON, P. & PALACIOS, C. (in press): Sunken woods on the ocean floor provide diverse specialized habitats for microorganisms. — *FEMS Microbiol Ecology*, doi: 10.1111/j.1574-6941.2012.01432.x
- FÜLÖP J. 1960: A zengővárkonyi vasérckutatóhelyzete és a további feladatok. — *Kézirat*, Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest Ter: 1098.
- GONZÁLEZ, A. F., GUERRA, A., PASCUAL, S. & BRIAND, P. 1998: *Vulcanoctopus hydrothermalis* gen. et sp. nov. (Mollusca, Cephalopoda): an octopod from a deep-sea hydrothermal vent site. — *Cahiers de Biologie Marine* **39**, 169–184.
- GRASSLE, J. F. & MORSE-ORTEOUS, L. 1987: Macrofaunal utilization of disturbed deep-sea environments and the structure of deep-sea benthic communities. — *Deep-Sea Research* **34/12**, 1911–1950.
- HETÉNYI R., HÁMOR G. & NAGY I. 1968: *Magyarászó a Mecsek hegység földtani térképéhez, 10 000-es sorozat, Apátvarasd.* — MÁFI-Budapest, 55 p.
- JÁGER, V., MOLNÁR, F., BUCHS, D. & KODĚRA, P. 2012: The connection between iron ore formations and “mud-shrimp” colonizations around sunken wood debris and hydrothermal sediments in a Lower Cretaceous continental rift basin, Mecsek Mts., Hungary. — *Earth-Science Reviews* **114/3–4**, 250–278.
- KOMAI, T. & FUJIWARA, Y. 2012: New records of callianassid ghost shrimp (Crustacea: Decapoda: Axiidea) from reducing environments in Kyushu, southwestern Japan. — *Zootaxa* **3271**, 55–67.
- LIN, F.-J., KOMAI, T. & CHAN, T.-Y. 2007: A new species of callianassid shrimp (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) from deep water hydrothermal vents off Taiwan. — *Proceedings of the Biological Society of Washington* **120**, 143–158.
- MCLEOD, R. J. & WING, S. R. 2007: Hagfish in the New Zealand fjords are supported by chemoautotrophy of forest carbon. — *Ecology* **88/4**, 809–816.
- MOLNÁR J. 1957: Összefoglaló jelentés a zengővárkonyi vasérckutatóhelyről. — *Kézirat*, Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, Ter: 1711.
- MOLNÁR J. 1961: A zengővárkonyi vasérckutatóhely. — *Bányászati és Kohászati Lapok* **94/3**, 187–194.
- PALIK, P. 1965: Remains of crustacean excrement from the Lower Cretaceous of Hungary. — *Micropaleontology* **11/1**, 98–104.
- PALACIOS, C., ZBINDEN, M., BACO, A., TREUDE, T., SMITH, C.R., GAILL, F., LEBARON, P. & BOETIUS, A. 2006: Microbial ecology of deep sea sunken wood: quantitative measurements of bacterial biomass and cellulolytic activities. — *Cahiers de Biologie Marine* **41**, 415–420.
- PANTÓ, G., VARRÓK, K. & KOPEK, G. 1955: A zengővárkonyi vasérckutatóhely földtani eredményei. — *Földtani Közlöny* **85/2**, 125–144.
- RIBANDO, R. J., TORRANCE, R. E. & TURCOTTE, D. L. 1978: Numerical calculation of the convective cooling of an infinite sill. — *Tectonophysics* **50**, 337–347.
- SAMADI, S., CORBARI, L., LORION, J., HOURDEZ, S., HAGA, T., DUPONT, J., BOISSELIER, M.-C. & RICHER DE FORGES, B. 2010: Biodiversity of deep sea organisms associated with sunken-wood or other organic remains sampled in the tropical Indo-Pacific. — *Cahiers de Biologie Marine* **51**, 459–466.
- SIMONEIT, B. R. T. 1988: Petroleum generation in submarine hydrothermal systems: an update. — *Canadian Mineralogist* **26**, 827–840.
- SIMONEIT, B. R. T. 1990: Petroleum generation, an easy and widespread process in hydrothermal systems: an overview. — *Applied Geochemistry* **5/1–2**, 3–15.
- SIMONEIT, B. R. T. & RUSHDI, A. I. 2002: Hydrothermal alteration of organic matter in sediments of the Northeastern Pacific Ocean: part 2. Escanaba Trough, Gorda Ridge. — *Applied Geochemistry* **17**, 1467–1494.

- SIMONEIT, B. R. T., LEIF, R. N., STURDIVANT, A. E. & STURZ, A. A. 1996: Evidence for retrograde hydrothermal reactions in near surface sediments of Guaymas Basin Gulf of California. — *Applied Geochemistry* **11**, 645–665.
- SMITH, C. R. 1985: Food for the deep-sea: utilization, dispersion and flux of nekton falls at the Santa Catalina Basin floor. — *Deep-Sea Research* **32**, 417–442.
- SMITH, C. R. 1986: Nekton falls, low-intensity disturbance and community structure of infaunal benthos in the deep-sea. — *Journal of Marine Research* **44**, 567–600.
- SMITH, C. R. & HAMILTON, S. C. 1983: Epibenthic megafauna of a bathyal basin off southern California: patterns of abundance, biomass and dispersion. — *Deep-Sea Research* **30**, 907–928.
- SMITH, C. R., BACO, A. R., HANNIDES, A. & RUPLINGER, D. 2003: Chemosynthetic habitats on the California slope: whale-, wood- and kelp-falls compared to vents and seeps. — *Biogeography and Biodiversity of Chemosynthetic Ecosystems: Planning for the Future. Oceanography Centre, Southampton, UK (abstract)*. 76. p.
- SNELGROVE, P. V. R. & SMITH, C. R. 2002: A riot of species in an environmental calm: the paradox of the species-rich deep-sea floor. — *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* **40**, 311–342.
- STEPHEN, R., SPARKS, J. & HUPPERT, H. E. 1984: Density changes during the fractional crystallization of basaltic magmas: fluid dynamic implications. — *Contributions to Mineralogy and Petrology* **85**, 300–309.
- STOCKTON, W. L. & DELACA, T. E. 1982: Food falls in the deep sea: occurrence, quality and significance. — *Deep-Sea Research* **29**, 157–169
- SZTRÓKAY K. 1952: Mecseki vasércképződés (Iron ore genesis in the Mecsek Mountains). — *Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Osztályának Közleményei* **3**, 11–230.
- SZUROVY G. 1949: Összefoglaló jelentés a zengővárkonyi vasérckutató jelenlegi helyzetéről. — *Kézirat*, Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár. Ter: 4416.
- TIERCELIN, J. J., THOUIN, C., KALALA, T. & MONDEGUER, A. 1989: Discovery of sublacustrine hydrothermal activity and associated massive sulfides and hydrocarbons in the north Tanganyika trough, East African rift. — *Geology* **17**, 1053–1056.
- TIERCELIN, J. J., BOULÈGUE, J. & SIMONEIT, B. R. T. 1991: Hydrocarbons, sulfides, and carbonate deposits related to sublacustrine hydrothermal seeps in the north Tanganyika trough, East African Rift. — In: PARNELL, J., KUCHA, H. & LANDAIS, P. (eds): *Bitumen and Ore Deposits*. Springer-Verlag, Berlin, 96–113 p.
- TIERCELIN, J., PFLUMIO, C., CASTREC, M., BOULEGUE, J., GENTLE, P., ROLET, J., COUSSEMENT, C., STETTER, K.O., HUBER, R., BUKU, R. & MIFUNDU, W. 1993: Hydrothermal vents in Lake Tanganyika, East African rift system. — *Geology* **21**, 499–502.
- VAN DOVER, C. L., FRANKS, P. J. S. & BALLARD, R. D. 1987: Prediction of hydrothermal vent locations from distribution of brachyuran crabs. — *Limnology and Oceanography* **32**, 1006–1010.
- VENDL M. & KISHÁZI P. 1972: A Mecsek hegység vasércelőfordulása. — *Kézirat*, Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.
- VETTER, E. W. 1994: Hotspots of benthic production. — *Nature* **372**, 47.
- VETTER, E. W. & DAYTON, P. K. 1998: Macrofaunal communities within and adjacent to a detritus-rich submarine canyon system. — *Deep-Sea Research II* **45**, 25–54.
- VETTER, E. W. & DAYTON, P. K. 1999: Organic enrichment by macrophyte detritus and abundance patterns of megafaunal populations in submarine canyons. — *Marine Ecology-Progress Series* **186**, 137–148.
- WEIN GY. 1949: Jelentés a zengővárkonyi és pusztakisfalui vasércelőfordulások földtani helyzetéről. — *Kézirat*, Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.

