

A mecseki alsó-kréta (valangini) hidrotermális hasadékköltés őslénytani jellege

BUJTOR László¹

¹ Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézet, Földtani Tanszék, zittelina@t-online.hu

The palaeontological character of the Lower Cretaceous (Valanginian) hydrothermal vent filling of the Mecsek Mts, Hungary

Abstract

The fauna of the Valanginian shallow-marine hydrothermal vent site of the Mecsek Mts (South Hungary) is unique. In Europe this is the only shallow-marine vent site from the Mesozoic, which gives a special importance to the site. Furthermore, its uniqueness is more pronounced by the mixing of typical vent-related taxa and other non-vent related normal shallow-marine taxa. The prevailing elements of the fauna are the large-sized brachiopods dominated by *Lacunosella hoheneggeri* and *Nucleata veronica*. Beside the brachiopods, the rich and diverse microcoprolite ichnofauna refers to a vivid and rich crustacean fauna. The ichnofauna contains eleven species of *Favreina*, *Parafavreina*, *Helicerina* and *Palaxius* genera. Together, these count as the most diverse microcoprolite ichnofauna of the Mesozoic. These typical, vent-related elements are mixed up with the normal shallow marine fossils, such as cephalopods (*Nautiloidea* gen. et sp. ind., *Lytoceras*, *Phylloceras* sp.), gastropods (*Pleurotomaria* sp.) and (in great quantities) echinoid spines (*Cidaris*, *Balanocidaris*, *Pseudocidaris*); the latter are not generally considered as vent-related taxa.

Keywords: Lower Cretaceous, hydrothermal vent, shallow marine

Összefoglalás

A Mecsek hegységi valangini korú, sekélytengeri hidrotermális hasadékköltés faunája egyedülálló a maga nemében. Különlegességét nemcsak ritkasága (az egyetlen mezozoos sekélytengeri hasadékköltés), hanem gazdag faunája is adja, amelyben keveredik a tipikus, csak hasadékokra jellemző fauna a sekélytengeri fáciesek megszokott faunaelemeivel. A fauna meghatározó alkotói a nagyméretű brachiopodák, melyek leggyakoribb taxonjai a *Lacunosella hoheneggeri* és a *Nucleata veronica*. Ezek mellett diverz rákfáunára utal az ugyancsak egyedülálló gazdagságú kopolit-együttes, amely a *Favreina*, *Helicerina*, *Palaxius* és *Parafavreina* nemzetségek 11 fajt tartalmazza és ezzel a mezozoikum leggazdagabb rákkopolit faunáját adja. Ezen tipikus, hasadékköltés-elemek mellett ugyancsak nagy számban jelennek meg a sekélytengeri elemek, mint a tengerisüntüskék (*Balanocidaris*, *Cidaris*, *Pseudocidaris*). Előfordulnak cephalopodák (*Nautiloidea* gen. et sp. ind., *Lytoceras*, *Phylloceras* sp. ind.) és csigák (*Pleurotomaria* sp.) is, melyek ugyancsak nem tartoznak a tipikus hasadékköltés-elemek közé.

Tárgyszavak: alsó-kréta, hidrotermális hasadék, sekély tenger

Bevezetés

A recens (CORLISS et al. 1979) és fosszilis (HAYMON et al. 1984) hidrotermális hasadékköltések felfedezése alig három évtizedes múltat tekint vissza, de mára a téma a földtudományi kutatások robbanásszerűen fejlődő ága lett. Ennek oka nemcsak ezen képződmények egyediségében keresendő, hanem abban is, hogy az exobiológiai és planetológiai kutatások sokat merítenek a téma kutatása

során elért eredményekből. A hidrotermális hasadékköltések ugyanis (a hideg-szivárgásos közösségekkel együtt) a földi bioszféra különleges és egyedi, nem fotoszintézis alapú életközösségeihez tartoznak. A recens hidrotermális hasadékokból mintegy 220 fajt ismerünk (DESBRUYÈRES et al. 2006), és egy-egy új mélytengeri hasadékköltés felfedezésével az újonnan felfedezett és leírt fajok száma folyamatosan nő. Csoportosításukat és ismertetésüket a magyar nyelvű irodalomban BUJTOR

(2010) kezdte meg. A hidrotermális hasadékrendszerek leggyakoribb típusai (CAMPBELL 2006) mélytengeri és elsősorban óceáni kéreghez kapcsolódó geotektonikai környezetben, azaz az óceánközépi hátságok központi, feláramlási régióiban jelennek meg. Előfordulnak ugyan kontinentális riftesedéshez kapcsolódóan is, ám a sekélytengeri fáciesekben ritkák és azonosításuk a földtani-őslénytani anyagban meglehetősen nehéz (TARASZOV et al. 2005). DANDO (2010) rendszere alapján a 200 méteres mélységnél kisebb vízmélység mellett kialakult hidrotermális hasadékokat minősítjük sekélytengerinek. A fosszilis hidrotermális hasadékrendszerek ritkák, Európából mindössze három (KIEL & TYLER 2010) ilyen képződmény ismert: az alsó-kréta Troodosi Ofiolit Ciprusról (OUDIN & CONSTANTINOU 1984, LITTLE et al. 1999), az alsó-karbon Pb-Zn-barit üledék Írországból (BANKS 1985, BOYCE et al. 2003) és a norvégiai alsó-ordoviciumi fonalas szerkezettű hematit jáspis Trondheimből (LITTLE et al. 2004a). Európai viszonylagos ritkaságuk ellenére Földünkön csaknem 100 ilyen képződményt ismerünk, és biztosan állíthatjuk, hogy a földtörténet elmúlt ötszázmillió évében a hidrotermális hasadékrendszerek folyamatosan jelen voltak. Európában sekélytengeri (sensu DANDO 2010) fosszilis hidrotermális hasadékközösséget a mezozoikum-ból csupán a Mecsek hegységből ismerünk (BUJTOR 2006a, b, 2007, 2009a, b, 2011, 2012; JÁGER & MOLNÁR 2009; JÁGER 2011), sőt egész Európában mindössze két fanerozoikum-i sekélytengeri fosszilis hidrotermális hasadékközösségről tudunk. Az egyik az írországi Tynagh kora-karbon piritesedett féregcsövei (BANKS 1985, BOYCE et al. 2003) 100 m-nél sekélyebb vízmélységből, míg a másik a mecseki kifejlődés. A fosszilis hidrotermális hasadékrendszerek tehát nemcsak ritkák, hanem mindig különleges földtani, geotektonikai és fáciesviszonyokat jelölnek, illetve ilyenekre utalnak. Ennek ellenére (a recens analógiák hiányában) az 1980-as évek előtt felismerésük és helyes azonosításuk, valamint a tágabb földtani környezetbe illesztésük nem volt lehetséges.

A jelen írás magyar nyelven az első, áttekintő és szintetizáló célú megközelítése a mecseki alsó-kréta hidrotermális hasadékrendszerek paleontológiájának. Egyes vizsgálatok eredményei vagy következtetései már nyomtatásban is megjelentek (BUJTOR 2006a, 2007, 2009a, 2011, 2012) vagy az eredmények közlése folyamatban van, illetve ismeretterjesztő célú közreadása megtörtént (BUJTOR 2006b, 2009b, 2010).

Előzmények

A valangini korú, sekélytengeri hidrotermális hasadékrendszerként azonosított képződmény első ízben DEZSŐ Rezső magánvállalkozó mágneses deklináció méréseivel került az érdeklődés homlokerébe, még az 1930-as évek elején. DEZSŐ mágneses méréseivel mutatta ki a limonitos vasércet, aminek kitermelésére bányaugedélyt kapott. Terveit azonban a világháború és az azt

