

Tanulságok a hazai pannóniai puhatestű-rétegtan történetéből

What lessons can we learn from the hundred-year history of Lake Pannon mollusc biostratigraphy in Hungary?

MAGYAR Imre¹

(10 ábra)

Tárgyszavak: neogén, Pannóniai-medence, Pannon-tó, puhatestűek, biostratigráfia
Keywords: Neogene, Pannonian Basin, Lake Pannon, molluscs, biostratigraphy

Abstract

In the Late Miocene and Early Pliocene, much of the Pannonian Basin was covered by the saline lacustrine water body of Lake Pannon. The sedimentary deposits of this lake are thick and widespread within the basin. The first attempts to establish a comprehensive biostratigraphic subdivision based on the endemic mollusc fauna of these deposits appeared in the Hungarian literature about a hundred years ago. The early biostratigraphic systems proposed the distinction and correlation of 4 to 10 stratigraphic units (more or less similar to modern biozones). By the middle of the 20th century, however, the validity of these units was seriously challenged, and most geologists held the view that the Lake Pannon sequence consists of only two biostratigraphic units: the "Lower Pannonian" and "Upper Pannonian". The next step in the reduction of mollusc biozones followed in the 1970s and 1980s, when the palaeoenvironmentally determined nature of the "Lower Pannonian" and "Upper Pannonian" mollusc associations (and thus their diachronous boundary) were recognized. Many geologists and stratigraphers are convinced even today that the endemic molluscs of Lake Pannon are completely useless for chronostratigraphic purposes, and that their appearance in any given place and time was simply controlled by environmental factors.

The causes of this retrograde development of Lake Pannon mollusc biostratigraphy in Hungary were manifold, but the major reason that mislead stratigraphers both within and outside this country was the unusual geometry of the sediment bodies. The basin was filled by progradation, and subsequent sedimentary packages followed each other horizontally rather than vertically. This paper analyses the hundred-year history of Lake Pannon mollusc biostratigraphy in Hungary and discusses the lessons that we can learn from its mistakes. Considering the fact that the endemic radiation of molluscs in Lake Pannon resulted in hundreds of species which became immediately widespread in the entire basin, the author is positive that the first appearances of Lake Pannon molluscs in fact offer excellent stratigraphic markers.

Összefoglalás

Mintegy száz éve jelentek meg a magyarországi szakirodalomban az első komoly kísérletek a pannóniai rétegeknek az egész Kárpát-medencére kiterjedő érvényességű biostratigráfiai tagolására. A tagolás eszköze az endemikus tavi puhatestű fauna volt. A száz évvel ezelőtti biostratigráfiai rendszerek 4–10 rétegtani egység (mai fogalommal biozóna) elkülönítését és korrelációját javasolták. A 20. század közepére azonban – jelentős részben a mélyfúrással feltárt rétegsorok vizsgálata alapján – kialakult és elterjedt Magyarországon az a gyakorlat, hogy a pannóniai rétegeket legfeljebb két biostratigráfiai egységre („alsó” és „felső” pannóniai) bontották. Az 1970-es és 1980-as években aztán kiderült, hogy ezeknek az egységeknek a faunája elsősorban különböző üledékképződési környezeteket jelez, korhatározásra – úgy, ahogy azt addig használták – nem alkalmas. A meggyőződés, hogy általában a pannóniai puhatestűek korhatározásra alkalmatlanok, a mai napig

¹MOL Rt., H-1039 Budapest, Batthyány u. 45. E-mail: immagyar@mol.hu

jelen van számos szakember gondolkodásában és fel-felbukkan szakmai publikációkban is. A pannóniai puhatestű-rétegtannak ez a vesszőfutása nagyon tanulságos történet. Ma már jól láthatók az okok, amelyek vakvágányra futtatták a tudományterületet. A legfontosabb ilyen ok az üledékes testek szokatlan geometriája és a térben és időben szélsőségesen változó üledékfelhalmozódási sebesség volt. A medencefeltöltődés folyamatának, a Pannon-tó élővilágának, és az egyes puhatestű-csoportokban megfigyelhető morfológiai változások természetének mai pontosabb ismeretében a sztratigráfusok ismét kísérletezhetnek azzal, hogy – a különböző üledékképződési környezetek gondos megkülönböztetését követően – az egész Pannóniai-medencére kiterjedő érvényességű, nagy felbontású biokronozónákból felépülő puhatestű- rétegtani rendszert alakítsanak ki.

Bevezetés

A késő-miocén Pannon-tó üledékeinek rétegtani tagolására a tengeri mikroflóra és mikrofauna hiányában kezdettől fogva a puhatestűek látszottak a legalkalmasabbnak. A pannóniai képződmények rendkívül nagy felszíni és felszín alatti elterjedése, jelentős vastagsága és számottevő gazdasági potenciálja miatt a rétegtani tagolás fejlődése nem egy szűk szakértői csoport szívügye volt csupán, hanem a földtudományokkal hivatásból vagy érdeklődésből foglalkozók közügye. A hazai pannóniai biosztratigráfia elmúlt száz évében azonban semmiképpen sem lehet egyenes vonalú fejlődésről beszélni. Ez a kutatási terület nem csak helyben toposott időnként, hanem kifejezetten rossz irányba is haladt, rossz alapon építkezett, így aztán frusztrációt frusztrációra halmozott. Egy olyan tómedencében, amely távolabbról nézve az evolúciós kutatásokra kiemelten alkalmasnak, „evolúciós laboratóriumnak” tűnt (vö. pl. STANLEY 1979; HOFFMAN 1989; COWEN 1990; SEPKOSKI 1993), eljutottunk oda, hogy „a pannóniai mollusca faunának kronosztratigráfiai értelmezése nagymértékben szubjektív” (KORPÁS-HÓDI 1983), „az endemikus, tavi pannóniai fauna inkább ülepedési környezet-, mintsem korjelző” (POGÁCSÁS et al. 1994), és hogy „bebizonyosodott, hogy a fossziliáknak minimális rétegtani értékük van a késő neogénben” (ELSTON et al. 1994).

Hogyan és miért történhetett mindez? A mai ismeretek tükrében meglehetősen biztonsággal kimutathatók azok a pontok, ahol a kutatás iránya félresiklott, illetve ahol a korrekcióra való lehetőségek kimaradtak. Ezek az esetek olyan általános tanulságokkal szolgálnak, amelyek szélesebb szakmai közönség érdeklődésére tarthatnak számot.

A kezdetek

A Pannon-tó üledékes közeteiben található endemikus puhatestű-ösmaradványok rendszertani és rétegtani értékelését kezdetektől fogva heves viták kísérték. Az első magyar nyelvű tudományos őslénytani vita éppen a balatoni kecskekörmök származásáról zajlott 1820-ban a Tudományos Gyűjtemény hasábjain (GÉCZY 1995). A következő évtizedekben tucatjával kerültek leírásra ezek az új, a világ más tájain ismeretlen kagyló- és csigafajok.

Az új fajok lázas leírásának periódusa a századforduló környékén többekévé lezárult, és előtérbe került a rétegtani értelmezés kérdése. Mekkora az egyes fajok fajöltője? Melyik faj jellemzi az idősebb, melyik a fiatalabb

rétegeket? Hány egymásra települő rétegcsoporthoz különböztethető meg ősmaradványok alapján? Megannyi érdekes és sürgető kérdés – a válaszok mégis lassan, és sok ellentmondással fogalmazódtak meg. Miért? Az ok ma már nyilvánvalónak tűnik, akkoriban azonban egyáltalán nem volt az. A törmelékes eredetű pannóniai rétegek felszíni feltárásai ugyanis általában igen rövid időt képviselnek, így a különböző korú ősmaradványegyüttesek egymásra következése, rétegtani sorrendje nem, vagy csak ritkán figyelhető meg egy-egy feltárásban. Egy 20 m magas partfal egy mélytengeri jura rétegsor esetében több „hiánytalan” emeletet is tartalmazhat, és több tízmillió évet is reprezentálhat. Egy ilyen feltárásban, szerencsés esetben, nem jelent különösebb gondot az egymásra következő biozónák meghatározása vagy azonosítása. A gyors üledékképződésű tavi vagy delta környezetekben azonban egy ugyanekkora feltárás ritkán képvisel néhány tízezer évnél nagyobb időt. A feltárásban esetleg látható sűrű rétegzés, és a különböző rétegekre jellemző, esetenként igen eltérő ősmaradványegyüttesek természetesen időbeli egymásutánosság kifejezői, de elsősorban az adott hely őskörnyezetének gyakori változását tükrözik, ezért az ilyen jellegű faunaváltások általában nem alkalmasak medence méretű biosztratigráfiai tagolás kialakítására. Ha kissé felemás módon is, de ez a felismerés jelen van már az előző századforduló pannóniai irodalmában. A szerzők sokszor azonosítanak egész lelőhelyeket egy-egy faunával, és aztán magukat a lelőhelyeket próbálják meg rétegtani sorrendbe helyezni, nem pedig egyes rétegeiket.

A sok nehézség és ellentmondás ellenére is a századforduló környékén megjelennek az első, az egész medencére vonatkoztatott biosztratigráfiai beosztások, táblázatok. A legkedveltebb „index-fosszília” a *Congeria*. Gyakorisága, nagy mérete, meghökkentő diverzitása (sokféle faj jelenléte a különböző korú rétegekben) szinte predestinálja erre a szerepre. Példaként három rétegtani táblázatot mutatunk be.