Kézirat beérkezett: 2012. 08. 13.

# Földtani, őslénytani, biológiai, ökológiai érvek és tények, amelyek a zengővárkonyi kora-kréta hidrotermális hasadékfauna létezése mellett szólnak

Válasz Jáger Viktor kritikai hozzászólására

BUJTOR LÁSZLÓ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pécsi Tudományegyetem, Földrajzi Intézet, Földtani Tanszék, 7624 Pécs, Ifjúság útja 6., e-mail: bujtor.laszlo.geology@gmail.com

## Bevezetés

A Mecsek hegység alsó-kréta üledékes összletéhez kapcsolódó enigmatikus vasérctelep keletkezése, genetikája és a tágabb földtani környezetbe történő ellentmondásmentes beillesztése régóta (SZTRÓKAY 1952; PANTÓ et al. 1955; MOLNÁR 1961; PALIK 1965; HETÉNYI et al. 1968; BUJTOR 2006, 2007; JÁGER & MOLNÁR 2009) komoly intellektuális kihívás a magyar geológiában. Az értelmezés nehézségei elsősorban az igen rossz feltártsági viszonyokra, a mindössze néhány méteres kőzetkibúvásokra, az erős tektonizáltságra, a korreláció korlátozottságára, vagy egyenesen lehetetlenségére, valamint az analógiák teljes hiányára vezethetők vissza. Ebből következően csak részadatok állnak rendelkezésünkre, amelyekből a kirakható összkép hézagos és töredékes, egyúttal többféle értelmezést enged meg. A részadatok alapján kialakított többféle értelmezés csak a végkövetkeztetés levonásával kerül egymással ellentmondásba.

Éppen ezért a helyesnek vélt értelmezés felmutatásánál indokolt a rendkívüli óvatosság. Nemcsak kívánatos, hanem kötelező *valamennyi* részadat (legyen az a geológia bármely területéről származó, így akár földtani, szedimentológiai, ásványtani, petrográfiai, őslénytani, rétegtani, sőt, akár ökológiai, biológiai stb.) hosszas mérlegelést követő beillesztése egy olyan modellbe, amely sokkal inkább magába foglalja és integrálja, semmint kizárja az alternatív magyarázatok lehetőségét, hiszen a tényekre alapozott modell megalkotása az egyetlen célravezető megoldás. Esetünkben, ha valamely részadat nem illeszkedik a felállított modellbe, akkor nem a részadatot kell figyelmen kívül hagyni, vagy helytelenül értelmezni, hanem a modellt kell elvetni és/vagy módosítani, esetleg újat felállítani.

## Földtani háttér

A Mecsek hegység késő-jura–kora-kréta fejlődéstörténete nagy vonalakban ismert. A késő-jurában folyamatos és nyugodt üledékképződés zajlott, amit a tithon idején zavartak meg a vulkáni működés első jelei. A vulkáni tevékenység kontinentális riftesedéshez köthető, amelynek eredményeként a mecseki kéregrész levált a stabil Európáról. A vulkáni működés maximuma feltehetően a berriasi idején volt, de a valangini idején is folytatódott (BUJTOR 1993). A vulkáni tevékenység erejére és a benyomuló magma mennyiségére jellemző, hogy nemcsak vulkáni testeket, hanem vulkáni felépítményt is létrehozott (WEIN 1961), amely a tengerszint fölé emelkedő vulkáni szigeteket eredményezett (CSÁSZÁR & TURNŐK 1996). A vulkáni felépítmény eróziója folytatódott, és a jóval fiatalabb kort idéző ősmaradványok azt jelzik, hogy a vulkáni szigetek sokáig léteztek. Ősmaradványok alapján még az hauserivi–barremi idején is (CSÁSZÁR 2002).

## A különleges kevert kőzet, a peperit és a magmás folyamatok

Ebben a földtani keretben kell megtalálni a zengővárkonyi vasércképződés helyét és genetikáját. Ebben az őskörnyezetben minden feltétel megvolt ahhoz, hogy különleges, vulkáni-üledékes kevert kőzetek, úgynevezett peperitek keletkezzenek. Azonban fontos azt aláhúzni, hogy a peperit képződése egyáltalán nem korlátozódik a laza üledékbe telepelerként behatoló magmaintrúzióra és kontaktusára. Annak ellenére nem, hogy a peperit alapdefiníciója *sensu* WHITE et al. (2000) alapján a peperit helyben képződő kőzet. Képződése során a rendszerint nagy víztartalmú és konszolidálatlan, vagy részben konszolidált üledékbe hatoló magma szétesik és elkeveredik az üledékkel. Ám az alapdefiníció kiegészül azzal, hogy a fogalom alkalmazható