követő időszak elsodorta. A területen csak később, az 1950-es évek elején indult meg a bányászati tevékenység. A kitermelés aktív éveiben, 1952 és 1954 között mintegy 24 850 tonna ércet fejtettek ki (MOLNÁR 1961). A kitermeléssel együtt folytak a geológiai és paleontológiai kutatások is. A mikroszkópi vizsgálatok igen hamar (SZTRÓKAY 1952) ráirányították a figyelmet az üledékes vasérchez kapcsolódó, vagy abban található, tömegesen, kőzetalkotó mennyiségben előforduló, kezdetben a Dasycladaceae taxonhoz tartozónak vélt mikrofossziliákra, amiket PANTÓ et al. (1955) publikált. A korai kutatások nagyon helyesen állapították meg, hogy a biogén eredetű üledékes vasérc a tenger alatti vulkáni kigőzölgésekhez, illetve feláramlásokhoz kapcsolódik. PALIK (1965) úttörő mikropaleontológiai vizsgálatai bizonyították, hogy a korábban alfafélének tartott biogén maradványok fosszilis rákürülékszemcsék. A különleges kifejlődésből PALIK (1965) hat új koproilit-nyomfosszília fajt ismertetett: *Favreina dispentochetarius*, *F. hexaochetarius*, *F. octoochetarius*, *Palaxius triochetarius*, *P. tetraochetarius*, *P. decaochetarius*. Ezek mellett a Callianassidae taxonba sorolt tízlábú rák csápmaradványokat is felismert a vékonycsiszolatokban. A bányászati tevékenység megszűnésével és a bánya felhagyásával az enigmatikusan kis érctelep kutatása kikerült a geológiai kutatás homlokeréből, ám a gyűjtött őslénytani anyagból SZÖRÉNYI (1961, 1965) igen jó megtartású tengerisün-tüskéket ismertetett (*Balanocidaris rysacantha*, *Cidaris cherennensis*, *Pseudocidaris clunifera*), és korukat hauerivinek határozta meg. SZÖRÉNYI (1961) felhívta a figyelmet az érdekes, szirtlakó életmódú crinoideákra is (*Torynocrinus*, *Labiocrinus*). A Keleti-Mecsek földtani térképezése során FÜLÖP (in: HETÉNYI et al. 1968) ismertetett makrofaunát az egykori bánya meddőhányójáról, elsősorban fejlábúakat és brachiopodákat (*Neolissoceras grasianum*, *Olcostephanus astierianus*, *Neocomites neocomiensis*, *Duvalia dilatata* és *Rhynchonella malbosii*). Ezek mellett említett süntüskéket, valamint *Torynocrinus* sp. maradványokat is. A makrofauna mellett *Tintinnopsella carpathica* és *Globigerina* sp. mikrofossziliákat is közölt az általa késő-valangini korúnak tartott üledékes vasércből. Hallomásból tudom, hogy nagy örömet jelentett számára a koproilitok felismerése. Ezt követően a terület és érdekes kifejlődése teljesen kikerült az érdeklődés homlokeréből. Megfelelő elméleti háttér és szemlélet hiányában nem volt lehetőség a zengővárkonyi ércesedés helyes értelmezésére és a tágabb földtani környezetbe illesztésére. Ez azonban semmiképpen sem fogható fel a múlt századi kiváló terepi és elméleti felkészültségű szakemberek hiányosságaként, ugyanis akkoriban semmilyen recens analógia nem kínált fogódzót számukra a képződmény helyes megközelítéséhez.

A fosszilis sekélytengeri hasadékközösségek (a mélytengeriekkel ellentétben) nemcsak ritkák, de azonosításuk is nehéz az őslénytani anyag alapján (TARASZOV et al. 2005), ugyanis nem rendelkeznek specifikus, csak a sekélytengeri hasadékközösségekre jellemző faunával. Ugyan a földtani

kifejlődés egyértelműen jelzi a tenger alatti vulkáni működést, és annak sekélytengeri kifejlődését, ám az 1980-as évek közepéig ennek kapcsolata és összefüggései az élővilággal teljesen ismeretlenek voltak. A magyar földtani kutatás régi adóssága tehát a zengővárkonyi ércesedés ellentmondásmentes értelmezése és a tágabb földtani környezetbe történő zavartalan beillesztése. Ezt a feladatot korábban még a fejlődéstörténettel foglalkozó tanulmányok (BÉRCZINÉ et al. 1996) sem tudták megoldani.

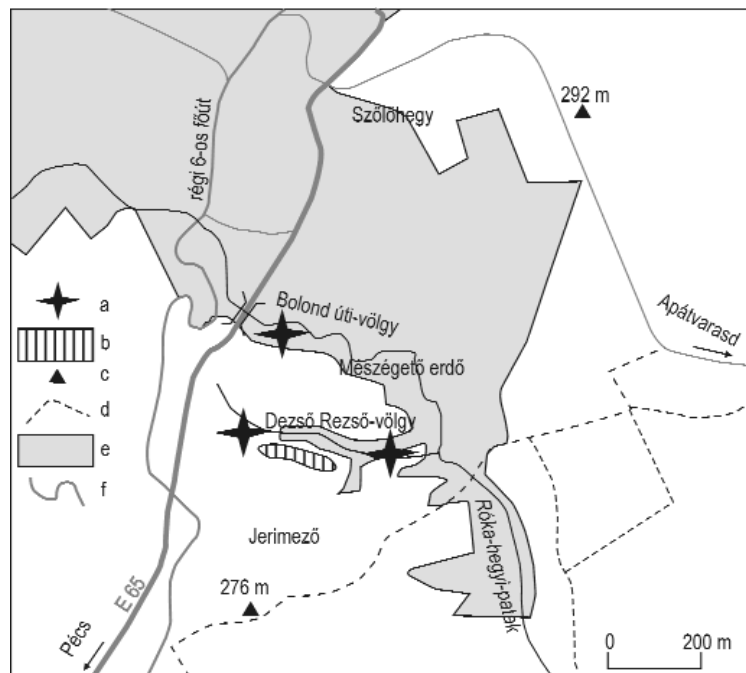
Az enigmatikus kifejlődés új szempontú megközelítésére BUJTOR (2006) tett kísérletet, majd az őslénytani és stabil izotóp bizonyítékok alapján először vetette fel (BUJTOR 2007), hogy a zengővárkonyi ércesedés ősmaradványai sekélytengeri hidrotermális hasadékhöz kapcsolódó faunát alkotnak. BUJTOR (2007) új genetikai modellt dolgozott ki az ércesedés értelmezésére is. A korábbi ősföldrajzi rekonstrukciókat (BÉRCZINÉ et al. 1996, CSÁSZÁR 2002) módosította, a kifejlődést a mecseki alsó-kréta vulkanizmushoz kapcsolta, és abból vezette le. Az őslénytani kutatásokkal párhuzamosan, de attól függetlenül zajlott a terület ásványtani-közvetlen újrávizsgálata. JÁGER & MOLNÁR (2009) felfedezte az elsődleges földtani bizonyítékot, a mecseki fosszilis hidrotermális hasadékhöz egykori kúrtóit. Ez a kiemelkedő fontosságú és megdönthetetlen bizonyíték egyrészt megerősítette és alátámasztotta BUJTOR (2006, 2007, 2009a) vizsgálatait és következtetéseit, másrészt szenzációs földtani leletként adott ismertetést Európa első sekélytengeri fosszilis hidrotermális kúrtórendszeréről. A jelenleg is zajló kutatások (JÁGER 2011; BUJTOR 2011, 2012) újabb meglepő részeredményeket hoztak a kúrtókhöz kapcsolódó mikrobiológiai (JÁGER 2011) viszonyokról és a kapcsolódó faunáról (BUJTOR 2012). JÁGER (2011) a párnalávák közötti mészkőből a *Favreina belandoi*, *Parafavreina huaricolcensis* és *Helicerina siciliana* taxonokat ismertetett, míg BUJTOR (2012) a Bolond úti-völgyből a PALIK (1965) által leírt fajok mellett a Magyarországról még ismeretlen *Palaxius darjaensis* és *P. salataensis* fajokat közli. Ezzel a mecseki hidrotermális hasadékhöz kapcsolódó faunája négy nemzetség 11 fajtát öleli fel, amely a mezozoikum leggazdagabb mikrokoprolit-faunájaként értékelhető.

Földtani környezet, szelvények

A Mecsek hegység a mikrolemezként definiált (CSONTOS & VÖRÖS 2004) Tiszai-főegységhez tartozik, amely a késő-jura kezdetén vált le az európai lemez déli pereméről. Ennek kiváltó oka az a kontinentális riftesedés volt (LANTAI 1987, HARANGI 1994, HUEMER 1997), amelynek vulkanitjai szerte a Mecsek

hegységben és a Mecseki-zóna távolabbi pontjain is megtalálhatók (BILIK 1983). A vulkáni működés a tengerszint fölé magasodó kúpot épített (CSÁSZÁR & TURNŠEK 1996), ám a vízmélység a medence legmélyebb pontján (a mai Kisújványi-medence területén) sem haladta meg az 500 métert (CSÁSZÁR 2002) a kivékonyodó kontinentális lemez fölött. Az egykori vulkán központja Kisújványától ÉNy-i irányban lehetett (WEIN 1961, 1965), míg DK-i irányban alakult ki a zengővárkonyi ércesedés. Érdekes bizonyíték a két terület szoros ősföldrajzi kapcsolatára az a *Palaxius decaochetarius* koprolit, amit BUJTOR (2011, Fig. 5) közölt a Kisújványi-medencéből. Ezt BUJTOR (2007, 2012) zengővárkonyi eredetűnek tartja, és álláspontja szerint a bezáró mészkőklasztal együtt üledékfolyással került a zengővárkonyi, kiemelt térszínű hasadék területéről a mélymedence agyagos, márga tartalmú üledéksorába.