Rudolf HÖRNES (1901) négy részre tagolta azt a rétegsort, amelyet ma a Pannontó üledékeinek tartunk (nála részben „meóti”, részben „pontusi” emelet), és külön oszlopban tüntette fel a Bécsi-medencére és a Közép-dunai-medencére vonatkozó beosztásokat (I. táblázat). Ez a rétegtani tagolás elsősorban a két terület korrelációja miatt vitatható. A Bécsi-medence *C. subglobosus*, *C. spathulatus* rétegei ugyanis jóval idősebbek, mint Kúp, Radmanyest, vagy Tihany rétegei, nem

I. táblázat. R. HOERNES (1901) rétegtani beosztása. Itt és a további táblázatokban is a ma használatos nemzetség- és fajneveket tüntettem fel (az „*Urnio wetzleri*” kivételével)

Table I. Biostratigraphic subdivision of Lake Pannon sediments according to R. HOERNES (1901)

	Bécsi-medence	Közép-dunai-medence
pontusi	Belvedere-kavics	<i>Congeria rhomboidea</i> (Okrugljak, Árpád, Kurd, Nagymányok, Szekszárd)
	<i>Congeria subglobosa</i> <i>Congeria spathulata</i>	<i>Congeria triangularis</i> (Markusevec, Kúp, Tihany, Radmanyest)
	<i>Congeria partschi</i>	<i>Paradacna lenzii</i> <i>Congeria banatica</i>
meóti	<i>Melanopsis impressa</i>	fehér márga (Horvátország, Szlavónia)

II. táblázat. HALAVÁTS (1902) rétegtani beosztása

Table II The stratigraphic system of HALAVÁTS (1902)

felső-pontusi emelet	<i>Prosodacnomya vutskitsi</i> <i>Congeria rhomboidea</i>
középső-pontusi emelet	<i>Congeria balatonica</i> , <i>Viviparus lóczyi</i> <i>Congeria balatonica</i> , <i>Viviparus cyrtomaphorus</i> <i>C. balatonica</i> , <i>V. cyrtomaphorus</i> , <i>V. sadleri</i> <i>Congeria balatonica</i> , <i>Viviparus sadleri</i> <i>Congeria ungalacprae</i>
alsó-pontusi emelet	<i>Congeria partschi</i> , <i>Congeria subglobosa</i> , <i>Congeria hoernesii</i> , <i>Melanopsis martiniana</i> , <i>Melanopsis vindobonensis</i> <i>Congeria banatica</i> <i>Congeria zsigmondyi</i>

beszélve arról, hogy Kúpon és Markusevecen nem is fordul elő *C. triangularis*. A horvátországi fehér márgák rétegtani elkülönítése sem indokolt a *Paradacna lenzii* és a *C. banatica* előfordulásaitól, hiszen ezek a fajok igen gyakoriak a fehér márgában.

HALAVÁTS Gyula (1902) megkülönböztette az „elegyes vízi” (brakvízi) és az édesvízi fácieseket. Az egyszerűség kedvéért itt csak a brakvízi fáciesre kidolgozott rétegtanát tüntetjük fel (II. táblázat). A Pannon-tó üledékeit HALAVÁTS három emeletre osztotta: alsó-, középső-, és felső-pontusira. Az alsó-pontusin belüli három szint elkülönítése mai ismereteink szerint nem megfelelő, hiszen a *C. zsigmondyi* valójában a *C. subglobosa* és a *C. hoernesii* kortársa volt, azoktól rétegtani szempontból nem különíthető el. A középső-pontusin belül a *Viviparus*okkal végzett finom tagolást már LÓRENTHEY is vitatta három évvel később megjelent munkájában. Végül a felső-pontusin belül sem látszik indokoltnak a *C. rhomboidea* rétegtani elterjedését szembeállítani a *Prosodacnomya vutskitsi*ével.

felső-pannóniai emelet	" <i>Unio wetzleri</i> "
	<i>Congeria spinicrista</i> , <i>Congeria rhomboidea</i> , <i>Prosodacnomya vutskitsi</i>
	<i>Congeria triangularis</i> , <i>Congeria balatonica</i>
	<i>Congeria ungalacprae</i>
alsó-pannóniai emelet	<i>Congeria ornithopsis</i> , <i>Congeria banatica</i> , <i>Congeria martonfi</i> , <i>Congeria scrobiculata</i> , "Lymnocardium" <i>andrusovi spinosum</i> , <i>Melanopsis impressa</i> , <i>Melanopsis martiniana</i> , <i>Melanopsis vindobonensis</i> , etc.

III. táblázat. LÓRENTHEY (1905) rétegtani beosztása

Table III The stratigraphic system of LÓRENTHEY (1902)

LÖRENTHEY Imre (1905) öt részre osztotta a Pannon-tó üledékeit (a legmagasabb, „*Unio wetzleri*” (= *Margaritifera flabellatiformis*) jellemezte egység valójában már folyóvízi; III. táblázat). Az idősebb, „alsó” pannóniaiak belül nem végzett további felosztást. A „felső pannóniai” emeletet viszont négy szintre osztotta, de hangsúlyozta, hogy ennél a felosztásnál nem egyes alakok jelenléte vagy hiánya, hanem a teljes fauna a mérvadó. Tudatában volt annak, hogy szintjelző *Congeriának* egy része hosszabb fajlétűjű, mint a velük jellemzett szint. LÖRENTHEYNÉK a fossziliák segítségével kijelölt alsó/felső-pannóniai határa a mai napig jelen van a geológusok gondolkodásában.

Elvész egy zseniális ötlet

HALAVÁTS (1902) volt az első sztratigráfus, akinek feltűnt a különböző rétegtani szintek kora és földrajzi elterjedése közötti kapcsolat. Ennek alapján a következőképpen jellemezte a Pannon-tó fejlődését:

„Az a kontinentális emelkedés, mely nyugaton elzárta teljesen a tengerekkel való összeköttetést s létrehozta az Alpok és Kárpátok övezte medenczében az elegyes vizű pontusi tavat: az alsó-pontusi emelet lerakódása után ismét erősebben megnyilatkozott és a stájer és wieni öbölből, valamint Szilágymegye egy részéből és a temesi öbölből szárazföld lett, hol még csak egyes édesvízi medenczékben s a folyóvizek árterein rakódnak le újabb képződmények, de maga a tó itt nyugaton és keleten jóval kisebb lesz, térfogatából veszít. Ezt legszebben bizonyítja az a tény, hogy itt nyugaton és keleten hiányoznak azok a rétegek, melyek tovább keleten pl. már a Balaton környékén oly szépen ki vannak fejlődve. De bizonyítja az is, hogy e rétegcsoport fedőjében, a wieni öbölben hatalmas kavics-lerakódás jelenik meg a szárazföld folyójának munkája gyanánt...”

A főleg nyugaton, de a keleti szélén is terjedelmében megkisebbedett elegyes vizű tóban tovább képződnek a pontusi kor rétegei s benne olyan társasága a molluskáknak él, mely az előbbentől különbözik, bár benne találkozik olyan hosszú életű, mely már ott is megvolt...”

A rétegeknek ezt a csoportját a középső-pontusi emeletnek tekintem azon okoknál fogva, melyeket az elébb kifejtettem. A középső-pontusi időszak után ugyanis, ismét főleg nyugaton és északon a pontusi elegyes vizű tó terjedelméből ismét veszít...

A nyugaton és északon lefolyó kontinentális emelkedés következménye – a mint láttuk – nemcsak e rész vízének a kiédesedése, de az is, hogy lassanként e részben mind nagyobb területek szárazzá váltak, hol már a folyamrendszer kezdett kifejlődni, a folyó vizek a pontusi tóba ömlöttek, ennek vizét torkolatuk közelében erősen kiédesítették, sőt egyes – magával az elegyes vizű tóval csak keskeny csatornával összefüggő – partszéli öblök vizét is teljesen kiédesítették...”

Eltekintve attól, hogy HALAVÁTS a tó összehúzódásának okát tektonikus emelkedésben látta, nem pedig a tó medencéjének feltöltődésében, az általa száz évvel ezelőtt leírt ősföldrajzi változás mai ismereteink szerint teljesen megállja a helyét. Furcsa sorsa lett ennek az érdekes és eredeti gondolatnak. Magyarországon a fűrészes kutatás felfutása után elvetették HALAVÁTS (és LÖRENTHEY) rétegtani beosz-

tását, így a belőle következő ősföldrajzi kép is elhomályosult, összezavarodott. Több külföldi szerző ezzel ellentétben evidenciaként kezelte, hogy a Pannon-tó fiatalabb rétegeinek földrajzi elterjedése a medence északnyugati részén jóval behatároltabb, mint az idősebb rétegeké, és ennek megfelelően rajzolták meg ősföldrajzi térképeiket is (GILLET 1943, STEVANOVIC 1990). HALAVÁTS még aránylag kevés lelőhely faunáját ismerte, így semmiképpen nem hibáztatható azért, hogy a tó összehúzóására vonatkozó hipotézisét nem tudta meggyőzőbben igazolni, illetve hogy ennek a modellnek a rétegtani következményeit nem gondolta tovább. Utódai viszont nagy hibát követtek el azzal, hogy meg sem próbálták az egyre szaporodó adatokkal tesztelni HALAVÁTS modelljét. Később nagy ára lett ennek a mulasztásnak.

Mélyfúrások: kialakul a biosztratigráfiai kétosztatúság dogmája

A mélyfúrásos szénhidrogénkutatás megindulása a trianoni országhatárokon belül az 1910-es évek végén tudományos szempontból azzal a reménnyel kecsegtetett, hogy végre fény derül a pannóniai puhatestűek valódi rétegtani, kronológiai jelentőségére is, és lezárulhatnak a szűnni nem akaró, időnként személyeskedésbe átkapó viták. Ha egy-egy felszíni feltárásból nem is lehet az egész medencére érvényes biosztratigráfiát kialakítani, mert túl kevés a feltárásban képviselt idő, az ezer méter körüli mélységűre tervezett fúrások nyilván az egész pannóniai rétegsort átfúrják majd, és egyértelművé teszik a különböző faunák rétegtani és így kronológiai sorrendjét. A mélyfúrási anyagok értelmezése azonban egész mást hozott; nem csak hogy nem oldotta meg a még meglevő problémákat, hanem több évtizedre vakvágányra futtatta a pannóniai rétegtant. Hogyan történhetett mindez?