a hasonló genetikájú keverékközetekre, amelyeket a láva és egyéb vulkanoklaszt üledékekkel történő bármilyen jellegű érintkezése hoz létre. SKILLING et al. (2002, p. 13) felhívja a figyelmet arra, hogy peperit bármilyen környezetben kialakulhat, ahol magmás működés és üledékképződés egyszerre zajlik. Peperit tehát nemcsak a víztelített üledék pórusvízének hirtelen felforrása során jöhet létre. Helytelen értelmezéshez éppen az vezethet, amikor nincsen jó feltartás, hanem csak peperit-szerű közettömböket, blokkokat látunk. Erre hívja fel a figyelmet SKILLING et al. (2002, p. 13), amikor megjegyzi: „...a minden kétséget kizáró értelmezés megkívánja a jó minőségű, háromdimenziós feltárások részletes tanulmányozását. Fáciesek, amelyek szövetileg hasonlítanak a peperitre, de más folyamatok eredményeként képződnek, nehezen különíthetők el, különösen peperit-tömbök esetében.” Márpedig sehol a Mecsekben (Zengővárkony környékén meg különösen) nem található jól feltárt, háromdimenziós feltárások, amelyekben a peperit nagy kiterjedésben tanulmányozható és elkülöníthető lenne például a fluidális peperitektól. A fluidális peperit a peperit kitörési megfelelője, és eddig kis figyelmet kapott a kutatások során. WHITE et al. (2000) és SKILLING et al. (2002) alapján nem árt az óvatosság A JÁGER által bemutatott peperit alapján tehát egyáltalán nem jelenthetjük ki azt, hogy a zengővárkonyi Dezső Rezső-völgy vulkanoszediment összelete teleptelér volt. Biztosan csak azt állíthatjuk, hogy megismerünk a Mecsekből is olyan vulkáni-üledékes kevert kőzetet, amely a vulkáni működés és az üledékképződés egyidejű jelenlétére utal. Ami nem meglepő, hiszen jól illeszkedik a terület fejlődéstörténetébe.

### Mészközárványok és a vulkanoszediment összlet

Nem felel meg a valóságnak JÁGER azon állítása, hogy a Dezső Rezső-völgy szelvényében „...végig nyomon követhetőek az egykori magmát befogadó, valószínűleg nagyrészt berriasi–valangini korú peperites mészközárványok...” A völgynek a BUJTOR (2012a) által közölt két feltárás közötti, középső, és legjobb feltartású részében csak hialoklasztit, tömeges bazalt, hólyagüreges bazalt és párnaláva nyomozható, mészközárványok még nyomokban sincsenek. A völgynek ebben a szakaszában megfigyelhető folyásos szerkezetek alsó része hólyagüregekben gazdag, majd felfelé, középtájon a hólyagüreges csökkenő száma egyértelműen vízfelszín alatti bazaltláva-folyásra utal (CORCORAN 2000). A szelvény ezen részében egyáltalán nincsenek mészközárványok (ez egyébként JÁGER et al. 2012, 3. ábráján is jól követhető: ott sincsenek jelölve mészközárványok). Igen fontos azonban az a tény, hogy JÁGER berriasi–valangini korú peperites mészközárványokról ír, melyek rétegtani azonosításában NAGY (1963) munkájára hivatkozik, saját calpionella-vizsgálatokat nem végzett. Ezzel pedig elvesz egy igen fontos biosztratigráfiai vizsgálati lehetőség, nevezetesen az, hogy a peperites blokkok korát datáljuk és megpróbáljuk időrendi sorrendbe illeszteni azokat. Az

elmúlt 30 évben a calpionella-sztratigráfia nagyot fejlődött. NAGY István és BILIK István úttörő munkáinak megjelenése idején (1965–1985) a calpionella zonáció a tithon–valangini emeleteket még mindössze 6 zónára osztotta fel (TREJO 1980). A mai felosztás már 19 zónát különít el (BLAU & GRÜN 1997). Ez a finomrétegtani tagolási lehetőség alkalmas arra, hogy a tithon–berriasi és valangini mészköveket, mészközárványokat és peperiteket, tehát az ezekhez kapcsolódó magmás eseményeket biosztratigráfiailag pontosan datáljuk, így a Mecsek hegység egyéb területeiről (Zengővárkonyon kívül) ismertetett feltárásokat korrelálni lehessen a zengővárkonyi, kisújányai és bolondúti szelvényekkel. JÁGER ezt a finomrétegtani vizsgálatot nem végezte el, így az egyéb lelőhelyein bemutatott koproilitfauna kormeghatározása a 40–50 évvel ezelőtti adatokra támaszkodik, ami legalábbis kérdésessé teszi azt, hogy miként vehető össze akár a kisújányai (calpionella és ammonitesz rétegtannal zóna-szinten datált: BUJTOR 2011), akár a zengővárkonyi Dezső Rezső-völgyi szelvényvel (BUJTOR & JANSSEN in press). Amíg ez nem történik meg, indokolatlan egyidejű eseményekként vizsgálni (vagy a megfigyelt jelenségekre történeti sorrendet felállítani, és bizonyított események láncolataként bemutatni), összevetni ezeket a feltárásokat és koproilitfaunájukat. Ne feledjük, hogy itt több mint 10 millió év eseményeit látjuk szeleteiben, és jelenleg nincs a Mecsekből olyan tithon–valangini szelvény, vagy korrelált szelvénytörzs, amely alapján az időbeliségi tényezőket az egyes szelvények vonatkozásában ismernénk.

### A tengeraljzati hidrotermális tevékenység megdönthetetlen bizonyítékai és a kapcsolódó biológiai aktivitás

Amennyiben elfogadjuk a JÁGER kritikai hozzászólásában leírtakat, nevezetesen azt, hogy a zengővárkonyi vasérc-képződés a laza üledékbe hatoló teleptelérhez köthető, értelmezhetetlenné válnak azok a jól dokumentált és megdönthetetlen bizonyítékok, amelyeket JÁGER & MOLNÁR (2009) és BUJTOR (2012b) bemutatnak, azaz a hidrotermális hasadékokhoz kötődő fekete füstölők és maradványaik, valamint gyökérszónájuk, mely jól láthatóan a párnalávák kihülési kérgéhez kapcsolódik. Amennyiben a zengővárkonyi vulkáni összlet valóban a laza üledékbe hatolt teleptelér lett volna, úgy ilyen struktúrák nem képződnek. Létezésük tehát azt bizonyítja, hogy a párnalávák az üledék felszínére, tehát az egykori tenger aljzatára ömlöttek. A másik megkérdőjelezhetetlen bizonyíték, amely JÁGER vélekedése ellen szól, az a füstölők roncsaiból vett anyagminták kén-stabilizotópos elemzése. Ezt elsőként JÁGER & MOLNÁR (2009) végezték el, majd BUJTOR & SZINGER (in press) megismételt. Mindkét mérésorozat igencsak negatív ( $^{34}\text{S}\text{‰}$ :  $-40,39$  és  $-19,27$  közötti) izotópadatokat adott, ami az egykori bakteriális biológiai tevékenységre utal. Márpedig ilyen baktériumszönyegek akár mély vízben (VAN DOVER 2000), akár sekély vízben (DANDO et al. 1995) kizárólag az üledék és/vagy a kürtő/vulkanit felszínén (vagy legfeljebb sekély, néhány



centiméteres mélységben) telepednek meg és élnek, mélyen az üledékben, vagy a magma-üledék kontaktuson sohasem. ALIANI et al. (1998) azt is bemutatja, hogy ezek a baktérium-szőnyegek a hidrotermális feláramlási zóna közvetlen közelében, attól legfeljebb 5 méteren belül alakulnak ki. A negatív kén-izotóp adatok tehát bakteriális életre utalnak, ami a kürtők közvetlen közelében, a felszínen, vagy a sekély üledékben élő baktériumflórára enged következtetni. Ezek a bizonyítékok a tenger aljzatán élő hidrotermális ökoszisztémára utalnak, és az azt tápláló, a füstölőkhöz kapcsolódó bakteriális élettevékenységhez kapcsolódnak.