A vizsgált szelvények az egykori zengővárkonyi bányaterülethez (1. ábra), vagy annak környékéhez kapcsolódnak. Nemcsak a hidrotermális kúrtórendszer roncsai (JÁGER & MOLNÁR 2009, JÁGER 2011), hanem az igen gazdag, brachiopodák uralta makrofauna is a Dezső Rezső-völgyből került elő (2. ábra). A Bolond úti-völgyből (3. ábra) BUJTOR (2012) Magyarországról ismeretlen koprolitaxonokat ismertet, bár ez a feltárás is a hidrotermális hasadékhöz kapcsolódik. A múlt századi kutatók ugyancsak a Dezső Rezső-völgyből említették az ércesedéshez kapcsolódó fossziliákat (SZTRÓKAY 1952,



1. ábra. A zengővárkonyi egykori bányaterület vázlatos térképe, a vizsgált szelvények feltüntetésével

a) vizsgált szelvények, b) törmelékből gyűjtött példányok, c) magassági pont, d) dűlőút, e) erdővel borított terület, f) műút

Figure 1. Generalized map of the former iron-ore mine at Zengővárkony with indication of the investigated sections

a) investigated section, b) specimens collected from the floor of the valley, c) height, d) track, e) area covered by forest, f) road

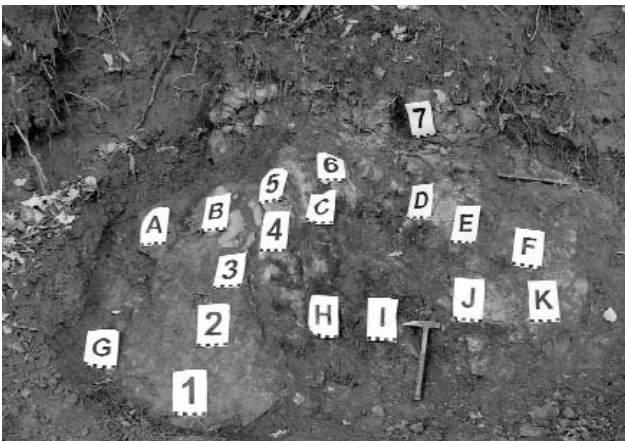


2. ábra. Feltárás a Dezső Rezső-völgy ÉNy-i végében

A vulkanitra konkordánsan települő vékony, 2–5 cm vastag, vöröses színű mészkőréteg igen gazdag, limonitos-mangános bekéregzésű, allochton makrofaunát tartalmaz, mely fölfelé okkersárga, gyér faunartalmú mészkőbe megy át. Ezt a réteget a kibúvás legalsó része tárja fel

Figure 2. Section at the NW edge of the Dezső Rezső Valley

A red coloured limestone bed of 2–5 cm thickness lays concordantly on the volcanite and contains an allochthonous macrofauna encrusted by limonitic-manganese film. This bed is followed by an ochre coloured limestone bed with rare fossil content. The first limestone bed is exposed by the lowermost part of the section



3. ábra. Feltárás a Bolond úti-völgyből

A limonitos, töredezett mészkőblokk kicsipődött tektonikus blokkként értelmezhető. Igen gazdag és diverz (mikroprolit, foraminifera, szivacsstű) mikrofaunát tartalmaz. A szám (1–9) és betűsorozat (A–K) tagjai egyedi mintavételezési helyeket jelölnek, melyek célja a koproilitok előfordulásának és eloszlásának területi vizsgálata

Figure 3. Section in the Bolond út Valley

It is a limonitic and fractured limestone block which is interpreted as a tectonically uplifted block. It contains rich and diverse microfauna (microcoprolites, foraminifers, sponge spicules). Members of the number (1–9) and letter (A–K) sequences refer to sample points to investigate the occurrences and distribution of the microcoprolites

PANTÓ et al. 1955, PALIK 1965, SZÖRÉNYI 1961, 1965; FÜLÖP in: HETÉNYI et al. 1968). Az új kutatások azonban nemcsak a Dezső Rezső-völgyet érintették (BUJTOR 2006, 2007), hanem a tágabb területet is, ahonnan új lelőhelyekről (Pusztakisfalu: JÁGER 2011; Bolond úti-völgy: BUJTOR 2012) kerültek elő újabb, a hasadékrendszerhez kapcsolódó ősmaradványok. Ezen új ismeretek, valamint a korábbi adatok újraértékelése tette lehetővé, és készítette elő a hidrotermális hasadék őslénytanának megfelelő értékelését és értelmezését.

A hidrotermális hasadékköztér földtani jellemzői

A recens hasadékköztéreknél jól megfigyelhető, hogy a szétterjedési zóna tengelyétől kissé távolabb, párnalávák alkotta környezetben alakulnak ki a hidrotermális hasadékokból kiáramló forró oldatok kürtői. A mecseki feltárások alapján hasonló felépítésű fosszilis hidrotermális hasadékköztér rekonstruálható. A felszíni feltárások elmállott anyagában még ma is jól kirajzolódik a párnák alakja és a hülési kéreg (4. ábra). A párnalávák hólyag-



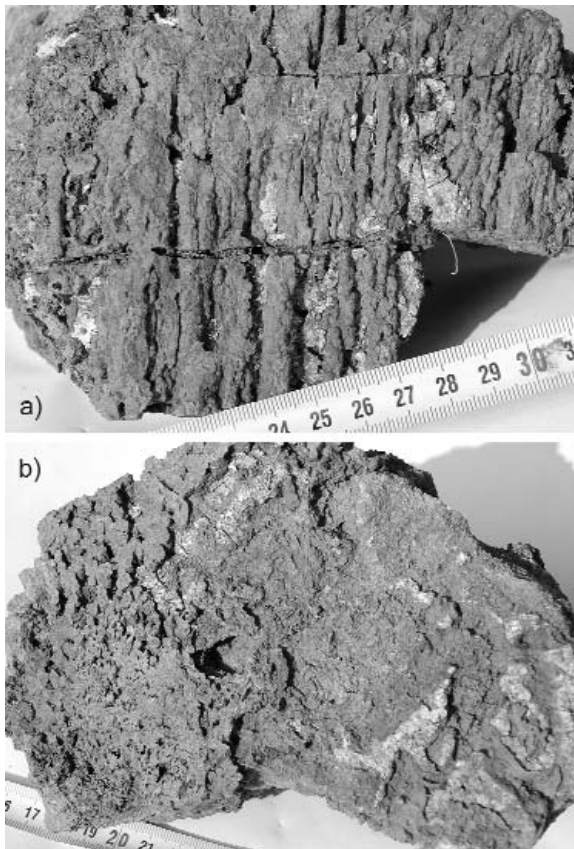
4. ábra. Feltárás a Dezső Rezső-völgy DK-i végében

Jól megfigyelhető az erősen mállott párnalávák vánkosszerkezete, amit az eltérő színűre mállott hülési kéreg jelöl ki. Az egyes lávapárnák találkozásánál képződő fészkekből (előfordulásukat a méretarányként is szolgáló geológuskalapács jelöli) származnak a kvarc-kalcit ásványtársulások (1. még: 6. ábra)

Figure 4. Section at the SE edge of the Dezső Rezső Valley

The pillow structure of the fully altered pillow lava is well observable and is indicated by the different colour of the altered chilled margin of the pillows. The quartz and calcite mineral assemblages are derived from the nests hosted by the associated pillows (indicated by the geologic hammer as a scale). For further reference please see Figure 6

indexe alapján JÁGER & MOLNÁR (2009) sekély, legfeljebb 2–300 méteres vízmélységet becsült. A párnák közti repedésekben, közvetlenül a vulkanit felszínén emelkednek a kürtők, amelyek elmállott roncsain még felismerhetők a feláramló fluidumot vezető csövecskék (5. ábra). A kürtökhöz több generációs ásványtársulások kapcsolódnak, amelyeket JÁGER & MOLNÁR (2009) vizsgálatai szerint főleg goethit, pirit, markazit, szálas opál, kalcit és kvarc alkot (6. ábra). Vékonycsiszolatban (7. ábra) jól látható, hogy a csövecskék átmérője igen szűk, 400–600 mikron közötti. A kürtők anyagvizsgálata érdekes, és a hidrotermális eredet megerősítő bizonyítékkal szolgált. A stabil kénizotópok közötti természetes arányokat az élő rendszerek működése jelentős mértékben képes módosítani (HABICHT & CANFIELD 1997), ezért a ^{32}S - és ^{34}S -izotópok közötti arányt széles körben alkalmazzák a bakteriális szulfátredukáló tevékenység bizonyítására (DETMERS et al. 2001). JÁGER & MOLNÁR (2009) stabilizotóp-elemzése a zengővárkonyi mintákban is erősen negatív kénizotóp arányokat mutattak ki ($\delta^{34}\text{S}\text{‰}$: –35,9 és –28,0 között), ami erőteljes biológiai aktivitásra, kemoszintetizáló baktériumok tevékenységére utal. Ez döntő bizonyítéka a hidro-



5. ábra. Hidrotermális kúrtó roncsa a Dezső Rezső-völgyből

Jól megfigyelhető a csövecskék párhuzamos kötegekbe tömörülése, valamint gyökérszónájuk, amely a vulkanit felszínére települ, a) csövecskékkel párhuzamos nézet b) csövecskékre merőleges nézet

Figure 5. Remnant of a hydrothermal chimney from the Dezső Rezső Valley
Tiny cylinders joined in a sheaf. It is well observable the root region of the cylinders, which are settled on the volcanite, a) section parallel to cylinders b) section transversal to cylinders



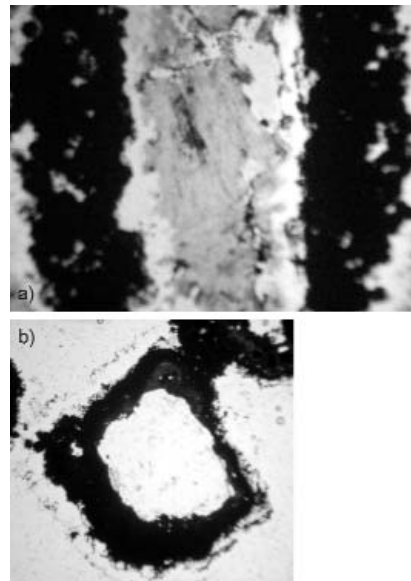
6. ábra. Kalcit és ametiszt ásványtársulás a vulkáni kúrtók mellett, Dezső Rezső-völgy, Mecsek hegység

A felszíni mállás miatt a kalcitkristályok felülete erősen korrodált

Figure 6. Calcite and amethyst mineral assemblage from the neighbourhood of the hydrothermal chimneys, Dezső Rezső Valley, Mecsek Mts

Due to the aerial erosion the surface of the calcite is heavily corroded

termális hasadékközösség létezésének, ugyanis az ilyen ökoszisztémák elsődleges termelői a kémiai energiát felhasználó baktériumok.