Bárhol is mélyültek fúrások a medencében, a pannóniai rétegsoron belül gyakorlatilag mindenütt jelen volt egy többé-kevésbé határozott kőzettani és őslénytani határ. A határ alatt finomszemű kőzetek uralkodtak, csak vékony és esetleges homok-betelepülésekkel, míg fölötte, egy változatosabb rétegsorban, a homok aránya ugrásszerűen megnőtt. A határ alatti üledékekben egy szegényes, vékonyhjú formából álló kagyló-együttest találtak, leggyakoribb formája a *Paradacna* volt. A határ feletti homokból, illetve a homok közé települt finomabb szemű üledékekből viszont felváltva hol a *Congeria subglobosás*, hol a *C. ungulacpraés*, hol a *C. balatonicás*, hol pedig a *C. rhomboidéas* rétegek vagy szintek jellemző faunája került elő, így kézenfekvő volt a következtetés, hogy ezek a HALAVÁTS által még egymást követőnek tekintett egységek (I. II. táblázat) valójában egymással egyidejűek.

Az első, már tekintélyes részben mélyfúrási anyagokra alapozott pannóniai biosztratigráfiai rendszert SÜMEGHY József (1939) dolgozta ki (IV. táblázat). Ez egy vegyes, részben ősmaradványokra, részben kőzettani jellemzőkre épített rendszer volt. SÜMEGHY világosan megkülönböztethetőnek tartotta az alsó-pannóniai és a felső-pannóniai elemeket, és mindkettőn belül külön-külön jellemezte a medenceperemi és a medencebelseji kifejlődéseket. Utóbbi jelzők azonban nem a fáciesre és így az eredeti ökoszisztemre utalnak, hanem az üledékek mai elhelyezkedésére. Így történhetett, hogy a medencebelső „alsó

IV. táblázat. SÜMEGHY (1939) leírása alapján készült rétegtani táblázat

Table IV Stratigraphic chart based on SÜMEGHY's description (1939)

	medence perem		medence belső	
felső alemelet	<i>Congeria unguilacaprae</i> , <i>Congeria balatonica</i>	<i>Congeria rhomboidea</i>	<i>Viviparus</i> , <i>Unio</i> , <i>Planorbis</i> , <i>Valvata</i> , <i>Theodoxus</i>	<i>Lymnocardium</i>
alsó alemelet	<i>Lyrcaea</i> (+ <i>Congeria</i> , <i>Lymnocardium</i> , <i>Prosothenia</i> , <i>Gyraulus</i> , <i>Theodoxus</i>)		<i>Congeria banatica</i> , <i>C. ornithopsis</i> , <i>C. czjzeki</i> , <i>C. zagrabiensis</i> , <i>Paradacna lenzi</i> , <i>P. syrmienne</i> , <i>Pseudocatillus simplex</i> , <i>Lymnocardium ochetophorum</i> , <i>L. baraci</i> , <i>L. schedelianum</i> , <i>Gyraulus</i> sp., <i>Theodoxus</i> sp.	
	<i>Congeria banatica</i> , <i>Congeria ornithopsis</i> , <i>Congeria czjzeki</i> , <i>Paradacna lenzi</i> , <i>Paradacna syrmienne</i> , <i>Lymnaea</i> sp., <i>Orygoceras</i>		<i>Pseudocatillus simplex</i> , <i>Congeria czjzeki</i> , <i>C. cf. ornithopsis</i> , <i>Theodoxus</i> ,	
	szarmata-pannon vegyes fauna	<i>Planorbis</i> , <i>Hydrobia</i> , apró, csökevényes <i>Lymnocardium</i>	<i>Unio</i> , <i>Planorbis</i> , <i>Melanopsis</i> , <i>Pisidium</i> , <i>Hydrobia</i> , <i>Gyraulus</i> , <i>Pyrgula</i>	konglomerátum

pannóniaiájában” is megkülönböztetésre került egy konglomerátumos szint, vagy hogy a *Prosodacnomya* lagúna üledékek is a medencebelső kategóriába soroltattak. SÜMEGHY mind az alsó-, mind a felső-pannóniai alemeleteket további szintekre bontotta, de ez a felbontás megint csak leírás, „osztályozás” volt, az általános érvényű biosztratigráfiai következtetések igénye nélkül. „Szintjeit” főleg nemzetségekkel, nem pedig fajokkal jellemezte, ahol azonban mégis említi fajnevet, az adott faj a valóságban gyakran több, egymást követő szintre is jellemző. Számtalan egyéb pontatlanság és hiba is van rendszerében. Pl. az általa jellemző „alsó pannóniai” formáknak tartott *Congeria zagrabiensis*, *Pseudocatillus simplex*, *Lymnocardium baraci*, *L. ochetophorum* mind-mind a „felső pannóniai” magasabb szintjébe sorolt *Congeria rhomboidea*ával együtt fordulnak elő a Dél-Dunántúlon. A *Congeria unguilacaprae* nem sorolható más szintbe, mint a kúpi fauna, és a *C. balatonica* sem állítható szembe a radmanyesti faunával, hiszen éppen ezek a *Congeria* fajok az adott faunák leggyakoribb nagy *Congeriái*. Alapos kritika után alig marad több SÜMEGHY pannóniai rétegtanából, mint a közölt adatokkal is megtámogatott kétosztatúság.

A 40-es és 50-es években a kétosztatúság elve erős támogatást kapott felszíni adatokból is. STRAUZ László sorra írt le olyan lelőhelyeket, amelyek benne azt a meggyőződést erősítették, hogy a hagyományos *Congeria* index-fossziliák nem igazán alkalmasak rétegtani tagolásra: Dernán *C. subglobosát* talált a *C. unguilacaprae*s rétegek jellegzetes kísérőfaunájával, Nyárádon *C. rhomboidea* var.-t *C. balatonica*ával, Kötcsén *C. balatonica*t a *C. rhomboidea*s rétegek jellemző kísérőfaunájával, végül pedig egy bajcsai fúrásban *C. rhomboidea*t a *C. unguilacaprae*s

V. táblázat. STRAUZ (1971) rétegtani beosztása

Table V The stratigraphic system of STRAUZ (1971)

	parti fácies	medence fácies
felső-pannóniai	<i>Unio wetzleri</i>	<i>Prosodacnomya vutskitsi</i>
	— <i>P. vutskitsi</i> —	
	<i>Congeria balatonica</i>	<i>Congeria rhomboidea</i>
alsó-pannóniai	<i>Congeria ungulacaprae</i> <i>Congeria subglobosa</i>	<i>Paradacna abichi</i>
	<i>Congeria partschi</i>	<i>Paradacna abichi</i> <i>Paradacna lenzi</i> <i>Congeria banatica</i>

rétegek jellemző kísérőfaunájával. Megállapította, hogy „a rhomboideás rétegek alsó része párhuzamos az ungulacaprae-szinttel” (STRAUSZ 1958, p. 238); hogy „a *C. ungulacaprae*s és a *C. subglobosa*s rétegeknek egykorúságát kétségtelennek tarthatjuk” (STRAUSZ 1942b, p. 196); és hogy „gazdag kövület-leletekkel sikerült bizonyítanom a *C. balatonica*-s, *C. rhomboidea*-s és *Limnocardium vutskitsi*-s rétegek egykorúságát” (STRAUSZ 1942a, p. 102). Ebből a gondolatsorból logikusan az következne, hogy a korábban a felső*pannóniai rétegtani tagolására használt jellemző ősmaradványok mind egykorúak egymással, sőt még a kora-pannóniai *C. subglobosa*val is, tehát a magyarországi pannóniai összlet puhatestűekkel tagolhatatlan, szintezhetetlen. STRAUZ így foglalja össze a pannóniai puhatestű-rétegtannal kapcsolatos nézeteit: „A pannóniai rétegösszlet határozottan két nagy tagra bontható, az alsó és a felső pannóniai faunák alig tartalmaznak közös fajokat. ... Az alsó és felső pannonikumban egyaránt lehet szintek elválasztásával kísérletezni, de ezeknek a szinteknek az állandósága kevésbé bizonyított, inkább csak a fácieseknek területenként különböző elrendeződéséből származhat” (STRAUSZ 1954, p. 304). Rétegtani táblázataiban (V. táblázat) STRAUZ is megkülönböztette a parti és a medence fácieset, de ez az elkülönítés nála sem volt szerencsésebb, mint SÜMEGHYNél: a medence fáciesbe egyaránt sorolt mélyvízi, sekély szublitorális, és lagúnáris együtteseket, a parti fáciesbe pedig folyóvízi faunát.

SÜMEGHY és STRAUZ munkássága nyomán tehát Magyarországon kialakult a pannóniai rétegek litosztatográfiával támogatott biosztatográfiai kétosztatúsága („alsó és felső pannon”), amelyet főleg az ipari kutatások területén használtak ilyen leegyszerűsítő módon. Igen célszerűnek bizonyult ez a felosztás, hiszen egyszerre jelentett kőzetminőséget, kőzetszerkezetet, és vélt kort. Ez az osztályozás dogmaszerűen rögzült mind a szakirodalomban, mind az operatív ásványi nyersanyagkutatási munkában, és évtizedekre visszavetette a pannóniai rétegek biosztatográfiájának fejlődését.

