

# A Ny-i Tethys nagyforaminiferákra alapozott paleogén sekély bentosz zonációjának továbbfejlesztése és korrelálása

OTKA K 60645. sz. projekt zárójelentése

Less György (témavezető)

A projekt célkitűzése a Ny-i Tethys paleogén (és kora-miocén) sekély bentosz (helyesebben nagyforaminifera-) zonációjának kiterjesztése volt egyrészt az alpi-pireneusi régiótól keletebbre fekvő területek, másrészt a fotikus öv mélyebb régiói felé. Ehelyütt éltek a paleocén-eocén Orthophragminái (a Discocyclinidae és Orbitoclypeidae családok), illetve az oligo-miocén *Lepidocyclinák* valamint jellemzően operculiniform alakok (*Operculina*, *Heterostegina*, *Spirochypeus*) és egyes lapos *Nummulites*-ek. Ezen formák evolúciós sorainak széles területet felölelő, beható morfometriai vizsgálata alapján lehetőség nyílt egy zónák további tagolására is, ami a projekt másik célkitűzését, a zonáció finomítását eredményezte. A paleogén (és kora-miocén) nagyforaminifera-zonáció egyes szakaszait a projektben résztvevő szakemberek segítségével mészvázú nannoplankton- és plankton foraminifera-vizsgálatok révén korreláltuk ezen csoportok zonációs beosztásához.

A projekt során elért eredményeinket 16 folyóiratcikkben publikáltuk. Ezek közül 15 külföldi és 13 impakt faktoros. Ezen kívül Témavezető megszerezte az MTA Doktora címet, míg Pálfalvi Sarolta és Kertész Botond (utóbbi a projekt témájából) PhD fokozatot szerzett. Mivel az eredmények nyilvánosan hozzáférhetők, az alábbiakban csak röviden foglaljuk őket össze.

## 1. Óslénytani eredmények

### 1.1. Orthophragminák párhuzamosan futó fejlődési sorainak morfometriai igazolása

Less (1987) az Orthophragminák fejlődési sorait döntően tipológiai alapon (minőségi bélyegek megléte/hiánya alapján) különítette el. Miután Drooger (1993) ennek létjogosultságát a módszer szubjektivitása miatt megkérdőjelezte, szükségessé vált annak igazolása, hogy ezek a fejlődési sorok elsősorban mennyiségi bélyegek alapján is megkülönböztethetők. Egy C.W. Drooger által vett, késő-ypreai korú horsarrieu-i (DNy-Franciaország) mintában két minőségi bélyeg mellett kilenc mennyiségi jellemző alapján – egymást követő, leszűkítő, kétváltozós diagramokkal és tizenegy változós cluster-analízissel is sikerült igazolnunk, hogy a tipológiailag elkülöníthető 13 faj (melyek mindegyike egy-egy fejlődési sort képvisel) közül 12 morfometriailag is egyértelműen megkülönböztethető (Less & Ó. Kovács 2009). Ezzel bebizonyítottuk, hogy az Orthophragminák párhuzamosan futó fejlődési sorai objektív, létező egységek.

### 1.2. Orthophragminák új fajainak és fejlődési sorainak felismerése, új fejlődési alfajok (kronosubspeciesek) elkülönítése

A Less (1987) által felismert 19 Orthophragmina-fejlődési soron túl az azóta feldolgozott jelentős mennyiségű anyag alapján felismertük, hogy a *Discocyclina seunesi*, *Nemkovella evae*, *Orbitoclypeus multiplicatus*, *O. munieri* és *O. bayani* is jelentős fejlődésen ment keresztül, ami alkalmassá teszi őket korhatározásra (Less *et al.* 2007; Özcan *et al.* 2007b). Egy-egy újonnan megvizsgált lelőhelyről új fajokat is leírtunk: az *Orbitoclypeus droogeri*-t DNy-Franciaországból (Less & Ó. Kovács 2009), a *Nemkovella stockari*-t, *Asterocyclina sireli*-t és *A. ferrandezii*-t Törökországból (Özcan *et al.* 2006, Less *et al.* 2007), az *O. barkhatovae*-t az É-Kaukázusból (Zakrevskaya *et al.* 2011). Ezen kívül kimutattuk az eddig csak az India Ny-i részéből (a Kutch-medencéből) ismert *O. haynesi* jelenlétét a Trák-medencéből is (Özcan *et al.* 2010a, Less *et al.* 2011).