### A zengővárkonyi fosszilis makrofauna

A nem fotoszintézis-alapú fosszilis ökoszisztémák (ide értve a hidrotermális hasadékkérendszerek faunáit is) azonosításának egyik alapvető kritériuma CALLENDER & POWELL (1992) szerint a monotipikus és az átlagosnál nagyobb termetű faunaelemek megléte a fosszilis anyagban. Márpedig a zengővárkonyi brachiopoda-auna pontosan ilyen jellegzetességeket mutat (BUJTOR 2006, 2007). JÁGER ezt az érvet akként üti el, hogy: „...brachiopoda fauna méretnövekedését is inkább egyéb tényezők okozhatták”. A korakréta idején a két legmarkánsabb lehülési epizód éppen a berriasi–valangini idejére esett (WEISSERT & ERBA 2004), tehát a kréta időszakot általában jellemző meleg éghajlat atipikus volt ekkor. Egy ilyen hűvös periódusban éppen az igazolná JÁGER vélekedését, ha valóban sekélytengeri *Lacunosella* brachiopoda-populációt vizsgálva azt látnánk, hogy azok méretnövekedést mutatnak. Szerencsére ilyen összehasonlító anyagunk van a štrambergi mészkőből, amelyből NEKVASILOVÁ (1969, 1977) zátonyfáciesből írt le igen gazdag (1100 példányból álló) *Lacunosella*-faunát. Ám ezen ezres populáció átlagmérete mindössze 58%-a a zengővárkonyi *Lacunosella*-populáció átlagméretének (BUJTOR 2007, fig. 4). Ez a tény JÁGER vélekedésével ellentétes irányba mutat, hiszen a zengővárkonyi brachiopodafauna nem sekélytengeri fauna, míg a štrambergi anyag zátonyfáciesű, tehát valóban sekélytengeri. Ugyanakkor megjegyzendő, hogy a Mecsekéből — ugyanebből a rétegtani szintből — ismerünk valódi sekélytengeri brachiopodafaunát (VADÁSZ 1935), az azonban teljesen eltérő taxonokat tartalmaz (pl. *Crania*, *Thecidea*, *Megathyris*) és a hasonló populációkhoz képest semmilyen méretnövekedés nem jellemzi. JÁGER másik érve, hogy az alacsony földrajzi szélesség okozta a brachiopodák méretnövekedését, alátámasztás nélküli állítás és önmagában értelmezhetetlen, ezért érvként elfogadhatatlan.

### A zengővárkonyi decapoda-fauna

JÁGER azt írja, hogy: „félrevezető BUJTOR azon szakirodalmi idézete (VAN DOVER et al. 1987), miszerint „A rákok, egyedszámukat tekintve meghatározó faunaelemei a recens

hasadékoknak” (értve ez alatt hidrotermális hasadékokat), mivel ezen rákok, melyekről VAN DOVER ír, valóban nagyon jellemzőek a tenger alatti hidrotermális feláramlások környékén, nem inbentosz, hanem epibentosz életmódot folytatnak, és egy egészen eltérő felépítésű és életmódú rákokat csoportosító taxonba (*Brachyura alrend*) tartoznak.” Állításom egyáltalán nem félrevezető, hanem igaz. JÁGER megjegyzésének akkor lett volna alapja, ha ezen állításomat csak a *Bythograea* taxonra szűkítve fogalmazom meg. Mint látjuk (MARTIN & HANEY 2005) legalább **33 család** 125 fajtát ismerjük a recens hidrotermális hasadékokból és hideg-szivárgásos közösségekből, mely **köziül egy a Bythograeidae család**. Sokkal inkább az a helyzet, hogy néhány hasadék-specifikus decapoda taxontól (pl. *Alvinocariidae*, *Kiwaiidae*) eltekintve, vízmélységtől függően igen gazdag és meghatározó faunaelem a decapodataxon valamennyi hidrotermális hasadékon — így a zengővárkonyin is. Ugyanakkor tény, hogy a mélytengeri hasadékok rendelkeznek specifikus, mélytengeri decapodataxonokkal (pl. *Bythograeidae*), ám ez nem zárja ki, hogy sekélyebb vízmélységben ne lennének egyéb taxonok ugyanolyan nagy faj- és egyedgazdagságban. Ezen túlmenően széles körben elfogadott és bizonyított (WOLFF 2005, DESBRUYERES et al. 2006, HOYOUNG et al. 2009), hogy a rákfélék a puhatestűek után a legalakgazdagabb és leggyakoribb taxon a mélytengeri speciális élőhelyeken (pl. hidrotermális hasadékok, hideg-szivárgásos közösségek, bálnatetemek, elsüllyedt uszadékfa stb.).

### A cephalopodák szerepe és súlya a zengővárkonyi hasadékkfaunában

A recens és fosszilis hidrotermális hasadék-faunák felfedezése egyaránt a mélytengeri (2–5000 méteres vízmélység) kifejlődésekhez kötődik. Főleg fosszilis előfordulásaik felismerésében nagy segítséget jelentenek a hasadék-specifikus taxonok (pl. siboglinid férgek, alvinocariid rákok, mytiloid kagylók, neomphalid csigák). Ugyanakkor a sekélytengeri hidrotermális hasadékkfaunák felismerése a fosszilis anyagból igen nehéz, mint arra TARASZOV et al. (2005) rámutatott, mert egyrészt hiányoznak a hasadék-specifikus ősmaradványok, másrészt megjelennek a — valóban — sekélytengeri élőlények (pl. „szellemrákok”: *Axiidae*, *Callianassidae*). Az általam (BUJTOR 2007, p. 193) bemutatott zengővárkonyi makrofaunában az ammoniteszek 10,8%, míg a belemniteszek 4,4%-ot tesznek ki. Ez a tény igazán releváns, ugyanis ezen utóbbi lények valóban a fotikus nektonba tartoznak, s mint ilyenek, jelenlétük valóban meglepő a faunában. Ezek emellett alkalmasak korjelzésre is. Jelenleg megjelenés alatt álló munka (BUJTOR & JANSSEN in press) eredményei szerint a zengővárkonyi hidrotermális hasadékkérendszert a kora-valangini idején már működött és a kora-hauterivi idején még biztosan létezett. Ám mivel itt atipikus hasadék-faunával találkozunk, sem a cephalopodák, sem ezeken belül a belemniteszek előfordulása nem meglepő — még akkor sem, ha évekkal

ezelőtt, kutatásaim kezdetén annak tűnt. Már azt is tudjuk (VOIGHT 2000), hogy a recens cephalopodák igenis felkeresik a hidrotermális hasadékrendszeret, ahol aktívan vadásznak és táplálkoznak az ott élő gazdag élelemforrásból. Ezt a *Graneledone cf. boreopacifica* gyomortartalmának elemzése bizonyítja, mely kizárólag a hidrotermális hasadékokról ismert csigafajok héj- és csak onnan ismert soksertéjű férgek testmaradványait tartalmazta. De ma már az is bizonyított, hogy a cephalopodák között is akadnak mélytengeri, hasadék-specifikus fajok (pl. *Vulcanoctopus hydrothermalis*: GONZÁLEZ et al. 1998). Ezek alapján egyáltalán nem meglepő, ha egy fosszilis hidrotermális hasadék faunájában cephalopodák maradványaira bukkanunk.