Szomszédaink másképp gondolkodnak

A kronológiai sorrend betartása érdekében itt egy rövid kitekintést kell tennünk külföldre. Az 1950-es évek elején ugyanis két olyan jelentős publikáció is napvilágot látott Bécsben, illetve Belgrádban, amelyeknek témája a pannóniai rétegek puhatestű-rétegtana volt. Műfajukat tekintve ezek a dolgozatok leginkább HALAVÁTS (1902) és LŐRENTHEY (1905) fél évszázaddal korábbi balatoni leírásaihoz, illetve STRAUZ (1942a) munkájához hasonlítottak: egy-egy régió felszíni feltárásainak és puhatestű-faunájának alapos feldolgozása alapján tettek kísérletet az egész medencére kiterjedő érvényességű rétegtani beosztásra, de legalábbis az általuk felállított rétegtani egységek párhuzamosítására távolabbi területekkel.

Adolf PAPP (1951, 1953) a Bécsi-medence felszíni feltárásainak puhatestű faunáját dolgozta fel. A zónákat azonban nem definiálta szabatosan, egy-egy faj fellépésével, hanem csak felsorolta őket, és leírta jellegzetes fajukat. Így a latin nagybetűkkel (A-H) jelölt zónák határainak értelmezése igencsak önkényes lett. PAPP zonációja (VI. táblázat) lényegében Theodor FUCHS (1875) rétegtani beosztására alapult, annak pontosítása, finomítása volt. Hogy FUCHS rendszere nem működik a Bécsi-medencén kívül, azt már HALAVÁTS (1902) konstataulta. Nem csoda, hogy egyre zűrzavarosabb értelmezések láttak napvilágot, amikor PAPP zonációját Magyarországon, Romániában, az egykori Jugoszláviában, vagy akár csak Burgenlandban próbálták alkalmazni. Magyarországon nem is terjedt el a használata. Igaz, a Bécsi-medencére jellemző pannóniai kagylók és csigák Magyarországon aránylag kevés helyről voltak ismertek; a legjobban feldolgozott közép-dunántúli területeken és a medencében mélyült fúrásokban gyakorlatilag

VI. táblázat. PAPP (1953) rétegtani beosztása; az „A” zóna kijelölése közettani alapon történt

Table VI The stratigraphic system of PAPP (1953)

		peremi fácies	csendesvízi és medence fácies
Pontusi		édesvízi fauna	édesvízi fauna
			<i>Congeria zahalkai</i> , <i>C. neumayri</i> <i>Dreissena</i>
Pannóniai	E	<i>Congeria pancici</i> <i>Congeria subglobosa</i> <i>Melanopsis vindobonensis</i>	<i>Congeria zsigmondyi</i> <i>Congeria subglobosa</i>
	D	<i>Melanopsis vindobonensis</i> <i>Melanopsis fossilis constricta</i>	<i>Congeria partschi partschi</i>
	C	<i>Congeria hoernesii</i> <i>C. partschi leobersdorfensis</i> <i>Melanopsis fossilis</i>	kis <i>Lymnocardium</i> ok
	B	<i>Congeria ornithopsis</i> <i>Melanopsis impressa</i>	
	A	-	

VII. táblázat. STEVANOVIC (1951) rétegtani beosztása, STEVANOVIC későbbi munkái alapján egyszerűsítve

Table VII The stratigraphic system of STEVANOVIC (based on STEVANOVIC [1951] and simplified according to this later stratigraphic charts

		sekélyvízi és litorális (főleg homokos) fácies		mélyebb vízi (főleg agyagos) fácies
Pontusi	Portaferrai	<i>Prosodacna carbonifera</i> <i>Prosodacna vodopici</i>	<i>Dreissena auricularis</i> <i>Congeria triangularis</i>	<i>Budmania histiophora</i> <i>Congeria rhomboidea</i> <i>Congeria croatica</i> <i>Paradacna okrugici</i> <i>Valenciennius reussi</i>
	Novorosszjai	radmanyesti rétegek <i>Congeria ungalacaprae</i> <i>Lymnocardium banaticum</i> <i>Congeria balatonica</i> <i>Melanopsis martiniana rugosa</i>		<i>Paradacna abichi</i> <i>Congeria digitifera</i> <i>Congeria praerhomboidea</i> <i>Valenciennius</i>
Pannóniai	Szerbiai	<i>Congeria partschi</i> <i>Congeria zsigmondyi</i> <i>Congeria subglobosa</i> <i>Congeria pancici</i>		<i>Paradacna lenzi</i> <i>Paradacna syrmiense</i> <i>Provalenciennestia pauli</i> <i>Congeria czizeki</i>
	Szlavóniai	<i>Orygoceras</i> <i>Papyrotheca</i> <i>Melanopsis impressa</i> <i>Congeria subglobosa</i>		<i>Congeria banatica</i> <i>Undulotheca pancici</i> <i>Cardium cekusi</i>

hiányoztak. Mindezek ellenére PAPP arra a meggyőződésre jutott, hogy rétegtana jól alkalmazható az egész Pannóniai-medencében (PAPP 1985 p. 29).

Petar M. STEVANOVIC (1951) az észak-szerbiai és szomszédos területek fiatal pannóniai feltárásait és azok faunáját tanulmányozta. Különösen nagy hangsúlyt fektetett a Kárpátokon kívüli területekkel való biosztratigráfiai korrelációra. Számos helyálló rétegtani megfigyelést tett. Ilyen szempontból előnyösebb helyzetben is volt, mint a Dunántúlon dolgozó magyar kollégái. A Pannóniai-medence déli peremén ugyanis sokkal gyakrabban figyelhető meg az eltérő korú pannóniai üledékek és ősmaradványegyüttesek egymásra települése, mint nálunk, és kevésbé számottevő a „zavaró” édesvízi rétegek jelenléte, mint a Balaton környékén. STEVANOVIC is megkülönböztetett peremi és medence-fáciest (VII. táblázat), és ez az elkülönítés nála sem működött hiba nélkül: a mélyvízi és sekély szublitorális együttesek ugyanabba a „medence” kategóriába kerültek, és elő is idézték azt a zavart, amely ilyenkor rendre bekövetkezik. Előbbit ugyanis rétegtanilag mélyebb helyzetűnek értékelte STEVANOVIC, mint az utóbbit. A Magyarországon „felső pannóniainak” nevezett összletet a Keleti-Paratethys pontusi emeletével párhuzamosította, és így is nevezte. Két további egységre

(alsó-pontusi, vagy novorosszai és felső-pontusi, vagy portaferrai) bontotta; ezeknek az egységeknek a világos és egyértelmű, egyetlen faj fellépéséhez vagy más földtörténeti eseményhez kötődő definícióját azonban nem adta meg. Ez azonban csak ez egyik oka lehetett annak, hogy Magyarországon nem terjedt el ez a rendszer sem. Még ha lett is volna rá fogadókészség, az alkalmazást megnehezítette volna, hogy nálunk nem ismert, vagy igen-igen ritka ősmaradványokat használt STEVANOVIC több esetben is az egyes szintek jellemzésére.

Egy elszalasztott lehetőség

Térjünk vissza a hazai rétegtani nézetek fejlődésére. Ahogy gyűltek a mélyfúrás adatok, kiderült, hogy egyes, a „felső pannonban” gyakori fajok megjelennek már az „alsó pannon” tetején. Erre a részben „felső pannon” faunájú, de „alsó pannon” litológiájú összletre SZÉLES Margit (1966) bevezette az „átmeneti rétegek” fogalmát (VIII. táblázat). Az „átmeneti rétegek” koncepciója jelentette az egyetlen kiutat abból a kutyaszorítóból, amelybe a kétosztatú pannóniai biosztratigráfia került az 1960-as évek elején. Ekkor mélyültek a battonyai fúrások. Soha vissza nem térő lehetőség adódott a biosztratigráfiai rendszer átgondolására, a kabát újragombolására. SZÉLESnek saját bevallása szerint „jónéhány álmatlan éjszakát okozott” az anyag értelmezése. Az „alsó pannóniai” alapkonglomerátumból itt ugyanis olyan ősmaradványok kerültek elő, amelyeket addig kizárólag a felső pannóniaiból ismertek. Ilyen ősmaradvány volt pl. egy *Budmania*, amellyel STEVANOVIC (1951) a legfiatalabb pannóniai rétegtani szintet jellemezte (I. VII. táblázat). A fiatal fajok felett pedig tipikus „alsó pannon” kőzetkifejlődésben tipikus „alsó pannon” vezérvölvetek következtek.

A sokkoló lelet végül is nem tudta legyőzni a régi beidegződést; az anyag „átmeneti rétegek” minősítést kapott, tehát az alsó pannóniai felső részébe soroltatott. Hogy a döntés elfogadhatóbb legyen, SZÉLES (1971) feltételezte, hogy ezek a „fiatal” fajok itt alakultak ki, de elterjedésüket egy darabig (értsd: a késő-pannóniai korszak beköszöntéig) visszatartotta a battonyai kiemelkedést

VIII. táblázat. SZÉLES (1968) a mendence fáciesre vonatkozó rétegtani tagolása

Table VIII The stratigraphic subdivision of the basin facies according to SZÉLES (1968)

Legfelső-pannóniai	<i>Unio wetzleri</i> <i>Prosodacnomya vutskitsi</i>
Felső-pannóniai	<i>Prosodacnomya vutskitsi</i> <i>Congeria rhomboidea</i> <i>Congeria balatonica</i> <i>Caladacna steindachneri</i>
Átmeneti	<i>Caladacna steindachneri</i> <i>Paradacna abichi</i> var. <i>Lymnocardium ochetophorum</i> <i>Pseudocatillus simplex</i>
Alsó-pannóniai	<i>Paradacna abichi</i> <i>Paradacna lenzi</i> <i>Congeria partschi maorti</i> <i>Congeria banatica</i> "Paradacna" maorti

körülvevő mély medence. Hogy ez a magyarázat mennyire elfogadhatatlan, azt mi sem mutatja jobban, mint STRAUZSNAK, SZÉLES közvetlen munkatársának kifakadása, amikor Josef Paul LUEGER 1980-ban hasonló magyarázattal állt elő a Nagyhöflány környékén felszínen gyűjtött, váratlanul fiatalnak tűnő fajok előfordulására a kora-pannoniai *C. subglobosus* faunában. STRAUZS szerint ugyanis a nagyhöflányi és a dunántúli-középhegységi fauna lényegében megegyezik. „Két azonos jellegű fauna közt korkülönbség feltételezéséhez igen erős bizonyítékok kellenének” – írta. Ha ezt az elvet ő maga és SZÉLES szigorúbban alkalmazta volna a battonyai anyagra, akkor már negyedszázaddal a szeizmikus rétegtani módszer felfutása előtt, pusztán őslénytani alapon átértékelhették volna az egész medence-feltöltődés folyamatát. A ziccer azonban kimaradt, és az olajiparban egész a közelmúltig tovább élt a kétosztatú biosztratigráfiai tagolás.