Számos esetben kimutattuk, hogy egy-egy adott evolúciós vonal az addig ismertnél hosszabb életű, ami 19 új kronosubspecies (*Discocyclina fortisi anatolica*, *D. seunesi beloslavensis*, *D. s. karabuekensis*, *D. s. seunesi*, *D. spliti polatliensis*, *D. trabayensis elazigensis*, *Nemkovella evae evae*, *N. e. karitensis*, *Orbitoclypeus bayani bayani*, *O. b. kurucasileensis*, *O. douvillei malatyaensis*, *O.*

*furcatus palaeofurcatus*, *O. multiplicatus kastamonuensis*, *O. m. multiplicatus*, *O. m. gmundenensis*, *O. munieri munieri*, *O. m. ponticus*, *O. varians anakaraensis* és *Asterocyclina stella praestella*) definiálását és leírását tette lehetővé (Less & Ó. Kovács 2009, Less *et al.* 2007, Özcan *et al.* 2006, 2007, Dulai *et al.* 2010).

### 1.3. A hálózatos *Nummulites*-ek fejlődési sorainak morfológiai elkülönítése

Schaub (1981) szerint a késő-ypresiben és a középső-eocénben a *Nummulites partschi-lorioli-hottingeri*, míg a késő-lutéciai-oligocén intervallumban a *N. bullatus-ptukhiani-fabianii-fichteli* evolúciós vonal képviseli a hálózatos *Nummulites*-eket. Utóbbi fejlődési sorban a bartoni vezérkövületének tartott *N. ptukhiani* helye a faj leírása és értelmezése körüli zavarok miatt Papazzoni (1998) szerint nem egyértelmű. A faj típuslelőhelyéről származó leírásainak és ábrázolásainak (Ptukhian, 1964; Blondeau, 1972; Bombiță, 1975) kiválóan megfelelő populációt találtunk (Less *et al.* 2006, Özcan *et al.* 2006) a típuslelőhelytől nem messze fekvő Keçili (K-Törökország) kora-bartoni korú mintájában, méghozzá egy olyan populációval együtt, mely tökéletesen illeszkedik a *Nummulites fabianii*-sor fejlődési trendjébe. A két populáció az adatok alapján egyértelműen elkülönül. Eszerint és a revideált *N. ptukhiani*-nak a junior szinonimájának minősülő *N. hottingeri*-vel (ld. feljebb) való erős hasonlósága miatt a fajt a *N. partschi-lorioli*-sor végső tagjának kell tekintenünk, és el kell különítenünk a *N. fabianii*-sortól.

### 1.4. A *Nummulites fabianii*-sor fejlődési trendjeinek kijelölése, szegmentálása, a taxonok morfológiai definíciója

A bartoni–priabonai–rupeli során rendkívül elterjedt evolúciós vonal egymást követő taxonjai az irodalom (Blondeau 1972; Schaub 1981; Cahuzac & Poignant 1997; Serra-Kiel *et al.* 1998) szerint az említett időszakon belül zónajelzők, ugyanakkor morfológiaik nincsenek definiálva. A bartoni vezérkövületének tartott *Nummulites ptukhiani*-val kapcsolatos félreértéseket az előző pontban tisztáztuk. Több mint 50 ny-tethysi lelőhely anyagának összehasonlítása alapján megállapítottuk (Less *et al.* 2006, Özcan *et al.* 2009a, 2010a, b, Less *et al.* 2011), hogy a fejlődési sor evolúcióját legmegbízhatóbban az A-formák embrióméretének konzekvens növekedése jelzi. Emellett a kamrahosszúság növekedési trendje másodlagos fontosságú. A többi, irodalom által jelzett trend közül a váz felületén található hálózat fokozatos bonyolódása és ezzel együtt a granuláltság fokozatos finomodása, majd eltűnése bár megbízható evolúciós jelleg, de morfológiaik nem jellemezhető. A spíra szorosságát és a spirális lemez vastagságát ugyanakkor döntően az öskörnyezeti viszonyok határozták meg. A fentebb említett lelőhelyek anyagának feldolgozása és az irodalmi adatok kritikai értékelése alapján a *N. fabianii*-sor bartoni–rupeli időintervallumban előforduló képviselőit hat, fajoként definiált taxonra tagoltuk (Less *et al.* 2006), elsősorban az A-formák átlagos kezdőkamramérete ( $P_{\text{mean}}$ ), valamint vázfelületi jellemzőik alapján. Ezek:

<i>N. bullatus</i> :	$P_{\text{mean}} = 65\text{--}100\ \mu\text{m}$ , granulumok hálózat nélkül;
<i>N. garganicus</i> :	$P_{\text{mean}} = 100\text{--}140\ \mu\text{m}$ , erős granuláció és hálózat;
<i>N. hormoensis</i> :	$P_{\text{mean}} = 140\text{--}200\ \mu\text{m}$ , erős granuláció, tetőgomb és hálózat;
<i>N. fabianii</i> :	$P_{\text{mean}} = 200\text{--}320\ \mu\text{m}$ , erős hálózat, eltűnő granuláció és tetőgomb;
<i>N. fichteli</i> :	$P_{\text{mean}} = 200\text{--}300\ \mu\text{m}$ , szétfolyó hálózat, granulumok nélkül;
<i>N. bormidiensis</i> :	$P_{\text{mean}} = 300\text{--}450\ \mu\text{m}$ , sűrű, szabálytalan fonatosság.