7. ábra. A hidrotermális hasadék csövecskéinek mikroszkópi képe

a) csövecskékkel párhuzamos metszet b) csövecskékre merőleges metszet. A csövecskék belső átmérője 0,9–1,1 mm, falvastagsága 0,5–0,6 mm között változik

Figure 7. Microphoto of the cylindrical structure of the hydrothermal chimneys

a) section parallel to cylinders, b) section transversal to cylinders. Internal diameter of the cylinders varies between 0.9 and 1.1mm. Thickness of the wall of the cylinders varies between 0.5 and 0.6mm

A hidrotermális hasadékközpontrendszer fosszilis életközösségének jellemzői

A recens hidrotermális hasadékközösségek legfontosabb elemei a kémiai energia segítségével biomasszát produkáló baktériumok, azaz az ökoszisztéma elsődleges termelői. A mai óceánok mélyén, egy-egy hasadékközpontrendszer kialakulását követően, először mindig a baktériumok jelennek meg (VAN DOVER 2000). A kialakuló baktériumszönyegek, és a felhőszerűen áramló baktériumpelyhek jelzik az ionokban dús feláramlási zónákat. A makrofauna elemei közt mindig az annelida csőférgék (*Oasisia*, *Ridgeia*, *Riftia*, *Tevnia*) a pionír taxonok, melyek szimbiózisban élnek a kemoszintetizáló baktériumokkal (JONES 1981, 1985). Amint a társulás éretté válik, a recens közösségekben megjelennek a kagylók (VAN DOVER 2000), amik szintén szimbiózisban élhetnek a baktériumokkal. Ám a földtörténeti múltban — elsősorban a késő-krétát megelőzően (LITTLE & VRIJENHOEK 2003) — mind a hasadék-, mind a szivárgásos közösségekben a brachiopodák népesítették be ezt az ökológiai fülkét (CAMPBELL & BOTTJER 1995a). Ilyenek azonban a sekélytengeri fosszilis közösségekben rendszerint nem találhatók. Érdekes módon itt — az egyébként a mélytengeri hasadékközösségek csúcsragadozóinak számító — tízlábú rákok azok, amelyek a bakteriális szönyeget fogyasztották. A rákkoprolitok közül a *Palaxius* nemzetséget már régóta (POHL 1946) a recens Callianassidae taxonhoz tartozó gazdaszervezetekkel kapcsolították össze. Az őslénytani anyagból bizonyító erejű adat

azonban csak nemrég került elő az észak-amerikai eocénből (PECKMANN et al. 2007), ahonnan *Palaxius* koprolitot írtak le a gazdaszervezettel együtt. Az a tény, hogy a felsőrendű rákok igen jelentős közreműködői voltak a mecseki alsó-kréta üledékes vasérctelep akkumulációjának, már régóta ismert (PANTÓ et al. 1955, PALIK 1965). Ám a Callianassidae taxon recens fajaira beásó-fúró életmód jellemző, amely biotóp a hasadékrendszerek kemény felszínén ismeretlen. Ezeknek a rákoknak a tömeges jelenléte tehát csak oly módon értelmezhető, ha elfogadjuk JÁGER (2011) véleményét, mely szerint a koprolitok (vagy azok egyes ichnofajainak) egykori gazdaszervezetei a kiirtók közötti laza üledékben virágzó baktériumszőnyeget fogyasztották. A rákok, egyedszámukat tekintve meghatározó faunaelemei a recens hasadékoknak (MULLINEAUX & MANAHAN 1998), ahol nemcsak egyed-, de fajszámuk is igen jelentős (MACPHERSON et al. 2005). Sőt, VAN DOVER et al. (1987) azt is kimutatta, hogy a rákok felületegységre eső egyedszámából következtetni lehet a hasadékrendszer tengelyére, azaz a feláramlási zóna közép-pontjára: minél több az egy négyzetméterre eső rák, annál közelebb található a feláramlási zóna. A rákok szerepének (akár ragadozók, akár dögevők voltak) megértéséhez a fosszilis hasadék- és szivárgásos közösségekben a legjobb eszközt a koprolitok szolgáltatják (SENOWBARI-DARYAN et al. 2007). Nagyon valószínű, hogy a rákok fontos ragadozói voltak a brachiopodáknak a fosszilis kemoszintézis-alapú ökoszisztémákban (SANDY 2010). Éppen ezért a mecseki lelőhelyen meglepő, hogy a koprolitok tömeges előfordulása nem esik egybe az egyéb faunaelemek, elsősorban brachiopodák előfordulásával. A zengővárkonyi brachiopoda-faunában megfigyelhető méretnövekedést (BUJTOR 2006a, 2007), eddig kizárólag hideg-szivárgásos recens kagyló- és fosszilis brachiopoda (*Dzieduszyzkaia*, *Ibergirhynchia*, *Peregrinella*) populációknál figyelték meg. A Mecsekben tehát szesszilis benthosz (brachiopoda) és vagilis inbenthosz/epibenthosz (tízlábú rákok, tengeri sünök) élőlények uralták a fosszilis ökoszisztémát. Ám a táplálékhiány miatt a nektonikus élőlényeket is, így nagyméretű ammoniteszek (BUJTOR 2006a), csigák és tengeri sünök (BUJTOR 2011, 2012) ugyan-csak megjelentek a hasadékrendszeren. A nektonikus faunaelemek és a hasadékrendszer benthosz faunájának szoros kapcsolatára utal az a tény, hogy a Dezső Rezső-völgyi feltárásból előkerült egyik ammonitesz lakókamrájából írt le BUJTOR (2012) olyan koprolitot (*Palaxius triochetarius*), amely tömegesen csak a limonitos vasércből és kísérlő-kőzetéből ismert, sőt, a fajt eddig kizárólag Magyarországról, a Mecsek hegységéből említik (PALIK 1965, BUJTOR 2012). Persze ez nem közvetlen biotikus kapcsolatot jelez, azt azonban mindenképpen, hogy a cephalopodák a hasadékrendszert — feltehetőleg a táplálékhiány miatt — rendszeresen felkeresték és az elhalt cephalopoda váza akár magának a ráknak szolgált lakhelyül, vagy annak ürülékzemcséi sodródtak oda.

Megállapíthatjuk, hogy a mecseki hidrotermális hasadékrendszer faunája magas diverzitású és nagy egyedszámú, igen gazdag biocönózis volt — csak úgy, mint a recens hasadékközösségeké. Faunája mai ismereteink

szerint az alább részletesen ismertetett taxonokat tartalmazta, phylum szerinti bontásban.

Cephalopoda (Mollusca)

Sem a recens, sem pedig a fosszilis hasadékközösségeknek nem jellemző elemei a cephalopodák, bár a recens hidrotermális közösségek faunáiból is említik képviselőiket (DESBRUYÈRES et al. 2006). A zengővárkonyi faunában is csak akcesszorikus faunaelemként vannak jelen. Tekintethetnének ezeket akár besodort, akár post mortem szállítódott elemeknek is. Mégis, a hasadékközösség és az ammonoideák (8. ábra) közt létezett kapcsolat (BUJTOR 2012). Ezek alapján — csakúgy, mint a recens hidrotermális hasadék-



8. ábra. Nagyméretű ammonitesz (*Lytoceras subfimbriatum*) a Dezső Rezső völgy ősmaradványban gazdag, vulkanitra települő mészkőrétegekből
D=161,5 mm, Wb=47,5 mm, Wh=50,5 mm. A szerző gyűjtése

Figure 8. Big sized ammonite (*Lytoceras subfimbriatum*) from the fossiliferous limestone bed settled on the volcanite from the section at NW edge of the Dezső Rezső Valley

D=161.5mm, Wb=47.5mm, Wh=50.5mm. From the author's collection

közösségeknél — elmondhatjuk, hogy bár akcesszorikus jelleggel, de a cephalopodák is előfordulnak a hasadékközösségek faunájában. Jelenleg az alábbi taxonokat ismerjük a zengővárkonyi faunából:

Nautiloidea gen. et sp. ind.

Phylloceras sp. ind.

Lytoceras subfimbriatum (D'ORBIGNY, 1841)

Neolissoceras sp. ind.