Finomrétegtan: durva aránytévesztés

A fúrási szelvények vizsgálata nem maradt az olajkutatók privilégiuma. A medenceperemi területeken egyre több, folyamatos magvétellel történő fúrás mélyült a Magyar Állami Földtani Intézet megbízásából. Ezeknek a fúrásoknak a puhatestű-biosztratigráfiai feldolgozását elsősorban BARTHA Ferenc, majd később még nagyobb számban KORPÁSNÉ HÓDI Margit publikálta.

BARTHA fúrási és felszíni rétegsorokat egyaránt vizsgált. Finomrétegtani módszerének lényege, hogy a gyűjtést és az anyagvizsgálatokat rendkívüli részletességgel végezte, és a puhatestűek vizsgálatát összekötötte a rétegsor szedimentológiai elemzésével. Vajon milyen típusú eredményre vezethettek ezek a részletező paleoökológiai vizsgálatok egy olyan feltárásban, amelynek rétegsora néhány ezer vagy tízezer évet reprezentál csupán? A fáciesváltásokból kirajzolódhatott egy deltalebény áthelyeződése, vagy szezonális éghajlati változások, de medence léptékű környezeti változásokra és biosztratigráfiai tagolás kialakítására vonatkozóan ezek nem sok támpontot adhattak. BARTHA azonban ilyen jellegű vizsgálatokra építette rétegtani, ősföldrajzi, sőt tektonikai elképzeléseit. Biosztratigráfiai beosztása hűen tükrözi az egy adott pontban rendszerint megfigyelhető faciessorrendet: a nyíltvízi faunákra édesvízi és brakvízi együttesek váltakozásából álló sorozat következik („oszcillációs szint”), majd pedig folyóvízi és szárazföldi faunák (*IX táblázat*). A nyíltvízi együttesek között csupán annyit differenciál, hogy szembeállítja az „alsó pannon” soproni típusú faunát a „felső pannon” középhegységi és mecseki típusúval, tehát egyidejűeknek tekinti a dunántúli-középhegységi *Congerina unguiculapraes* és a mecseki *Congerina rhomboideus* rétegeket. Őn. „oszcillációs szintje” egyszerűen a sekélyvízi üledékképződési környezetre vagy delta síkságra jellemző gyakori faciés változásokat tükrözi, és aligha bír kronosztratigráfiai értelemmel.

Mivel BARTHA rendszere a faciések vertikális egymásutániségára alapult, így természetesen nem tudta levezetni az egyes szintek faunáját a megelőző szintek faunájából. Az új típusú faunák megjelenését a Dáciai-medence felőli bevándorlással magyarázta. Elképzelése szerint időnként helyreállt az összeköttetés a Középső- és a Keleti-Paratethys között, és ilyenkor újabb és újabb „faunahullámok” érkeztek a Pannon-tóba. Kizártnak tartotta, hogy a gazdag pannóniai

IX. táblázat. BARTHA (1971) pannóniai biosztratigráfiai rendszere

Table IX The stratigraphic system of BARTHA (1971).

Felső-pannóniai	felső	<i>Tachaeocampylaea doederleini</i> (szárazföldi) <i>Unio wetzleri</i> (folyóvízi)	
	középső	"oszcilláció": <i>Viviparusok</i> , <i>Theodoxusok</i> , <i>Melanopsis fuchsi</i> <i>Prosodacnomya vutskitsi</i> , <i>Lymnocardium secans</i> , <i>Congeria triangularis</i> , <i>Congeria balatonica</i>	
	alsó	medence belseji <i>Lymnocardium majeri</i> <i>Paradacna okrugici</i>	parti <i>Congeria ungulacaprae</i> <i>Congeria rhomboidea</i> <i>Dreissena auricularis</i> <i>Lymnocardium penslii</i> <i>Lymnocardium schmidti</i>
Alsó-pannóniai	<i>Paradacna lenzi</i> <i>Paradacna abichi</i> <i>Congeria banatica</i>	<i>Melanopsis fossilis</i> <i>Lymnocardium soproniense</i> <i>Congeria hoernesii</i> <i>Congeria czjzeki</i>	

puhatestű-fauna kizárólag endemikus fejlődés során, a medencében jött volna létre (BARTHA 1977).

Bármennyire is sok értékes rész-adatot szolgáltatott a finomrétegtani módszer, súlyos aránytévesztés volt ezeket az adatokat medence méretű kronosztratigráfiai korrelációra, ősföldrajzi és paleobiogeográfiai rekonstrukcióra, tektonikai következtetésekre használni.

Rosszul illeszkedő emeletek

Miután a magyarországi gyakorlat sem PAPP (1951), sem STEVANOVIĆ (1951) rendszerét nem vette át, érdekes dolog történt. A Bécsi-medence faunája és a Belgrád környéki „pontusi” faunák közötti szembeszökő különbség, a közös fajok szinte teljes hiánya azt a benyomást keltette, hogy a Pannon-tó sekélyvízi faunája szinte magától, mesterséges határvonás nélkül is, két különböző korú csoportra oszlik. Ezt felismerték Magyarországon is, és a két csoportot szinte automatikusan próbálták korrelálni a fúrásokból ismert „alsó- és felsőpannóniai” faunákkal. De PAPP és STEVANOVIĆ is felismerte ezt a különbséget, amelyre alapozva rövid időn belül, egymással egyetértésben kialakították a Pannon-tó addig egységesen kezelt üledékes rétegsorának két emeletre (pannóniai és pontusi) bontását, majd ezt a két emeletet az RCMNS 1975-ös kongresszusán hivatalosan is elfogadtatták, mint a Középső-Paratethys regionális emeletrendszerének tagjait (ld. PAPP et al. 1985, STEVANOVIĆ et al. 1990).

Ha PAPP és STEVANOVIĆ, vagy a magyar sztratigráfusok ekkor elővették volna HALAVÁTS rétegtani-ősföldrajzi modelljét, hamar kiderült volna, hogy valami

hibádzik itt. A Dunántúl ugyanis nem csak földrajzilag fekszik a Bécsi-medence és Belgrád között, hanem a Pannon-tó északnyugat felől történő összehúzódása miatt a kisalföldi, középhegységi, és Balaton környéki sekélyvízi faunák korban is köztes helyzetet foglalnak el az idősebb bécsi és a fiatalabb belgrádi faunák között. Ha beillesztjük őket a megfelelő rétegtani helyükre, olyan fokozatos, finom átmenetet kapunk az eddig erősen különbözőnek tűnt „pannóniai” és „pontusi” faunák között, hogy a korábban oly magától értetődő határ megvonása a két emelet között csak erőltetetten, mesterséges definícióval lenne lehetséges. Mivel ilyen definíció azóta sem született, a pannóniai és pontusi rétegeket egymástól elválasztani – úgy, ahogy azt PAPP et al. (1985) és STEVANOVIC et al. (1990) sugallja – nem lehetséges. Így aztán természetszerűleg vetődött fel a kérdés: ha nem akarjuk a „pannóniai emelet” nevet immár egy legújabb, harmadik változatban használni, nem kellene-e erre a köztes rétegtani helyzetű képződményre, tehát HALAVÁTS „középső pontusijára”, egy új emelet- vagy alemelet-nevet bevezetni (SACCHI et al. 1997)?

A kétosztatúság megkérdőjelezése szkepticizmust eredményez

Az 1970-es évek közepétől kezdve egyre gyakrabban jelentek meg olyan publikációk, amelyek nyíltan vagy burkoltan arra utaltak, hogy valami alapvetően nincs rendben a magyarországi pannóniai biosztratigráfiával. Az első ilyen tanulmány MAGYAR László és RÉVÉSZ István (1976) tollából jelent meg. Szerzők célja a pannóniai rétegsor tagolása volt a sűrűn feltárt algyői kőolajmezőben. Azt tapasztalták, hogy tipikus „alsó pannon” fossziliák, mint pl. a *Paradacna abichi*, nyílttavi rétegekben fordulnak elő, míg a „felső pannonba” – sőt annak is a fiatalabb részébe – sorolt ősmaradványok, mint pl. a *Prosodacnomya vutskitsi*, szenes lagúna-üledékekhez kötődnek. Amennyiben ez utóbbi rétegek fölött visszatér a normális tavi fácies, az ősmaradványok is a szokásoshoz képest fordított sorrendben jelentkeznek. A következtetés megkerülhetetlen volt: ezek a fossziliák a különböző fáciesekhez (öskörnyezetekhez) kötődnek, korok elkülönítésére azon a módon, ahogy azt korábban képzelték, nem alkalmasak. Ennek ellenére a szerzők halvány kísérletet tesznek az egyes algyői szintek és a medencék peremén abban az időben használatos biosztratigráfiai egységek korrelációjára.