### Az összkép

A zengővárkonyi (pontosabban Dezső Rezső-völgyi) vulkanoszediment összetétel bazalt párnalávából és hialoklasztitból álló vulkáni test, amely az egykori tenger aljzatára hatolt, ott jellegzetes váncos-szerkezetet alakítva ki. A váncosok találkozási pontjainál jellegzetes hidrotermális kúrtók épültek fel, amelyek jól dokumentáltak a párnalávák felszínére települtek. A Mecsek hegység egyéb pontjain a magmás anyag nemcsak a tengeraljzatra, hanem a laza mészsapba is behatolt. A vulkanoszediment összelethez peperit képződése is társult, de ma ezen peperit genetikája (üledékbe hatoló, freatikus, esetleg egyéb) nem ismert.

A párnalávák hólyagindexe alapján a zengővárkonyi Dezső Rezső-völgy vulkanoszediment rétegsora 200–300 m-es vízmélységben keletkezett és ömlött a tenger aljzatára a váncos szerkezetet felvett bazaltos magma, amely tengeraljzati aktivitás a hegység más pontjairól is jól ismert (pl. Takanyó-völgy). Ezt a mélységbecslést támasztja alá a *Lacunosella* brachiopoda taxon környezeti igénye is (KROBICKI 1994).

A mélytengeri keményfelszínen élő bythograeid decapodaxonok mellett ma már mind a recens, mind a fosszilis anyagból jól ismerjük az inbenthosz életmódú, laza üledékben lakó axiid és gebiid decapodaxonokat a hidrotermális hasadékrendszeréből, egészen a sekély (tidális öv) vízmélységektől a több száz méteres vízmélységekig. Ezért előfordulásuk, vagy akár együttes előfordulásuk nem zárható ki, bár ennek azonosítására a koproilitok nem alkalmazhatók.

Jól ismert, hogy az eltérő életmódú decapodaxonoknak a táplálkozási módtól függően átalakulhat a pylorikus struktúrája, amely a gazdaállat által hátrahagyott koproilitzemcsék különböző keresztmetszeti képében tükröződik. Az eltérő belső koproilitstruktúra alkalmas bizonyos, táplálkozási módra utaló következtetések levonására, de tökéletesen alkalmatlan taxonómiai megfeleltetésre és a recens taxonok alapján életmódra utaló biztos következtetések levonására.

A Mecsek hegység alsó-kréta rétegsorából leírt igen gazdag rákkoproilit-fauna a világon egyedülálló diverzitású és egyedszámú. Értelmezésére különleges környezetet/ környezeteket kell feltételezni, mert csak azok biztosíthatnak olyan

ökológiai feltételeket, amelyekben ez a gazdag és különleges anyag keletkezett és válhatott kőzetté. Egyetértve JÁGER kritikái hozzászólásának azon állításával, hogy a vulkanoszediment összetételben eltérő koproilitgyűttesek ismerhetők fel, statisztikai elemzések alapján ezen eltérő asszociációk alkalmasak önálló biofáciések azonosítására (BUJTOR & SZINGER in press). Ezen az úton tovább haladva, **a többi mecseki alsó-kréta üledék koproilit-asszociációit statisztikailag elemezve, lehetőséget látok új eredmények felmutatására**, és mind a hidrotermális hasadékfauna, mind a sekélytengeri uszadékfa-közösségek sikeres és megnyugtató elkülönítésére.

Számomra is a kisújányai feltárás mészkőkavicsainak eredete a legproblematikusabb eleme az ősföldrajzi rekonstrukciónak. Azonban JÁGER lejtőszögszámítás alapján levont következtetésével nem tudok egyet érteni, mert a lejtőszög önmagában nem ad magyarázatot arra, hogy a kisújányai feltárás (aminek mészkőkavicsait JÁGER nem látta és nem vizsgálta) konglomerátum rétegének mészkőkavicsai a koproilitok mellett miért tartalmaznak csak Zengővárkonyból ismert brachiopodákat, amelyek ugyancsak az átlagosnál jóval nagyobb méretűek? Amíg erre nincs jobb magyarázat, vagy Kisújánya közelében nem találunk újabb hidrotermális hasadékfaunát, addig továbbra is **fenntartom, hogy ezek a mészkőkavicsok zengővárkonyi eredetűek**.

Éppen JÁGER et al. (2012) mutat rá arra, hogy a Mecsek hegység egyéb pontjain feltárt koproilit-asszociációk eltérőek a zengővárkonyitól. Sőt, kritikái hozzászólásában ki is emeli: „...Zengővárkonyinál a vulkanoszediment összetételben végig nyomozható a koproilitok, sőt az összetétel felsőbb részében található ichnofauna el is tér az összetétel alján található faunától”. **Ez kulcsfontosságú felismerés**, amelyre sem itt, sem a hivatkozott cikkében (JÁGER et al. 2012) nem fordít kiemelt figyelmet, holott éppen ez a különbség alkalmas arra, hogy az eltérő ichnofossziliák alapján az eltérő biofáciéseket el lehessen különíteni és azokat megfelelő módon a helyükre illeszteni. Ez a felismerés a valódi kulcs ahhoz, hogy az elsüllyedt uszadékfákhoz kapcsolódó rákfaunát elkülönítsük a hidrotermális hasadékhöz kapcsolódó rákfaunától!

### Kiegészítés

JÁGER Viktor kritikái hozzászólása számos olyan tévedést tartalmaz, illetve ismerethiányra utal, amiket mindenképpen helyre kell igazítani, ugyanis érvrendszer felállításánál ezekre hivatkozott, tényként használta fel és hibás következtetésekre jutott. Azért indokolt tehát ezekre hangsúlyt fektetni, hogy az olvasóban objektív kép alakuljon ki a JÁGER által felhasznált és hivatkozott művek valódi adattartalmáról és helyes kontextusáról.