Bivalvia (Mollusca)

Jelenlegi ismereteink szerint a mecseki hasadékközösség faunája nem tartalmaz egyetlen kagyló taxont sem, mégis érdemes kitérni ezen taxonra a recens és kainozoos hasadékközösségekben játszott alapvető szerepük miatt. A recens hasadékközösségek legmarkánsabb szesszilis faunaelemei közé ugyanis a nagyméretű kagylók tartoznak. A *Calypptogena* és *Bathymodiolus* nemzetségekhez tartozó fajok sokszor 10–30 cm-es nagyságúra is megnőnek és

mindig a vulkanit felszínén nyíló hasadékokban található hihetetlen tömegben és sűrűségben. Ezen fajokról bebizonyították (DISTEL et al. 1995), hogy szimbiózisban élnek kemoszintetizáló baktériumokkal. A kagylók recens sikereik ellenére viszonylag friss jövevények (LITTLE & VRIJENHOEK 2003) a hasadékrendszer faunájában. Csak a késő-kréta idején szorították ki teljesen a brachiopodákat ezekről az élőhelyekről (LITTLE et al. 2004a). Ennek feltételezett oka egyrészt a kagylók jobb alkalmazkodó képességének, másrészt annak a ténynek tudható be, hogy a brachiopodák nem voltak képesek szimbiózisra lépni a hasadékok elsődleges termelőinek számító kén- és/vagy metánbaktériumokkal. ZEJINA (2003) elemzése szerint ugyanakkor a brachiopodák kiszorulásának az oka az óceáni élelemlánc planktonikus elemeinek átalakulása volt. Akár ez, akár más okok játszottak szerepet, nem meglepő, hogy a mecseki alsó-kréta rétegsorból kimutatott fosszilis hasadékközösség nem tartalmaz kagyló-taxonokat. A további kutatástól sem remélhető, hogy ezt az állatsoportot kimutassuk a mecseki fosszilis hasadékfaunából.

Gastropoda (Mollusca)

A csigák igen fontos szerepet töltenek be a fosszilis és recens hideg szivárgásos közösségekben, ám szerepük a hidrotermális hasadékközösségekben alárendelt. Éppen ezért fontos és jelentős az a *?Pleurotomaria* sp. ind., amely Zengővárkonyból került elő. A csigák szerepe, súlya és az ökoszisztémában betöltött helye azonban ma még jórészt ismeretlen.

Crustacea (Arthropoda)

A felsőrendű rákok igen sok csoportja él a hidrotermális hasadékrendszeren. Ezeknek a taxonoknak egy része hasadék-specifikus (pl. Alvinocaridae), azaz kizárólag hasadékrendszerből írták eddig le, vagy nem hasadék-specifikus (pl. Callianassidae), azaz a tidális és fotikus zónában és hasadékokban egyaránt megjelenik. A rákfélék meghatározó vagilis epibenthosz faunaeleméi valamennyi hasadékközösségnek. Ebből következően a rák-koprolitok fontos azonosító elemei a fosszilis képződményeknek (BUCHS et al. 2009), és megértésük egyik kulcsát adják (SENOWBARI-DARYAN et al. 2007). A mecseki ichnofauna a mezozoikum leggazdagabb rák-koprolit faunáját szolgáltatta (BUJTOR 2012). Jelenlegi ismereteink szerint az alábbi taxonok fordulnak elő a mecseki anyagban:

Favreina belandoi SEEIG in SCHWEIGERT, SEEIG, FELS & LEINFELDER, 1997

F. dispentochetarius PALIK, 1965

F. hexaochetarius PALIK, 1965

F. octochoetarius PALIK, 1965

Helicerina siciliana SENOWBARI-DARYAN, SCHÄFER & CATALANO 1979

Parafavreina huaricolcanensis SENOWBARI-DARYAN & STANLEY, 1986

Palaxius darjaensis SILANTIEV in SENOWBARI-DARYAN & SILANTIEV, 1991

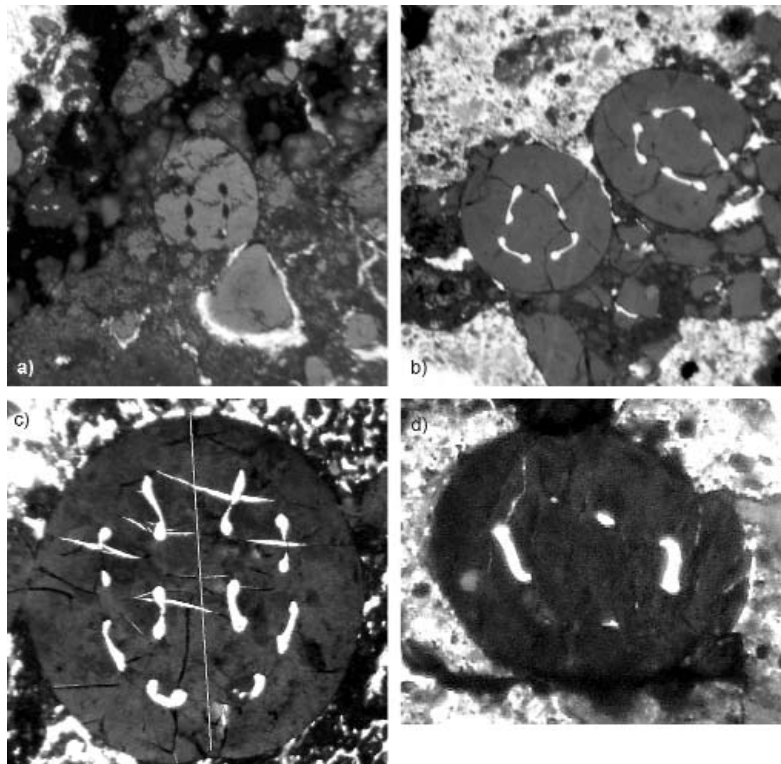
P. decaochetarius PALIK, 1965

P. tetraochetarius PALIK, 1965

P. triochetarius PALIK, 1965

P. salataensis BRÖNNIMANN, CROS & ZANINETTI, 1972

Bár a fauna diverz, az egyes fajok igen eltérő egyed-számban jelennek meg, és igencsak eltérő kifejlődésekben találhatók. A limonitos ércben leggyakoribb a *Favreina hexaochetarius* (9. ábra, a), a *Palaxius tetraochetarius* (9. ábra, b) és a *Palaxius decaochetarius* (9. ábra, c), míg a *Palaxius darjaensis* (9. ábra, d) és *P. salataensis* faj csupán egy-egy példánnyal képviselt. A *P. decaochetarius* oly egyedgazdagságban jelenik meg, hogy ezen nyomfosszília szinte teljes fejlődési sorát rekonstruálni lehetett 400-tól 1100 mikronig (BUJTOR 2012, Figs 4i–p, 5). Valamennyi *Palaxius* faj a tömeges ércesedésben, vagy annak fedőjében jelenik meg, míg a *Parafavreina* és *Helicerina* taxonok a peperites bazaltból származnak. Ez felveti a lehetőségét annak, hogy ezen fajok élőhelyét rekonstruálni lehet az egykori hasadék környezetében eltérő paleoökológiai igényeik alapján. *Favreina*-fajok mind az ércben, mind a peperitben megje-



9. ábra. Rákkoprolitok a Bolond úti-völgyből

a) *Favreina hexaochetarius*, D=300 μ m; b) *Palaxius tetraochetarius*, D=390 μ m; c) *Palaxius decaochetarius*, D=1030 μ m; d) *Palaxius darjaensis*, D=330 μ m

Figure 9. Crustacean microcoprolites from the Bolond út Valley

a) *Favreina hexaochetarius* D=300 μ m, b) *Palaxius tetraochetarius* D=390 μ m, c) *Palaxius decaochetarius* D=1030 μ m, d) *Palaxius darjaensis* D=330 μ m

lennek. Amennyiben SANDY (2010) felvetése helyes, és a felsőrendű rákok ragadozóí/dőgevői voltak a mecseki brachiopodáknak, úgy előbb-utóbb elő fog kerülni olyan szelvény/ősmaradvány, ahol közvetlenül lehet tetten érni a brachiopoda–rák interakció megkövült nyomát.

Articulata (Brachiopoda)

A brachiopodák a paleozoikumban folyamatosan, míg a mezozoikumban a késő-kréta kort megelőzően fontos szerepet játszottak mind a hidrotermális (LITTLE et al. 2004), mind a hideg-szivárgásos (CAMPBELL & BOTTJER 1995a, b) közösségekben. A méretnövekedés ennek ellenére — néhány kivételtől eltekintve — nem jellemzi a brachiopodákat. A mezozoikum legnagyobb méretű brachiopodái a *Peregrinella* taxon fajai. Jellegzetes, sokáig értelmezhetetlen diszjunkt elterjedési mintázatukat CAMPBELL & BOTTJER (1995b) fejtette meg, amikor kimutatták, hogy a *Peregrinella* a hideg-szivárgásos közösségek jellemző taxonja, s mint ilyen a mezozoikumban a nem fotoszintézis-alapú ökoszisztémákban azt a szerepet töltötte be, mint a recens közösségekben a kagylók. Ez a méretnövekedés irányította rá a figyelmet a zengővárkonyi brachiopoda-faunára, amelynek két faja szintén jelentős méretnövekedést mutat (BUJTOR 2006a, 2007) és az alábbi taxonokat tartalmazza:

Karadagithyris sp.