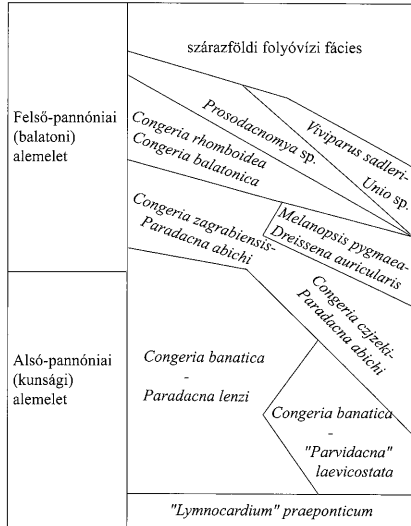
KORPÁS-HÓDI 1983-ban publikált nagyszerű tanulmányának egyik fő következtetése, hogy a Dunántúli-középhegység északnyugati előterében a korábban különböző korúaknak tartott puhatestű-együttesek valójában ökozonákat jelölnek ki, és határuk nem izokon: „... a Mollusca zónák épp úgy, mint a litosztratigráfiai határok, időben és térben eltolódnak.” KORPÁS-NÉ később megjelent, az egész pannóniai emeletre vonatkozó rétegtani beosztásában (X. táblázat) a biozonákat nem kronozóna értelemben használta, hanem táblázataiban földrajzi dimenziót is megjelenített. A biozonákat elválasztó vonalak ferde és hajlított lefutása azt szemlélteti, hogy a korábban különböző korok jelzésére használt faunák valójában egyidőben, de különböző környezetekben éltek.

Ha valakinek még kétségei maradtak volna afelől, hogy a korábbi „alsó/felső pannon határ” csupán egy „időtranszgresszív” fácies-határ, azt meggyőzhették

BÉRCZI és PHILLIPS (1985) szedimentológiai megfigyelései és modellje. E modell szerint Magyarország délkeleti mélymedencéit döntően egy északnyugati irányból progradáló delta-rendszer töltötte fel a pannóniai korszak folyamán. Az „alsó/felső pannon” határ tulajdonképpen nem más, mint a delta lejtő és a delta front határa. Bár a modell széles körben elfogadásra és alkalmazásra talált, egy ideig mindenki ódzkodott attól, hogy legalább hipotézis szintjén felvesse a következő gondolatot: ha Délkelet-Magyarországra északnyugat felől érkezett a pro-gradáció, akkor valószínű, hogy ez a folyamat visszavetíthető a medence északnyugati pereméig, tehát az egész medencére (vagy túlnyomó részére) ez a feltöltődési irány lesz a jellemző. Ha viszont ez így van, akkor pl. a delta front

X. táblázat.. A magyarországi pannóniai emelet provizorikus puhatestű ökozónái KÖRPÁS-HÓDI (1987) szerint

Table X The provisory mollusc ecozones of the Pannonian Stage in Hungary by KÖRPÁS-HÓDI (1987)



üledékek (és velük a sekélyvízi ösmeradványok is) ÉNy-Magyarország felől DK felé fokozatosan fiatalodnak. Bármennyire is kézenfekvő lett volna ez a felvetés, és bármennyire is egybecsengett volna HALAVÁTS nyolc évtizeddel korábbi megfigyeléseivel, csak a feltöltődési irányok és az üledékes kőzettestek szeizmikus kitérképezése (amely elsősorban POGÁCSÁS és munkatársai és VAKARCS és munkatársai nevéhez fűződik) után jelentek meg ilyen jellegű következtetések az irodalomban.

Ekkorra azonban a puhatestű-biosztratigráfia már kikerült az érdeklődés középpontjából. A figyelem az új módszerek: a mágnésrétegtan, a radiometrikus korhatározások, a dinoflagellata-sztratigráfia, és a szeizmikus szekvencia-sztratigráfia felé fordult (ld. pl. TELEKI et al. 1994). MAGYAR & RÉVÉSZ (1976), illetve KÖRPÁS-HÓDI (1983) következtetéseit eltűzve az a felfogás terjedt el, hogy „a pannóniai puhatestűek jó környezetjelzők, de rossz korjelzők”. A régi, alapvetően kétosztatú életregegtani rendszer egyre nyilvánvalóbb kudarcra bizonytalanságot és kételkedést eredményezett a biosztratigráfiai tagolás potenciális felhasználói körében. Valójában azonban éppen ez a kudarc és az új rétegtani módszerek alkalmazása együttesen teremtette meg a feltételt annak, hogy végre pontosabb kép bontakozhasson ki a Pannon-tó faunájának és magának a tónak a

történetéről, és hogy a korábbi kétosztatúnál lényegesen nagyobb felbontású biosztratigráfiai tagolás alakulhasson ki.

A problémák gyökere: az üledékes testek geometriája

A mai ismeretek birtokában elég világosan látszik, hogy végső soron a pannóniai üledékes testek geometriája volt az, ami évtizedeken keresztül „megtréfálta” a magyarországi biosztratigráfusokat, mert a megszokott, klasszikus rétegtani alapelveket majdhogynem kifordítva kellett volna alkalmazniuk a megfelelő eredmény eléréséhez. Természetesnek tűnt számukra, hogy egy fúrással átharantolt pannóniai rétegsor az egész pannóniai korszakot reprezentálja (később ugyan felismerték, hogy alulról hiányos is lehet ez a rétegsor). Ennek alapján az is természetes volt, hogy az adott fúrásban elvileg kijelölhető az összes biosztratigráfiai határ (ha jelen vannak megfelelő minőségű és megtartású ősmaradványok). És végül sokáig azon sem volt vita, hogy az egymás melletti, vagy akár egymástól távolabbi feltárásokban vagy fúrásokban észlelt hasonló jellegű faunaváltás – főleg ha kőzettani határral is párosul – kiváló kronosztratigráfiai korrelációs eszköz.

Mindez azonban csak akkor lehetett volna igaz, ha a pannóniai rétegek szabályosan, vízszintesen települtek volna egymásra, és ha az üledékképződés sebessége mindenütt kiegyenlített lett volna az egész medencében. Egy ilyen modell (vízszintesen települő, nagy laterális kiterjedésű, egyenletes vastagságú rétegek) jól alkalmazható mélytengeri rétegsoroknál vagy platformkarbonátoknál. Ma már azonban tudjuk – elsősorban szeizmikus vizsgálatokból –, hogy ez a modell nem működik a pannóniai rétegekre. A Pannon-tó medrére úgy töltődött fel, hogy a belépő folyók üledékük zömét a torkolat közelében rakták le, és így a feltöltődés lépésről lépésre haladt a medence belseje felé, ahol viszont igen lassú, jelentős részben karbonátgazdag és nem uralkodóan törmelékes üledékképződés folyt. Az egymást követő üledékes testek tehát nem egyszerűen egymás fölé, hanem részben egymás mellé települtek. Az időben egymást követő üledécsomagokban egymáshoz hasonló módon fejlődtek ki a különböző fáciesű egységek, így az „alsó/felső pannon határ”, azaz a lejtő és a delta front határa is. Ha ilyen progradációs modellben gondolkodunk, akkor – erősen leegyszerűsítve – azt mondhatjuk, hogy az időben egymást követő, tehát különböző korú egységeket egymás mellett kell keresnünk, míg az egy-egy feltárásban egymás fölött jelentkező, akár igen különböző fáciesű egységeket jó közelítéssel egykorúaknak tekinthetjük.

Ha az egymás mellé települő üledékes testek valóban korban eltérő faunát tartalmaznak, hogy nem vették ezt észre korábban a paleontológusok? Észrevették, de másképp értelmezték. Főleg STRAUZS és BARTHA úgy gondolták, hogy az egyes területek puhatestűi között észlelhető, sokszor csekély mértékű alaktani eltérések fajon belüli földrajzi változékonyság következményei, és nem korbeli különbséget tükröznek. Kétségtelenül igazuk volt abban, hogy a Pannon-tó endemikus fajainak leírásánál sok korábbi szerző nem vette figyelembe ezeknek a fajoknak a változékonyságát, így bizonyos csoportok esetében kétszer-háromszor annyi fajnév született, mint amennyi valójában indokolt lett volna. Az

evolúciónak azonban éppen ez a változékonyság biztosít „alapanyagot”; az időben lezajló evolúciós változások a földrajzi változékonysághoz hasonló, kicsi lépésekben mennek végbe. A kettőt nem könnyű megkülönböztetni az őslénytani anyagban, de nem is lehetetlen feladat, különösen ha a biosztratigráfiától független módszerek segítik az egyes lelőhelyek relatív korának meghatározását.

Hogyan tovább?

A progradációs medencefeltöltődési modell fényében a korábbi biosztratigráfiai megfigyelések egységes rendszerré álltak össze. Világossá vált, hogy miért csökkent a tó területe északnyugat felől a feltöltődés folyamán (HALAVÁTS 1902), hogy miért olyan fiatalok a délkelet-magyarországi „alsó pannon” faunák (SZÉLES 1971), vagy hogy miért „időtranszgresszív” az alsó/felső-pannon határ (KORPÁS-HÓDI 1983).

Vannak ugyanakkor újabb őslénytani megfigyelések is, amelyek a paleontológusok és sztratigráfusok által több, mint 100 év alatt leírt és múzeumi gyűjteményekben megőrzött hatalmas ősmaradványagyon alapulnak, és a biosztratigráfia szempontjából fontosak. Az első ilyen megfigyelés az, hogy a Pannon-tó puhatestű faunája mindig igen egységes volt, azaz az újonnan kialakult fajok gyorsan elterjedtek az egész medencében (ez különösen a planktonikus lárvával rendelkező Dreissenidae és Cardiidae családok esetében kézenfekvő). A másik fontos észrevétel, hogy meglehetősen gyakori jelenség a puhatestű-vázak lassú, fokozatos, évmilliókon átívelő morfológiai változása (a kagylók vonatkozásában az első ilyen, részletesen dokumentált és evolúciós folyamatnak értelmezett változást MÜLLER Pállal ismertettük — MÜLLER & MAGYAR 1992). A korábbi és újabb megfigyelések ötvözésével — véleményem szerint — csaknem száz év után visszajutottunk oda, hogy egy nagy felbontású biokronozóna-rendszer kialakításával kísérletezhessünk a Pannon-tó üledékes közeteinek rétegtani tagolása céljából

Milyen elvi lépéseket kell követnie egy ilyen kísérletnek?