#### *A formafaj és biológiai faj kölcsönös megfeleltethetőségének korlátai*

Amikor VIALOV (1978) felállította a Favreiniidae nyomfosszília-családot, felhívta a figyelmet arra, hogy a recens, de

különösen a fosszilis koproilit-formafajok nem feleltethetők meg a recens vagy fosszilis decapodafajoknak. Pontosan ez az oka annak, hogy a Favreidae taxont ma legfeljebb a Decapoda taxonba sorolják, de további, alacsonyabb szintű rendszertani egységhez nem sorolják be, és elemeire sem szedik szét. Ezért biztos következtetést levonni, hogy melyik koproilit nyomfosszília-faj alapján milyen rákra és annak milyen életmódjára lehet következtetni, meglehetősen zavaró, elnagyolt. Az pedig elfogadhatatlan, hogy JÁGER a mecseki kora-kréta (140–145 millió évvel ezelőtti) koproilitok gazdaszervezeteit irodalmi hivatkozásokkal mellőzve, saját kutatási eredmények nélkül infraordo szinten megfelelteti a recens felsőrendű rák-taxonoknak. Az óvatosság már csak azért is indokolt, hiszen a fanerozoikumtól eddig alig 100 decapoda koproilit fajt írtak le (BLAU 2000), míg a leírt fosszilis decapoda fajok száma 3 300 (DE GRAVE et al. 2009).

#### *A szellemrákok koproilitjai és járatai a Mecsek más kőzeteiben is megtalálhatók*

Fenti állítást fogalmazza meg JÁGER, amikor hivatkozik DWORSCHAK et al. (2012) munkájára. DWORSCHAK et al. (2012) valóban az Axiidea és Gebiidea infraordo szintű taxonok külső morfológiáját, anatómiáját és életmódját mutatják be igen részletesen, ide értve az ezen taxonokba sorolt fajok legkülönbözőbb járatainak bemutatását is (DWORSCHAK et al. 2012, p. 167, fig. 69.31). Ám ebben (a JÁGER által is idézett) műben egyetlen szó vagy ábra sincs arról, hogy ezen taxonok fajai milyen koproilitot hagynak hátra, ez miként néz ki, milyen a keresztmetszete, miként azonosíthatók a fosszilis anyagban és milyen recens taxonoknak feleltethetők meg! Ez a hivatkozás tehát azt a célt szolgálja, hogy a koproilitokat kényszeresen megfeleltesse ezen két taxon fajainak.

#### *A rákok emésztőrendszerének és fenotípusának eltérő evolúciós tempója*

A rákok emésztőrendszere meglehetősen konzervatív evolúciós tempójú. Ebből következően számos decapoda-faj (akár igencsak eltérő életmódú és ökológiájú) képes hasonló, vagy akár ugyanolyan koproilit nyomfossziliát hátrahagyni. Ezek a fajok önálló biológiai fajok, gyökeresen eltérő életmódúak lehetnek, és akár merőben eltérő táplálkozást is folytathatnak, mégis gyakorlatilag ugyanolyan nyomfossziliát hagynak hátra, mint egyéb, ugyanabba a magasabb rendszertani egységbe tartozó fajok. A jelenségre SCHWEIGERT et al. (1997) hívta fel a figyelmet, kiemelve, hogy **a fosszilis anyagból koproilitok alapján azonosítani az egykori rákot és életmódját nem megalapozott**. A rák emésztőrendszerének előbél-traktusa és azon belül is az úgynevezett pylorikus struktúra (FELGENHAUER 1992) felel a koproilit alakjának és belső szerkezetének kialakulásáért. Ekként a létrejövő koproilit és annak belső struktúrája konzervatív, és számos, egészen eltérő rendszertani helyű és életmódú decapodataxonnál ugyanaz a szerkezet figyelhető meg. Ezt támasztja alá az a tény is, hogy van olyan deca-

poda-koproilit nyomfosszília-faj (*Palaxius salataensis*), amelyet a karbontól a paleogénig ismerünk.

#### *Nem csak bythograeid rákok élnek a hidrotermális hasadékrendszeren, ahonnan gazdag „szellemrák” faunákat is jól ismerünk*

MARTIN & HANEY (2005) cenzusa alapján akkori ismereteink szerint mintegy 33 Decapoda-család 125 fajtát írták már le hidrotermális hasadékokból és hideg-szivárgásos közösségekből. Ezek között természetesen ott vannak a bythograeid taxonok, ám szerepelnek köztük szép számmal a „szellemrákok” is (pl. Axiidae, Callianassidae, Calocaridae). WOLFF (2005) elemzésében már 47 Pleocyemata alrendbe tartozó (Caridea, Anomura, Brachyura infraordo), kizárólag hidrotermális hasadékokra korlátozódó felsőrendű rákfajt említ. LIN et al. (2007) Taiwan partjainál 130–320 méteres vízmélységben felfedezett hidrotermális hasadékokból ismertettek „szellemrákokat”. Ezek a Callianassidae taxonba (Axiidea infraordo) tartozóknak. Korábban TÜRKAY & SAKAI (1995) ugyancsak callianassid taxont (*Paraglypturus calderus* n.g., n.sp.) ismerteti tengeri hidrotermális feláramlási zónákból, 63–114 méteres vízmélységből. Ez ismét aláhúzza, hogy a sekélytengeri hidrotermális hasadékok és feláramlások különleges faunával rendelkeznek, amelyben sok a sekélytengeri elem és hiányoznak a mélytengeri hasadékok jellemző taxonjai. Ezt a megfigyelést támasztja alá KIEL (2010) is, szintén nem fotoszintézis-alapú fosszilis életközösségek (hideg-szivárgásos faunák) elemzésével. Látható, hogy amint a fotikus öv alá érünk, mind a hideg-szivárgásos, mind a hidrotermális élőhelyeken megjelennek a csak ezekre jellemző taxonok, amelyek száma és részeseése a teljes ökoszisztémában a mélység növekedésével nő.

#### *A növényi törmelék még nem az elsüllyedt uszadékfán megtelepült fosszilis közösség bizonyítéka*

Hiba az apró növénytörmelégeket, mint amelyet JÁGER et al. (2012, fig. 25B) bemutat összekeverni az elsüllyedt uszadékfa-közösségek nyomaival. Az ott bemutatott mikroszkopikus növénytörmelék önmagában inkább csak a part közelségére utal. Az elsüllyedt uszadékfa-közösségnek *nem* ez a kritériuma (lásd: PAILLERET et al. 2007). Sokkal inkább méteres fadarabok (vagy ezek nyomai) és a hozzájuk kapcsolódó, nem csak decapoda, hanem bivalvia, annelida és egyéb élőlények maradványai. Ezek között kétségtelenül ott vannak a decapoda rákok (amelyek mélytengeri elsüllyedt uszadékfákon telepedhetnek meg), de ott vannak egyéb élőlények és azok nyomai is. HOYOUNG et al. (2009) kimutatta, hogy az alapvetően dögevő életmódú galatheid rákok (pl. *Munidopsis andamanica*) sikeresen térnek át növényi törmelék fogyasztására. Mivel már PALIK (1965) felhívta a figyelmet galatheid rákantennák jelenlétére, így egyáltalán nem meglepő és nem is zárja ki, hogy a JÁGER et al. (2012) által leírt uszadékfa-közösségekben előforduló callianassid rákok

mellett galatheid rákfajok éljenek mind a hasadékokon, mind pedig a környezetükben — legyen az akár elsüllyedt uszadékfa-közösség. Ezt a lehetőséget támasztja alá az a megfigyelés, ami egyrészt FELGENHAUER (1992), másrészt HOYOUX et al. (2009) anatómiai megfigyelésein alapszik. Ezek alapján a növényevő életmódra áttérő galatheid fajoknál megfigyelhető, hogy az urocardialis struktúra dorsalis része betüremkedik, és ott olyan képletek jelennek meg, melyek a pylorikus kamrában az *Atya innocous* anatómiai képleteire hasonlítanak. Már FELGENHAUER (1992, p. 50) megállapítja, hogy a pylorikus kamra teteje az adott rák életmódjától függően módosulhat, és ettől függ a rák bélrendszerét elhagyó koproilitzsemcse belső szerkezete. Érdekes megfigyelni, hogy a *Lepidophthalmus louisianensis* recens callianassid „szellemrák” faj koproilitja (FELGENHAUER 1992, fig. 9E) mennyire hasonlít a Zengővárkonyból jól ismert *Palaxius deca-*