Lacunosella hoheneggeri (SUESS, 1858)

Moutonithyris moutoniana (D'ORBIGNY, 1849)

Nucleata veronica NEKVASILOVA, 1980

Oppeliella pinguicula (ZITTEL, 1870)

A Dezső Rezső-völgyből gyűjtött gazdag brachiopoda-fauna csaknem monotipikus, domináns faja a *Lacunosella hoheneggeri* (10. ábra) és alárendelten a *Nucleata veronica*.

Mindkét faj jelentős méretnövekedést mutat a típus-előhelyeiken gyűjtött faunák méreteloszlásához képest (11. ábra). Ez a méretnövekedés teljes összhangban áll a recens hasadékközösségek kagylófaunáinak esetében megfigyelt méretnövekedéssel, és felveti annak lehetőségét, hogy ezek a brachiopodák tolerálhatták a hasadékok környezetében található, számukra mérgező vizet, illetve azt, hogy kapcsolatban állhattak a hasadékokon előforduló kemoszintetizáló baktériumokkal. Ezek mellett a *Lacunosella hoheneggeri* dominanciája a sekélytengeri környezetnek is köszönhető, ugyanis KROBICKI (1994) és KROBICKI &

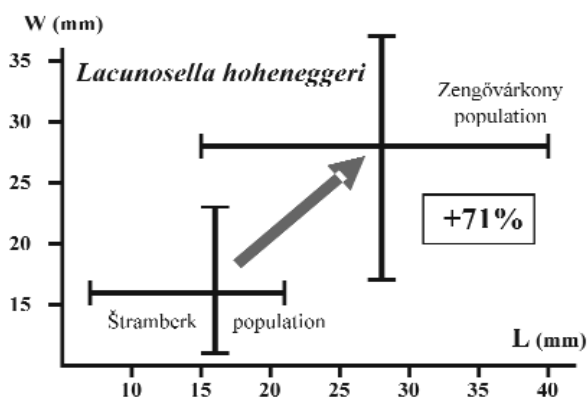


10. ábra. *Lacunosella hoheneggeri* a Dezső Rezső-völgyből

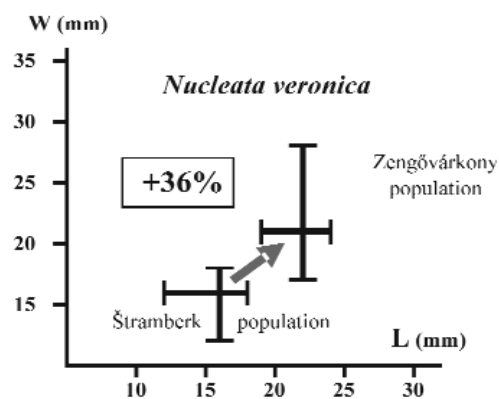
A héjon jól megfigyelhető a mangános-limonitos bekérgezés. W=38,6 mm, L=32,5 mm. A szerző gyűjtése

Figure 10. A *Lacunosella hoheneggeri* from the Dezső Rezső Valley

Note the limonitic-manganese encrustation on the shell. W=38.6mm, L=32.5mm. From the author's collection



	L _{min}	L _{max}	W _{min}	W _{max}	L _{aver}	W _{aver}	n
Zengővárkony	15,4	39,6	17,0	36,9	27,2	28,7	37
Štramberk	7,3	21,2	10,7	22,6	15,7	16,3	1101



	L _{min}	L _{max}	W _{min}	W _{max}	L _{aver}	W _{aver}	n
Zengővárkony	18,6	24,2	17,0	28,0	21,8	21,0	17
Štramberk	11,6	17,8	11,3	19,0	16,0	16,3	5

11. ábra. A *Lacunosella hoheneggeri* és a *Nucleata veronica* mecseki példányainak méreteloszlása, összevetve a típus-területen gyűjtött példányok méreteloszlásával. BUJTOR (2007) után, egyszerűsítve

W: a héj szélessége; L: a héj hosszúsága; n: a minta elemszáma; L_{aver}: a héj hosszúságának számtani átlaga; W_{aver}: a héj szélességének számtani átlaga

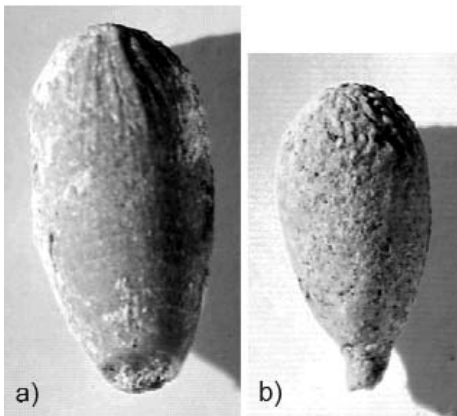
Figure 11. Size distribution of the specimens of *Lacunosella hoheneggeri* and *Nucleata veronica* collected from the Mecsek Mts compared to the size distribution of the specimens derived from the type localities. After BUJTOR (2007), simplified and modified

W: width of the conch, L: length of the conch, n: elements of the sample, L_{aver}: mean of the length of the conch, W_{aver}: mean of the width of the conch

WIERZBOWSKI (1996) kimutatták, hogy a faj a szublitórális zónára jellemző, és elsősorban a štramberki típusú (zátony jellegű) karbonátokban fordul elő. Ezt a megfigyelést támasztja alá KRAWCZYŃSKI (2008) megfigyelése, aki azt vizsgálta, hogy a kizárólag sekélytengeri thecideid brachiopodák milyen aljzathoz rögzültek. Igazolta, hogy ezek a sekélytengeri inarticulata brachiopodák szinte kizárólag *Lacunosella*-héjakra rögzültek. Feltételezhetjük tehát, hogy a *Lacunosella* olyan szerepet tölthetett be a sekélytengeri hidrotermális hasadékközösségekben, mint amilyen szerepet a szintén mezozoos *Peregrinella* játszott a mélytengeri hideg-szivárgásos közösségekben (CAMPBELL & BOTTJER 1995a, b), azaz ezek a brachiopodák a kora-kréta nem fotoszintézis-alapú ökoszisztémák elsődleges fogyasztói és legfontosabb prédaállatai voltak.

Echinoidea (Echinodermata)

Bár a fosszilis mélytengeri hidrotermális hasadékrendszerekből még nem írtak le tengeri sünöket, a recens sekélytengeri hidrotermális és vulkáni aktivitású különleges élőhelyeken hemzsegnak az echinodermata taxonok



12. ábra. Tengerisün-tüskék bunkói a Dezső Rezső-völgyből

a) *Balanocidaris rysacantha*, h=19,8 mm, d=9,3 mm. b.) *Cidaris cherenensis*, h=16,8 mm, d=8,3 mm. A szerző gyűjtése

Figure 12. Echinoid spines from the Dezső Rezső Valley

a) *Balanocidaris rysacantha*, h=19.8mm, d=9.3mm. b) *Cidaris cherenensis*, h=16.8mm, d=8.3mm. From the author's collection

egyedei (ZSIRMUNSZKI & TARASZOV 1990). Így tehát nem meglepő, ha az egyébként „oda nem illő” fosszilis sün-tüskéket jó megtartásban és nagy számban írták le a Dezső Rezső-völgyből (SZÖRÉNYI 1961, 1965), illetve ezek ma is nagy számban gyűjthetők (12. ábra). A jelenleg ismert taxonok:

Balanocidaris rysacantha (GRAS, 1848)

Cidaris cherenensis SAVIN, 1905

Pseudocidaris clunifera (AGASSIZ, 1836)

A tengeri sünök jelenléte mégsem meglepő, hiszen a sekélytengeri fáciesekben kifejlődött hidrotermális hasadékrendszerek faunája atipikus, és abban keverednek a csak hasadékra jellemző taxonok az egyéb, sekélytengeri euriók

taxonokkal. Ahogy azonban ismereteink bővülnek a hasadékrendszerek faunáiról, kerülnek elő „oda nem illő” taxonok, ami a hasadékfaunákról korábban gondoltak átértékelését teszi szükségessé. Ilyen meglepő felfedezés volt az, hogy VAN DOVER et al. (1996) tengeri sünt írtak le 1700 méteres vízmélységből, a Közép-Atlanti-hátság Lucky Strike nevű hasadékközösségből, amit később a *Gracilechinus alexandri* fajként azonosítottak (DESBRUYÈRES et al. 2006). Egyedei nem gyakoriak, mindössze 1–10 példányt számláltak meg merülésenként (LANGMUIR et al. 1997), és azok is a hasadéktól távol, a kagylómezők szélein tanyáztak. A tüskésbőrűek közül nemcsak tengeri sünök, hanem kígyókarúak (Asterozoa) is előfordulnak a recens hasadékközösségekben (DESBRUYÈRES et al. 2006), ami felveti, hogy a fosszilis faunákban is előfordulhattak egyéb tüskésbőrű taxonok.