Először is külön kell fésülnünk az egyes fáciesek faunáját. Ehhez a korábbi ökológiai, társulási kutatások eredményei jó alapot szolgáltatnak. Minél többféle fácieset tudunk megkülönböztetni, annál kisebb az esélye, hogy biosztratigráfiai határainkat téves módon heteropikus fáciesek határain jelöljük ki. Ilyen fáciesek lehetnek a mélyvízi (profundális), szublitóralis, litorális, lagúna fáciesek. Az üledékanyag szempontjából megkülönböztethetjük a sziliciklasztos anyag behordásától távoli vagy kiemelt területeket, amelyekre mészmárga képződött, azoktól a területektől, amelyekre sziliciklasztos anyagbehordás és gyors üledékképződés volt jellemző.

A különböző korú, de azonos (izopikus) fáciesű rétegeken belül kell megkeresnünk a biosztratigráfiai határok kijelölésére alkalmas fogódzókat. Pl. a pannóniai agyagon működő téglagyárak feltárásaiban medenceszerte nagyon hasonló, kékesszürke, szublitóralis közetliszt- és agyagrétegeket találunk. Ezeknek a feltárásoknak (pl. Bécs, Sopron, Tata, Bátaszék) a faunáját egymással kell összehasonlítani és megpróbálni rétegtani sorrendbe állítani, nem pedig az adott feltárásban található más (litorális vagy folyóvízi) fáciesű fedőrétegekével. Milyen

eszközeink vannak erre a munkára, ha már a réteg-egymásutániság közvetlen megfigyelésére nincs módunk? Fel kell használnunk mindazokat az ismereteket, amelyek egyéb ősmaradványok (pl. emlőscsontok, szervesvázú ostoros moszatok) vizsgálatából, vulkáni közbetelepülések radiometrikus korméréseiből, magnetosztatigráfiai és szedimentológiai vizsgálatokból, és szeizmikus szelvényezésből rendelkezésünkre állnak.

Ha van elképzelésünk arról, hogy egy-egy környezettípusban („fáciesben”) hogyan változott a fauna az idő függvényében, és hogy ennek alapján milyen tagolást tudunk végezni, akkor harmadik lépésként elvégezhetjük az egyes fáciesekre vonatkozó rétegtani egység korrelációját. Ebben az esetben az egyes feltárásokban megfigyelhető réteg-egymásutániságot megint csak a „klasszikus” módszertől eltérően kell kezelni. Fel kell tételeznünk ugyanis (ha csak nyomós érv nem szól ellene), hogy a közvetlen egymás fölött, de különböző fáciesben található faunák egymás mellett, egyidőben éltek (heteropikus fáciesek). A bécsi téglagyári agyaggal pl. a fedőjében levő littorális *Lymnocardium conjugens* homokot, a tataival a fedőjében levő *L. pensiliis* homokot stb. kell korrelálni, azaz egyidősnek tekinteni.

A fenti logikai sorrendet persze nehéz a gyakorlatban következetesen alkalmazni, mert az ismereteink túlságosan hiányosak, és mert a rétegtani adataink értelmezése kölcsönösen függ egymástól. Így elkerülhetetlen, hogy bizonyos szubjektivitás kerüljön az értelmezésbe, és hogy a szigorú logikai sorrend sérüljön. A pannóniai puhatestű-fauna fejlődésének megértésére, és így megbízható biosztratigráfiai tagolás kialakítására azonban még így is ez tűnik a legmegfelelőbb módszernek.

Egy döntően ezekre az elvekre épülő korai kísérletnek tekinthető az a biosztratigráfiai tagolás, amelyet munkatársaimmal együtt néhány évvel ezelőtt tettünk közzé (MAGYAR et al. 1999). Nem a korábbi kutatók eredményeinek megkérdőjelezésére, hanem azok szintézisére törekedtünk. A Pannon-tó littorális fáciesű üledékeiben 10, a szublitorálisban 6, a mélyvízben 2 biokronozónát különítettünk el. Hogy a folyamatosan szaporodó rétegtani adatok tükrében mennyire bizonyul helytállónak és a gyakorlatban is használhatónak ez a rendszer, azt a következő évek fogják megmutatni; ez ma még nem képezi részét a puhatestű-rétegtan történetének.

Tanulságok

Végigtekintve egy évszázad pannóniai puhatestű-rétegtani kutatásain megállapíthatjuk, hogy azok évtizedeken keresztül egy rossz modellt követtek. A tómedence feltöltődésének mechanizmusa, az üledékes testek geometriája merőben szokatlan és újszerű volt egy, a mezozoos karbonátokon iskolázott – egyébként elsőrangú – sztratigráfusi gárda számára. Annymira erős volt a kötődés ehhez a rossz modellhez, hogy a potenciális kiterjesztési pontok (pl. HALAVÁTS csökkenő tófelszín-elmélete, a szerencsés battonyai leletek) kihasználatlanul maradtak, amikor pedig a régi modell összeomlott, mert kiderült, hogy a korábban izokron rétegtani határnak tekintett felületek csupán „időtranszgresszív” fácieshatárok, sokan teljesen elvesztették a bizalmukat a pannóniai puhatestűekre alapozott

rétegtan lehetőségében. Tovább nehezítették a helyzetet a Pannon-tó puhatestűinek endemizmusa és rendkívüli változékonysága miatt felgyülemelő taxonómiai és határozási problémák.

Melyek azok a legfontosabb általános, már nem csak a pannóniaira vonatkozatható tanulságok, amelyeket a fenti történetből leszűrhetünk? A modern szedimentológián és szekvencia-sztratigráfián nevelkedett generáció számára ezek egy része közhelynek tűnhet, de meggyőződésem, hogy szemléletformáló hatásuk miatt érdemes őket megfogalmazni és leírni.

1. Ahol a biosztratigráfiai határ megvonására alkalmasnak látszó faunaváltás közzetani határral esik egybe, igen körültekintő mérlegelésre van szükség. A közzetani változást az őskörnyezet valamilyen megváltozása idézte elő. Vajon ez a változás egyidejű volt az egész medencében (vagy a vizsgált területen, legyen az akár a teljes glóbusz), vagy pedig különböző területeket különböző időpontban ért el? Előbbi esetben nyilván jól fog működni az erre az eseményre alapozott biosztratigráfiai határ, utóbbi esetben azonban rossz, „időtranszgresszív” határunk lesz, amely csak igen korlátozottan, vagy egyáltalán nem lesz alkalmas kronológiai értelmezésre. Ilyen esetben a Walther-féle fációs-szabály értelmében az egymásra következő faunákat inkább egyidejűeknek, de különböző környezetben élőknak kell tekintenünk, mintsem korban egymástól élesen elkülönülőknak.

2. Az időben közvetlenül egymás után képződött üledékes kőzetek nem mindig és nem feltétlenül települnek egymásra. Települhetnek egymás mellé is, sőt, települhetnek úgy is, hogy nem is érintkeznek egymással, és a fiatalabb üledék morfológiailag mélyebb helyzetben is képződhet, mint az idősebb. Például a selfen folyó üledékképződés után az üledékképződés helye áttevődhet a medencelejtő lábához, tehát a self „alá”. Ilyenkor a két üledékes test között valójában üledékihiány volt, de ez a gyakorlatban nagyon sokszor csak – nem is olyan éles – réteghatárként mutatkozik, és így az üledékhézag nem ismerhető fel. Óvatosan kell tehát eljárni minden olyan üledékképződési rendszer biosztratigráfiai vizsgálatánál, amelynél megvan a lehetősége annak, hogy a legintenzívebb üledékképződés helye időben gyorsan változott.

3. A rétegtan nyelve és fogalomrendszere ma már nemzetközileg szabályozott. Ha a magyar geológusok egy ettől eltérő „tolvajnyelvet” beszélnek, az gyakorlati szempontból esetleg nem okoz problémát, de csak míg magunk között vagyunk. Amint nemzetközi nyilvánosság elé lépünk (publikációval, előadással, szakmai levelezéssel, vagy esetleg egy farm-out ajánlattal), zavarba kerülünk. Az az állítás, hogy „az alsó/felső pannóniai határa időtranszgresszív”, értetlenséget vagy mosolyt fog kiváltani egy jól képzett külföldi sztratigráfusnál. Az alsó-pannóniai alemelet és a felső-pannóniai alemelet határa ugyanis definíciójánál fogva nem lehet időtranszgresszív, mert az alsó-pannóniai alemeletbe kizárólag a kora pannóniai korszakban, míg a felső-pannóniai alemeletbe kizárólag a késő pannóniai korszakban képződött kőzetek tartoznak, anyagi minőségüktől és fációsüktől függetlenül. Amit ma a magyarországi szaknyelv „alsó/felső pannon határként” emleget, az a Peremartoni Formációcsoport és a Dunántúli Formációcsoport határa, és valóban nem izokron, mert a litosztratigráfiai határok sokszor nem azok. Az igazi alsó- és felső-pannóniai elemeket elkülönítéséhez pedig vagy a hagyományos LŐRENTHEY-féle puhatestű-zonációt kell alapul venni,

vagy KÖRPÁS-HÓDI (1998) javaslatát, amely szerint legyen ez a határ a C5n mágneses polaritás zóna teteje, vagy pedig újabb definíciót kell alkotni. Semmi sem zárja ki, hogy egy ilyen újabb definíció háromosztatúvá tegye a pannóniai emeletet (alsó-, középső-, és felső-pannóniai). Az „alsó pannon” és „felső pannon” időrétegtani terminusok köztrétegtani értelemben való használatával azonban sürgősen fel kell hagyni.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány az OTKA T037724 és T035168 sz. projektjeinek keretében készült; a támogatásért köszönet SZTANÓ Orsolyának és JUHÁSZ Györgyinek. Köszönöm a lektorok, KÖRPÁS Lászlóné és JÁMBOR Áron gondos munkáját; észrevételeik lényeges segítséget nyújtottak mondanivalóm pontosabb megfogalmazásához.