*ochetarius* nyomfosszília-faj koproilitjának keresztmetszeti képére (PANTÓ et al. 1955, PALIK 1965, BUJTOR 2012a). Ennek ellenére VIALOV (1978) és SCHWEIGERT et al. (1997) eredményeit figyelembe véve sem azonosítja senki a biológiai fajt a formafajjal. Ezt még PECKMANN et al. (2007) sem tette meg, pedig ott a rák testfossziliával együtt vált közzé a koproilitzsemcse.

### Köszönetnyilvánítás

Ezúton mondok köszönetet KONRÁD Gyulának, akinek bölcs megjegyzései és kritikai észrevételei sokat javítottak ennek az írásnak a színvonalán. A jelen íráshoz kapcsolódó kutatást a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János kutatási ösztöndíja támogatta.

### Irodalom

- ALIANI, S., BIANCHI, C. N., COCITO, S., DANDO, P. R., MELONI, R., MORRI, C., NIEMEYER, A., PEIRANO, A. & ZIEBIS, W. 1998: A map of seagrass meadows in Palaeochori Bay (Milos Island, Greece), a marine area with hydrothermal activity. — *Rapporti e Comunicazioni internazionale Mer Méditerranéenne* **35**, 512–513.
- BLAU, J. 2000: *FAVRIS — the interactive database on structured crustacean coprolites*. — <http://www.uni-giessen.de/~gg13/FAVRIS/FAVRIS.HTM> [letöltés: 2012. szeptember 12.]
- BLAU, J. & GRÜN, B. 1997: Late Jurassic/Early Cretaceous revised calpionellid zonal and subzonal division and correlation with ammonite and absolute time scales. — *Mineralia Slovaca* **29**, 297–300.
- BUJTOR, L. 1993: Valanginian ammonite fauna from the Kisújbánya Basin (Mecsek Mts., South Hungary) and its palaeobiogeographical significance. — *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* **181**, 103–131.
- BUJTOR, L. 2006: Early Valanginian brachiopods from the Mecsek Mts (southern Hungary) and their paleobiogeographical significance. — *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* **241**, 111–152.
- BUJTOR, L. 2007: A unique Valanginian paleoenvironment at an iron-ore deposit near Zengővárkony (Mecsek Mts., South Hungary) and a possible genetic model. — *Central European Geology* **50**, 183–198.
- BUJTOR, L. 2011: The Early Valanginian ammonite, brachiopod and crustacean fauna of the Mecsek Mts. and its relationships with the embryonic shallow water hydrothermal vent at Zengővárkony (Mecsek Mts., South Hungary). — *Cretaceous Research* **32**, 565–574.
- BUJTOR, L. 2012a: A Valanginian crustacean microcoprolite ichnofauna from the shallow-marine hydrothermal vent site of Zengővárkony (Mecsek Mts., Hungary). — *Facies* **58/2**, 249–260.
- BUJTOR, L. 2012b: A mecseki alsó-kréta (valangini) hidrtermális hasadékközösség őslénytani jellege. — *Földtani Közönlöny* **142/2**, 137–148.
- BUJTOR, L. & JANSSEN, N. M. M. (in press): Lower Valanginian and Lower Hauterivian belemnites from a shallow marine hydrothermal vent site and adjacent facies in the Mecsek Mts. (South Hungary). — *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*.
- BUJTOR, L. & SZINGER, B. (in press): Micropaleontology of a shallow marine hydrothermal vent site (Lower Valanginian – Lower Hauterivian, Mecsek Mts., South Hungary). — *Marine Micropaleontology*.
- CALLENDER, W. R. & POWELL, E. N. 1992: Taphonomic signature of petroleum seep assemblages on the Louisiana upper continental slope: recognition of autochthonous shell beds in the fossil record. — *Palaios* **7**, 388–408.
- CORCORAN, P. L. 2000: Recognizing distinct portions of seamounts using volcanic facies analysis: examples from the Archean Slave Province, NWT, Canada. — *Precambrian Research* **101**, 237–261.
- CSÁSZÁR, G. 2002: Urgon formations in Hungary with special reference to the Eastern Alps, the Western Carpathians and the Apuseni Mountains. — *Geologica Hungarica series Geologica* **25**, 209 p.
- CSÁSZÁR, G. & TURNŠEK, D. 1996: Vestiges of atoll-like formations in the Lower Cretaceous of the Mecsek Mountains, Hungary. — *Cretaceous Research* **17**, 419–442.
- DANDO, P. R., HUGHES, J. A. & THIERMANN, F. 1995. Preliminary observations on biological communities at shallow hydrothermal vents in the Aegean Sea. — In: PARSON, L. M., WALKER, C. L. & DIXON D. R. (eds): Hydrothermal vents and processes. *Geological Society, London, Special Publication* **87**, 303–317.
- DESBRUYERES, D., HASHIMOTO, J. & FABRI, M-C. 2006: Composition and biogeography of hydrothermal vent communities in Western Pacific back-arc basins. — In: CHRISTIE, D. M. et al. (eds): Back-Arc spreading systems: Geological, Biological, Chemical, and Physical Interactions. *Geophysical Monograph Series* **166**, 215–234..
- DWORSCHAK, P. C., FELDER, D. L. & TUDGE, C. C. 2012: Infraorders Axiidea DE SAINT LAURENT, 1979 and Gebiidea DE SAINT LAURENT, 1979 (formerly known collectively as Thalassinidea). — In: SCHAM F. R. & VAUPEL-KLEIN, J. C. von (eds): *Treatise on*