Egyéb ősmaradványcsoportok

SZÖRÉNYI (1961) két érdekes, szirtlakó crinoideát (*Torynocrinus* (*Torynocrinus*) *granulatus* és *T. (Labiocrinus)* *labiatus*) említett Zengővárkonyból. Sajnos a rendelkezésre álló irodalmi adatok alapján jelen szerző nem volt képes tisztázni ennek a szirtlakó életmódnak a mibenlétét, ez tehát további kutatás tárgya lehet. A recens analógiáknak megfelelően nem tévedünk nagyot, ha kijelentjük, hogy ezek ugyancsak az egykori hasadékrendszer faunájához tartoztak. Az őslénytani anyagban fentiekben túlmenően előfordulnak egyéb mikrofossziliák is. A rákkoproliotok mellett gazdag és diverz foraminifera-, valamint szivacsstű-fauna található a zengővárkonyi vékonycsiszolatokban, amelynek feldolgozása jelenleg folyik. A legfrissebb adatok szerint (TYSZKA et al. 2010) a foraminiferák is szerepet játszottak a múltban a hidrotermális hasadékközösségek faunáiban, tehát ezek kutatása újabb adatokkal szolgálhat a fauna ismeretéhez. Ugyancsak izgalmas további kutatási irány a felismert szivacsstű vizsgálata, hiszen csak pár éve tudjuk, hogy a mélytengeri hidrotermális hasadékok diverz és endemikus, recens szivacsfaunával rendelkeznek (VACELET 2006).

Következtetések

A zengővárkonyi enigmatikus üledékes vasércdúsulást biológiai aktivitás eredményének tekintjük, amely sekélytengeri hidrotermális hasadékrendszerhez kapcsolódott. Jelentőségét kiemeli, hogy Európában mindössze két fosszilis sekélytengeri hidrotermális hasadékközösséget ismerünk, és csupán a mecseki kifejlődés tartalmaz gazdag faunát.

Hasonlóan diverz rákkoproliot fauna és különleges tulajdonságú brachiopoda-fauna együttes előfordulása eddig csak a Mecsekben vált ismertté, amely jelentőségét világszínvonalra emeli.

Megkülönböztető bélyege és egyedi tulajdonsága a mecseki hidrotermális hasadékközösségnek az, hogy sekélytengeri, és keverednek benne a csak mélytengeri hasadékközösségekre jellemző taxonok (felsőrendű rákok,

brachiopodák) a sekélytengeri, tidális és fotikus övre, vagy nektorra jellemző taxonokkal (pl. tengeri sünök, cephalopodák).

Ez a különleges, nem fotoszintézis-alapú ökoszisztéma a kemoszintetizáló baktériumokra alapult, amelyeket vagy közvetlenül, vagy közvetve fogyasztottak a felsőrendű rákok. A fauna további meghatározó elemei — a tengeri sünök mellett — a brachiopodák voltak, melyek méret-növekedése utal a tápanyagban dús hasadékok közelségére.

A makrofauna 74%-át a brachiopodák, 7%-át a szintén benthosz tengerisünök tüskéi teszik ki (BUJTOR 2006a). Meglepő a cephalopodapéldányok részaránya (16%), amelyek mellett a csigáké elenyésző.

A mikrofaunában a rákkoprolitok dominálnak, melyek kőzetalkotó mennyiségben fordulnak elő az ércben, és a világon egyedülálló diverzitású faunára utalnak (BUJTOR 2012).

Ezen kivételes fauna további vizsgálata a crustacea, foraminifera és demospongiae mikrofosztiliák irányában, valamint a brachiopoda és decapoda interakció nyomainak kutatásával folytatódik annak érdekében, hogy teljes képet kapjunk erről a kivételes ősmaradvány-lelőhelyről és egyedülálló ökoszisztétéről.

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetet mond BUDAI Tamásnak és KONRÁD Gyulának ezen cikk korai változatára adott kritikai megjegyzéseikért és tanácsaikért. A kutatást a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János kutatási ösztöndíja támogatta. Köszönettel tartozom CSÁSZÁR Gézának folyamatos támogatásáért és ösztökéléseért, valamint azért, hogy 1990-ben a Dezső Rezső-völgyi feltárást a MÁFI letisztította. Itt köszönöm meg FEHÉR Tamás és KISS Sándor barátainak a terepi munkában nyújtott nélkülözhetetlen segítségüket. Kedves kötelességem megköszönni Vörös Attilának a támogatását és tanácsait, valamint azt, hogy lehetővé tette a Természettudományi Múzeum Föld- és őslénytára technikai eszközeinek igénybe vételét. Köszönetet mondok Kathy CAMPBELL, Steffen KIEL, Crispin LITTLE és Jörn PECKMANN kollégáknak a hidrotermális hasadékok geológiájában történő eligazodásért és hasznos tanácsaikért. Végül, de nem utolsósorban, ezúton fejezem ki köszönetemet ezen cikk két lektorának, CSÁSZÁR Gézának és VÖRÖS Attilának kritikai megjegyzéseikért és értelmező javításaikért, melyek sokat emeltek a cikk színvonalán.

Irodalom — References

- BANKS, D. A. 1985: A fossil hydrothermal worm assemblage from the Tynagh lead-zinc deposit in Ireland. — *Nature* **313**, 128–131.
- BÉRCZINÉ-MAKK, A., CSÁSZÁR, G., NUSSZER, A. 1996: Stratigraphy and geological evolution of the Mesozoic basement of the Mecsek Zone and the central part of the Great Hungarian Plain (East-Central Hungary). — *Földtani Közlemények* **126**, 185–208.
- BILIK, I. 1983: Lower Cretaceous submarine (rift) volcanism in South Transdanubia (South Hungary). — In: BISZTRICSÁNY, E. & SZEIDOVITZ, Gy. (eds): *Proceedings of the 17th Assembly of the European Seismological Committee, Budapest, 1980*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 569–576.
- BOYCE, A. J., LITTLE, C. T. S. & RUSSELL, M. J. 2003: A new fossil vent biota in the Ballynoe barite deposit, Silvermines, Ireland: evidence for intracratonic sea-floor hydrothermal activity about 352 Ma. — *Economic Geology* **98**, 649–656.
- BUCHS, D. M., GUÉX, J., STUCKI, J. & BAUMGARTNER, P. O. 2009: Paleocene *Thalassinidea* colonization in deep-sea environment and the coprolite *Palaxius osaensis* n. ichnosp. in Southern Costa Rica. — *Revue de Micropaléontologie* **52**, 123–129.
- BUJTOR, L. 2006a: 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. 2006b: Távolodó hasadékvölgyek és metánszivárgások egzotikus világa. — *Természet Világa* **137/2**, 41–45.
- 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. 2009a: Life around a palaeovolcano: the Early Valanginian ammonite, brachiopod, and crustacean fauna of the Mecsek Mts (South Hungary) and its palaeoecological and palaeobiogeographical significance. — In: HART, M. B. (ed.): *8th International Symposium on the Cretaceous System, 6th and 12th September, 2009. University of Plymouth. Abstract Volume*, 132–133.
- BUJTOR, L. 2009b: A fosszilis és recens hidrotermális hasadékközösségek kutatásának bolygóközi vonatkozásai. — *Magyar Tudomány* **170/4**, 406–414.
- BUJTOR, L. 2010: A nem fotoszintézis-alapú ökoszisztémák osztályozása, valamint biológiai jelenük és földtani múltjuk. — *Magyar Tudomány* **171/5**, 578–590.
- 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. 2012: A Valanginian crustacean microcoprolite ichnofauna from the shallow marine vent site of Zengővárkony (Mecsek Mts, Hungary). — *Facies* **58**, 249–260.
- CAMPBELL, K. 2006: Hydrocarbon seeps and hydrothermal vent paleoenvironments and paleontology: Past developments and future research directions. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **232/2–4**, 362–407.
- CAMPBELL, K. A. & BOTTJER, D. J. 1995a: Brachiopods and chemosymbiotic bivalves in Phanerozoic hydrothermal vent and cold seep environments. — *Geology* **23/4**, 321–324.
- CAMPBELL, K. A. & BOTTJER, D. J. 1995b: *Peregrinella*: An Early Cretaceous cold-seep-restricted brachiopod. — *Paleobiology* **21/4**, 461–478.