Irodalom – References

- BARTHA F. 1971: A magyarországi pannon biosztratigráfiai vizsgálata. – In: GÓCZÁN F. & BENKŐ J. (eds): A magyarországi pannonkori képződmények kutatásai. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 9–172.
- BARTHA F. 1977: Gondolatok a hazai pannonra vonatkozó kutatások szemlélet-fejlődéséről és az adatok korszerű feldolgozásáról. – *Földtani Közlöny* 107, 17–26.
- BÉRCZI, I. & PHILLIPS, R. L. 1985: Process and depositional environments within Neogene deltaic-lacustrine sediments, Pannonian Basin, Southeast Hungary. – *Geophysical Transactions* 31, 55–74.
- COWEN, R. 1990: History of Life. – Blackwell Scientific Publications, 470 p.
- ELSTON, D. P., LANTOS, M. & HÁMOR, T. 1994: High resolution polarity records and the stratigraphic and magnetostratigraphic correlation of Late Miocene and Pliocene (Pannonian s.l.) deposits of Hungary. – In: TELEKI, P. G., MATTICK, R. E. & KÓKAY, J. (eds): Basin Analysis in Petroleum Exploration. A case study from the Békés basin, Hungary. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 111–142.
- FUCHS, Th. 1875: Neue Brunnengrabungen in Wien und Umgebung. – *Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt* 25, p. 19.
- GÉCZY B. 1995: A magyarországi őslénytan története. – Akadémiai székfoglaló. Akadémiai Kiadó, Budapest, 66 p.
- GILLET, S. 1943: Les limnocardiidés des couches á Congéries de Roumanie. – *Memoriele Institutului Geologic al Romaniei* 4
- HALAVÁTS Gy. 1902: A balatonmelléki pontusi korú rétegek faunája. – In: *A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei* 1/1, *Őslénytani függelék* 4/2, Budapest, 74 p.
- HOFFMAN, A. 1989: Arguments on evolution. A paleontologist's perspective. – Oxford University Press, New York, 274 p.
- HOERNES, R. 1901: Congeria Oppenheimi und Hilberi, zwei neue Formen der Rhomboidea-Gruppe aus den oberen pontischen Schichte von Königsgnad (Királykegye). – *Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften* 110, Abtheilung I, 206–235.
- KÖRPÁS-HÓDI M. 1983: A Dunántúli-középhegység északi előtere pannóniai mollusca faunájának paleoökológiai és biosztratigráfiai vizsgálata. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 66, 163 p.
- KÖRPÁS-HÓDI M. 1987: A magyarországi fiatal neogén képződmények korrelációs lehetőségei. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 69, 435–452.
- KÖRPÁS-HÓDI M. 1988: Medenceperemi pannóniai s.l. üledékes formációk rétegtana. – In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (eds) 1998: Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana. – A MOL Rt. és a MÁFI kiadványa, Budapest, 453–468.
- LÓRENTHEY I. 1905: Adatok a Balaton melléki pannóniai korú rétegek faunájához és stratigráfiai helyzetéhez. – In: *A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei* 1/1, *Őslénytani függelék* 4/3, Budapest, 193 p.

- LUEGER, J. P. 1980: Die Molluskenfauna aus dem Pannon (Obermiozän) des Fölligberges (Eisenstadter Bucht) im Burgenland (Österreich). – *Mitteilungen der österreichischen geologischen Gesellschaft* 73, 95–134.
- MAGYAR I., GEARY, D. H., SÜTÖ-SZENTAI, M., LANTOS, M. & MÜLLER, P. 1999: Integrated biostratigraphic, magnetostratigraphic and chronostratigraphic correlations of the Late Miocene Lake Pannon deposits. – *Acta Geologica Hungarica* 42, 5–31.
- MAGYAR, L. & RÉVÉSZ, I. 1976: Data on the classification of Pannonian sediments of the Algyó area. – *Acta Mineralogica-Petrographica, Szeged* 22, 267–283.
- MÜLLER, P. & MAGYAR, I. 1992: Continuous record of the evolution of lacustrine cardiid bivalves in the late Miocene Pannonian Lake. – *Acta Palaeontologica Polonica* 36, 353–372.
- PAPP, A. 1951: Das Pannon des Wiener Beckens. – *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien* 39–41, 99–193.
- PAPP, A. 1953: Die Molluskenfauna des Pannon im Wiener Becken. – *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien* 44, 85–222.
- PAPP, A. 1985: Die Gliederung des Pannonien. – In: PAPP, A., JÁMBOR, Á. & STEININGER, F. F. (eds) 1985: Chronostratigraphie und Neostatotypen, Miozän der Zentralen Paratethys 7, Pannonien. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 28–29.
- PAPP, A., JÁMBOR, Á. & STEININGER, F. F. (eds) 1985: Chronostratigraphie und Neostatotypen, Miozän der Zentralen Paratethys 7, Pannonien. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 636 p.
- POGÁCSÁS Gy., MATTICK, R. E., ELSTON, D. P., HÁMOR, T., JÁMBOR, Á., LAKATOS, L., LANTOS, M., SIMON, E., VAKARCS, G., VÁRKONYI, L., & VÁRNAL, P. 1994: Correlation of Seismo- and Magnetostratigraphy in Southeastern Hungary. – In: TELEKI, P. G., MATTICK, R. E. & KÓKAY, J. (eds): Basin Analysis in Petroleum Exploration. A case study from the Békés basin, Hungary. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 143–160.
- SACCHI, M., HORVÁTH, F., MAGYAR, I. & MÜLLER, P. 1997: Problems and progress in establishing a Late Neogene Chronostratigraphy for the Central Paratethys. – *Neogene Newsletter* 4, 37–46, Padova.
- SEPKOSKI, J. J. Jr. 1993: Foundations: Life in the oceans. – In: GOULD, S. J. (ed): The Book of Life. – W. W. Norton & Company, New York – London, 37–63.
- STANLEY, S. M. 1979: Macroevolution: Pattern and Process. – W. H. Freeman and Company, New York, 332 p.
- STEVANOVIĆ, P. M. 1951: Pontische Stufe im engeren Sinne – obere Congerienschichten Serbiens und der angrenzenden Gebiete. – *Serbische Akademie der Wissenschaften, Sonderausgabe* 187, *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse* 2, Beograd, 361 p.
- STEVANOVIĆ, P. M. 1990: Rückschau auf pontische Stufe in Griechenland. – In: STEVANOVIĆ, P. M., NEVESSKAJA, L. A., MARINESCU, FL., SOKAC, A. & JÁMBOR, Á. (eds): Chronostratigraphie und Neostatotypen, Neogen der Westlichen ("Zentrale") Paratethys VIII, P11, Pontien. – JAZU and SANU, Zagreb-Beograd, 339–352.
- STEVANOVIĆ, P. M., NEVESSKAJA, L. A., MARINESCU, FL., SOKAC, A. & JÁMBOR, Á. (eds) 1990: Chronostratigraphie und Neostatotypen, Neogen der Westlichen ("Zentrale") Paratethys VIII, P11, Pontien. – JAZU and SANU, Zagreb-Beograd, 952 p.
- STRAUSZ, L. 1942a: Das Pannon des mittleren Westungarns. – *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici, pars Mineralogica, Geologica et Palaeontologica* 5, 1–102.
- STRAUSZ L. 1942b: Pannóniai fauna Darnáról és Tatarosról. – *Beszámoló a m. kir. Földtani Intézet vitaüléseinek munkálatairól. A m. kir. Földtani Intézet 1941. évi jelentésének függeléke*, 5. füzet, 192–199.
- STRAUSZ L. 1954: A magyar medence miocén rétegeinek beosztása. – *Földtani Közlöny* 84, 297–308.
- STRAUSZ L. 1958: Ungula caprae-szint DNY-dunántúli fúrásban. – *Földtani Közlöny* 88, 237–239.
- STRAUSZ L. 1971: A pannóniai emelet (pliocén). – *Földtani Közlöny* 101, 114–119.
- SÜMEGHY J. 1939: A Győr-medence, a Dunántúl és az Alföld pannóniai üledékeinek összefoglaló ismertetése. – *A magyar királyi Földtani Intézet Évkönyve* 32/2, 67–254.
- SZÉLES M. 1966: Óslénytani adatok az alsó- és felsőpannon alemeletek elhatárolásához. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése* 1964, 559–568.
- SZÉLES M. 1968: Az Alföld déli részének pliocén képződményei. – *Földtani Közlöny* 98, 55–66.
- SZÉLES M. 1971: A Nagyalföld medencebeli pannon képződményei. – In: GÓCZÁN F. & BENKÓ J. (eds): A magyarországi pannonkori képződmények kutatásai. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 253–344.

TELEKI, P. G., MATTICK, R. E. & KÓKAY, J. (eds) 1994: Basin Analysis in Petroleum Exploration. A case study from the Békés basin, Hungary. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 330 p.

Kézirat beérkezett: 2004. 02. 20.