- Zoology — Anatomy, Taxonomy, Biology. *The Crustacea, Volume 9, Part B Eucarida: Decapoda: Astacidea (Enoplo-metopoida, Nephropoidea), Glypheidea, Axiidea, Gebiidea, and Anomura*. — Koninklijke Brill NV, Leiden, Boston, 109–220.
- FELGENHAUER, B. E. 1992: Internal anatomy of the Decapoda: An overview. — In: HARRISON, F. W. & HUME, A. G. (eds): *Microscopic anatomy of Invertebrates Volume 10: Decapod Crustacea*, Wiley-Liss Inc., 45–75.
- GONZÁLEZ, A. F., GUERRA, A., PASCUAL, S. & BRIAND, P. 1998: *Vulcanoctopus hydrothermalis* gen. et sp. nov. (Mollusca, Cephalopoda: an octopod from a deep-sea hydrothermal vent site. — *Cahiers de Biologie Marine* **39**, 169–184.
- HETÉNYI R., HÁMOR G. & NAGY I. 1968: *Magyarázó a Mecsek hegység földtani térképéhez. 10.000-wa sorozat, Apátvarasd*. — Magyar Állami Földtani Intézet, 55 p.
- HOYOUX, C., ZBINDEN, M., SAMADI, S., GAILL, F. & COMPERE, Ph. 2009: Wood-based diet and gut microflora of a galatheid crab associated with Pacific deep-sea wood-falls. — *Marine Biology* **156**, 2421–2439.
- JÁGER, V & MOLNÁR, F 2009: Lower Cretaceous continental-rift type black smoker system in the East Mecsek Mts. — *Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gessellschaft* **155**, p. 70.
- JÁGER, V, MOLNÁR, V, BUCHS, D & KODERA, P. 2012: The connection between iron ore formations and „mud-shrimp” colonizations around sunken wood debris and hydrothermal sediments in a Lower Cretaceous rift basin, Mecsek Mts., Hungary. — *Earth-Science Reviews* **114/3–4**, 250–278.
- KIEL, S. 2010: On the potential generality of depth-related ecologic structure in cold-seep communities: Evidence from Cenozoic and Mesozoic examples. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **295/1–2**, 245–257.
- KROBICKI, M. 1994: Stratigraphic significance and paleoecology of the Tithonian-Berriasian brachiopods in the Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Poland. — *Studia Geologica Polonica* **106**, 89–156.
- LIN, F-J., KOMAI, T. & CHAN, T-Y. 2007: A new species of callianassid shrimp (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) from deep-water hydrothermal vents of Taiwan. — *Proceedings of the Biological Society of Washington* **120/2**, 143–158.
- MARTIN, J.W. & HANEY, T.A. 2005: Decapod crustaceans from hydrothermal vents and cold seeps: a review through 2005. — *Zoological Journal of the Linnean Society* **145**, 445–522.
- MOLNÁR J. 1961: A zengővárkonyi vasérckutató. — *Bányászati és Kohászati Lapok* **94/3**, 187–194.
- NAGY I. 1963: A Zengővárkonyánál feltárt malm rétegösszetétel mikrobiotáfis-vizsgálata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1961. évről*, 97–107.
- NEKVASILOVÁ, O. 1969: New information on the occurrence of brachiopods at Štramberg (Stramberg), Moravia (Czechoslovakia, Upper Tithonian and Lower Cretaceous). — *Vestník ústřednyh Ústavu geologicki* **44**, 261–263.
- NEKVASILOVÁ, O. 1977: Rhynchonellida (Brachiopoda) from the Lower Cretaceous of Štramberg (Czechoslovakia). — *Sborník geologických Ved, Paleontologie* **19**, 45–77.
- PAILLERET, M., HAGA, T., PETIT, P., PRIVÉ-GILL, C., SAEDLOU, N., GAILL, F. & ZBINDEN, M. 2007: Sunken wood from the Vanuatu Islands: identification of wood substrates and preliminary description of associated fauna. — *Marine Ecology* **28**, 233–241.
- PALIK, P. 1965: Remains of crustacean excrement from the lower Cretaceous of Hungary. — *Micropaleontology* **11**, 98–104.
- PANTÓ G., VARRÓK K. & KOPEK G. 1955: A zengővárkonyi vasérckutató földtani eredményei. — *Földtani Közöly* **85**, 125–144.
- PECKMANN, J., SENOWBARI-DARYAN, B., BIRGEL, D. & GOEDERT, J. L. 2007: The crustacean ichnofossil *Palaxius* associated with callianassid body fossils in an Eocene methane-seep limestone, Humptulps Formation, Olympic Peninsula, Washington. — *Lethaia* **40**, 273–280.
- SCHWEIGERT, G., SEEGIS, D. B., FELS, A. & LEINFELDER, R. R. 1997: New internally structured decapod microcoprolites from Germany (Late Triassic/Early Miocene), southern Spain (Early/Middle Jurassic) and Portugal (Late Jurassic): taxonomy, palaeoecology and evolutionary implications. — *Paläontologische Zeitschrift* **71**, 51–69.
- SKILLING, I. P., WHITE, J. D. L. & MCPHIE, J. 2002: Peperite: a review of magma-sediment mingling. — *Journal of Volcanology and Geothermal Research* **114**, 1–17.
- SZTRÓKAY K. I. 1952: Mecseki vasércképződés. — *A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Osztályának Közleményei* **3**, 11–23.
- TARASZOV, V. G., GEBRUK, A. V., MIRONOV, A. N. & MOSKALEV, L. I. 2005: Deep-sea and shallow-water hydrothermal vent communities: two different phenomena? — *Chemical Geology* **224**, 5–39.
- TREJO, M. 1980: Distribucion estratigráfica de los Tintinidos mesozoicos mexicanos. — *Revista Instit. Mexicana Petrol (Mexico-City)* **12/4**, 4–13.
- TÜRKEY, M. & SAKAI, K. 1995: Decapod crustaceans from a volcanic hot spring in the Marianas. — *Senckenbergiana maritima* **26/1–2**, 25–35.
- VADÁSZ E. 1935: *A Mecsek hegység. Magyar tájak földtani leírása I*. — Magyar Királyi Földtani Intézet, Budapest 180 + xxv p.
- VAN DOVER, C. L. 2000: *The ecology of deep-sea hydrothermal vents*. — Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 424p.
- VAN DOVER, C. L., FRANKS, P. J. S. & BALLARD, R. D. 1987: Prediction of hydrothermal vent locations from distributions of brachyuran crabs. — *Limnology and Oceanography* **32**, 1006–1010.
- VIALOV, O. S. 1978: Favreiniidae (coprolites of Crustacea) from Turonian of the Lower Amudaria. — *Paleontologicheskyy Sbornik* **15**, 58–567.
- VOIGHT, J. R. 2000: A deep-sea octopus (*Graneledone* cf. *boreopacifica*) as a shell-crushing hydrothermal vent predator. — *Journal of Zoology* **252/3**, 335–341.
- WEIN Gy. 1961: A szerkezetalakulás mozzanatai és jellegei a Keleti-Mecsekben. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **49/3**, 759–768.
- WEISSERT, H. & ERBA, E. 2004: Volcanism, CO<sub>2</sub> and palaeoclimate: a Late Jurassic – Early Cretaceous carbon and oxygen isotope record. — *Journal of the Geological Society, London* **161**, 1–8.
- WHITE, J. D. L., MCPHIE, J. & SKILLING, I. P. 2000: Peperite: a useful genetic term. — *Bulletin of Volcanology* **62**, 65–66.
- WOLFF, T. 2005: Composition and endemism of the deep-sea hydrothermal vent fauna. — *Cahiers de Biologie Marine* **46**, 97–104.