- CORLISS, J. B., DYMOND, J., GORDON, L. I., EDMOND, J. M., VON HERZEN, R. P., BALLARD, R. D., GREEN, K., WILLIAMS, D., BAINBRIDGE, A., CRANE, K. & VAN ANDEL, T. H. 1979: Submarine thermal springs at the Galápagos rift. — *Science* **203/4385**, 1073–1083.
- 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**, 1–209.
- CSÁSZÁR, G. & TURNŠEK, D. 1996: Vestiges of atoll-like formations in the Early Cretaceous of the Mecsek Mountains, Hungary. — *Cretaceous Research* **17**, 419–442.
- CSONTOS L. & VÖRÖS A. 2004: Mesozoic plate tectonic reconstruction of the Carpathian region. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **210**, 1–56.
- DANDO, P. R. 2010: Biological communities at marine shallow-water vent and seep sites. — In: KIEL, S. (ed.), *The vent and seep biota. Aspects from microbes to ecosystems. Topics in Geobiology* 33. Springer Science+Business Media B. V., 333–378.
- DESBRUYÈRES, D., SEGONZAC, M. & BRIGHT, M. 2006: Handbook of deep-sea hydrothermal vent fauna. — *Denisia* **18**, 544 p.
- DETMERS, J., BRÜCHERT, V., HABICHT, K. S. & KUEVER, J. 2011: Diversity of sulfur isotope fractionations by sulfate-reducing prokaryotes. — *Applied and Environmental Microbiology* **67/2**, 888–894.
- DISTEL, D. L., LEE, H. K. & CAVANAUGH, C. M. 1995: Intracellular coexistence of methano- and thioautotrophic bacteria in a hydrothermal vent mussel. — *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **92**, 9598–9602.
- HABICHT, K. S. & CANFIELD, D. E. 1997: Sulfur isotope fractionation during bacterial sulphate reduction in organic-rich sediments. — *Geochimica and Cosmochimica Acta* **61**, 5351–5361.
- HARANGI, SZ. 1994: Geochemistry and petrogenesis of the Early Cretaceous continental rift-type volcanic rocks of the Mecsek Mountains, South Hungary. — *Lithos* **33**, 303–321.
- HAYMON, R. M., KOSKI, R. A. & SINCLAIR, C. 1984: Fossils of Hydrothermal Vent Worms from Cretaceous Sulfide Ores of the Samail Ophiolite, Oman. — *Science* **223/4643**, 1407–1409.
- HETÉNYI R., HÁMOR G. & NAGY I. 1968: *Magyarázó a Mecsek hegység földtani térképéhez. 10 000-es sorozat. Apátvarasd.* — Magyar Állami Földtani Intézet, 55 p.
- HUEMER, H. 1997: Multistage evolution of a volcanic suite in the Eastern Mecsek Mountains, Southern Hungary. — *Mineralogy and Petrology* **59**, 101–120.
- JANNASCH, H. W. & MOTTL, M. J. 1985: Geomicrobiology of deep-sea hydrothermal vents. — *Science* **229/4715**, 717–725
- JÁGER V. 2011: Tenger alatti hévforrások és ércesedések a Mecsekben. — *Természet Világa* **142/1**, 6–9.
- JÁGER, V. & MOLNÁR, F. 2009: Lower Cretaceous continental rift-type black smoker system in the East Mecsek Mts. — *Mitteilungen des Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft* **155**, p. 70.
- JONES, M. L. 1981: *Riftia pahyptila*, new genus, new species, the vestimentiferan from the Galapagos Rift geothermal vents (Pogonophora). — *Proceedings of the National Academy of Sciences* **93**, 1295–1313.
- JONES, M. L. 1985: On the Vestimentifera, new phylum: Six new species, and other taxa, from hydrothermal vents and elsewhere. — *Bulletin of the Biological Society of Washington* **6**, 117–158.
- KIEL, S. & TYLER, P. A. 2010: Chemosynthetically-driven ecosystems in the deep-sea. — In: KIEL, S. (ed.): *The vent and seep biota. Aspects from microbes to ecosystems. Topics in Geobiology* 33. Springer Science+Business Media B.V., 1–14.
- KRAWCZYŃSKI, C. 2008: The Upper Oxfordian (Jurassic) thecideide brachiopods from the Kujawy area, Poland. — *Acta Geologica Polonica* **58**, 395–406.
- 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.
- KROBICKI, M. & WIERZBOWSKI, A. 1996: New data on stratigraphy of the Spisz Limestone Formation (Valanginian) and the brachiopod succession in the lowermost Cretaceous of the Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Poland. — *Studia Geologica Polonica* **109**, 53–67.
- LANGMUIR, C., HUMPHRIS S., FOMARI, D., VAN DOVER C., VON DAMM C. K., TIVEY, M. K., COLODNER, D., CHARLOU, J.-L., DESONIE, D., WILSON, C., FOUQUET, Y., KLINKHAMMER, G. & BOUGAULT, H. 1997: Hydrothermal vents near a mantle hot spot: the Lucky Strike vent field at 37°N on the Mid-Atlantic Ridge. — *Earth and Planetary Science Letters* **48**, 69–91.
- LANTAI Cs. 1987: Petrology and geochemistry of Lower Cretaceous mafics from the Western Mecsek Mountains (South Hungary). — *Acta Geologica Hungarica* **30/3–4**, 239–256.
- LITTLE, C. T. S. & VRIEJENHOEK, R. C. 2003: Are hydrothermal vent animals living fossils? — *Trends in Ecology and Evolution* **18/11**, 582–588.
- LITTLE, C. T. S., CANN, J. R., HERRINGTON, R. J. & MORISSEAU, M. 1999: Late Cretaceous hydrothermal vent communities from the Troodos Ophiolite, Cyprus. — *Geology* **27/11**, 1027–1030.
- LITTLE, C. T. S., GLYNN S. E. J. & MILLS, R. A. 2004a: Four-hundred-and-ninety-million-year record of bacteriogenic iron oxide precipitation at sea-floor hydrothermal vents. — *Geomicrobiology Journal* **21**, 415–429.
- LITTLE, C. T. S., DANIELIAN, T., HERRINGTON, R. J. & HAYMON, R. M. 2004b: Early Jurassic hydrothermal vent community from the Franciscan Complex, California. — *Journal of Paleontology* **78/3**, 542–559.
- MACPHERSON, E., JONES, W. & SEGONZAC, M. 2005: A new squat lobster family of Galattheoidea (Crustacea, Decapoda, Anomura) from the hydrothermal vents of the Pacific–Antarctic Ridge. — *Zoosystema* **27/4**, 709–723.
- MOLNÁR J. 1961: A zengővárkonyi vasérckutató. — *Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat* **94**, 187–194.
- MULLINEAUX, L. & MANAHAN, D. 1998: Deep-sea diaspora. — *Oceanus* **41**, 6–9.
- ODIN, E. & CONSTANTINO, G. 1984: Black smoker chimney fragments in Cyprus sulphide deposits. — *Nature* **308**, 349–353.
- 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 Közlemények* **85**, 125–144.

- POHL, M. E. 1946: Ecological observations on *Callianassa major* SAY at Beaufort, North Carolina. — *Ecology* **27**, 71–80.
- 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, Humptulips Formation, Olympic Peninsula, Washington. — *Lethaia* **40/3**, 273–280.
- SANDY, M. 2010: Brachiopods from ancient hydrocarbon seeps and hydrothermal vents. — In: KIEL, S. (ed.): *The vent and seep biota. Aspects from microbes to ecosystems. Topics in Geobiology* 33. Springer Science+Business Media B. V., 279–314.
- SENOWBARI-DARYAN, B., GAILLARD, C. & PECKMANN, J. 2007: Crustacean microcoprolites from Jurassic (Oxfordian) hydrocarbon-seep deposits of Beauvoisin, southeastern France. — *Facies* **53**, 229–238.
- SZÖRÉNYI E. 1961: Magyarországi mezozoós echinodermaták. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **49**, 255–259.
- SZÖRÉNYI, E. 1965: Échinides du Crétacé inférieur de la Hongrie. — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **29–32**, 293–367.
- SZTRÓKAY K. I. 1952: Mecseki vasércképződés. — *Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Osztályának Közleményei* **3**, 11–23.
- TARASOV, V. G., GEBRUK, A. V., MIRONOV, A. N. & MOSZKALEV, L. I. 2005: Deep-sea and shallow-water hydrothermal vent communities: Two different phenomena? — *Chemical Geology* **224**, 5–39.
- TYSZKA, J., JACH, R. & BUBIK, M. 2010: A new vent-related foraminifer from the lower Toarcian black claystone of the Tatra Mountains, Poland. — *Acta Palaeontologica Polonica* **55/2**, 333–342.
- VACELET, J. 2006: New carnivorous sponges (Porifera, Poecilosclerida) collected from manned submersibles in the deep Pacific. — *Zoological Journal of the Linnean Society* **148/4**, 553–584.
- VAN DOVER, C. L. 2000: *The ecology of deep-sea hydrothermal vents*. — Princeton University Press, New Jersey, USA xx + 412 p.
- 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.
- VAN DOVER, C. L., DESBRUYÈRES, D., SEGONZAC, M., COMTET, T., SALDANHA, L., FIALA-MEDIONI, A. & LANGMUIR, C. 1996: Biology of the Lucky Strike hydrothermal field. — *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* **43/9**, 1509–1529.
- WEIN Gy. 1961: A szerkezetalakulás mozzanatai és jellegei a Keleti-Mecsekben. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **49/3**, 759–768.
- WEIN Gy. 1965: Az „Északi Pikkely” (Mecsek hegység) földtani felépítése. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése* **1963**, 35–52.
- ZEZINA, O. N. 2003: Biogeography of the Recent brachiopods. — *Paleontological Journal* **42/8**, 830–858.
- ZSIRMUNSKIJ, A. V. & TARASOV, V. G. 1990: Unusual marine ecosystem in the flooded crater of Ushisher volcano. — *Marine Ecology Progress Series* **65**, 95–102.
- Kézirat beérkezett: 2011. 12. 05.