### 1.5. A ny-tethysi eocén másodlagos kamrákkal rendelkező *Nummulitidae*-inek (*Heterosteginák* és *Spiroclypeus*-ok) vizsgálati eredményei

Az ezzel a tárgykörrel foglalkozó új eredmények Less *et al.* (2008a), Less & Özcan (2008) munkáiban találhatóak meg, melyeket Özcan *et al.* (2010a) és Less *et al.* (2011) trák-medencebeli vizsgálatai teljesen igazoltak.

A *Heterosteginák*-at és *Spiroclypeus*-okat tárgyaló korábbi irodalmi adatok (Herb 1978; Papazzoni & Sirotti 1993) felhasználásával olyan biometriai mérésrendszert dolgoztunk ki, melynek paramétereivel jellemezni lehet a két nemzetség fejlődését, és amely lehetővé teszi az esetleg egymással párhuzamosan futó evolúciós vonalak egymástól való elkülönítését is.

A Ny-i Tethys középső–felső-bartoni és priabonai rétegeiből származó 32 ny-tethysi minta alapján a *Heterosteginák* három, egymást időben átfedéssel követő, fajnak tekintett fejlődési sorát különböztettük meg egymástól. Ezek a csak a bartoniban előforduló *H. armenica*, a késő-bartonitól a priabonai majdnem tetejéig követhető *H. reticulata* és a késő-priabonaira jellemző *H. gracilis*. A 9 priabonai mintában megtalált és a bartoniból hiányzó *Spiroclypeus*-ok egyetlen fejlődési sorba tartoznak.

A fejlődési sorok mindegyikére jellemző, hogy evolúciójuk során a szegmentált (másodlagos kamrára osztott, heterosteginid) kamrák egyre korábban jelennek meg, és az egyes adott (esetünkben a 14-ik) szegmentált kamrák egyre több másodlagos kamrára osztódnak. E két trend majd egy nagyságrenddel gyorsabb, mint az A-formák kezdőkamrájának ugyancsak létező, növekvő fejlődési trendje.

Az A-formák kétkamrás embrióját követő, másodlagos kamrára fel nem osztott (osztatlan, operculinid) kamrák átlagos száma ( $X_{\text{mean}}$ ) alapján a *Heterostegina armenica*-t két alfajra:

*H. a. armenica*:  $X_{\text{mean}} > 8$   
*H. a. tigrisensis* n. ssp.:  $X_{\text{mean}} < 8$ ,

a *H. reticulata*-t hét alfajra:

*H. r. tronensis* n. ssp.:  $X_{\text{mean}} > 17$   
*H. r. hungarica* n. ssp.:  $X_{\text{mean}} = 11-17$   
*H. r. multifida*:  $X_{\text{mean}} = 7,2-11$   
*H. r. helvetica*:  $X_{\text{mean}} = 4,4-7,2$   
*H. r. reticulata*:  $X_{\text{mean}} = 2,7-4,4$   
*H. r. mossanensis* n. ssp.:  $X_{\text{mean}} = 1,7-2,7$   
*H. r. italica*:  $X_{\text{mean}} < 1,7$

osztottuk, míg a *H. gracilis*-t nem tagoltuk.

A *Spiroclypeus*-ok evolúciós vonalát két taxonra tagoltuk, melyek laterális kamraszerkezete között némi minőségi különbség (interlamináris kamrák hiánya/megléte) is felfedezhető, valamint az X paraméter változásának folyamatossága sem bizonyítható közöttük. Ezért ebben az esetben faji szinten különítettük el egymástól az alábbi két taxont:

*S. sirottii* n. sp.:  $X_{\text{mean}} > 2,7$   
*S. carpaticus*:  $X_{\text{mean}} < 2,7$ .

A fenti felsorolásból kitűnik, hogy az evolúciós vonalak szegmentálása egy új faj és négy új alfaj elkülönítését is eredményezte.

## 1.6. Új oligocén–kora-miocén nagyforaminifera-fajok felismerése Törökországból

Törökországi vizsgálataink (Özcan *et al.* 2009a, b, 2010b, Özcan & Less 2009, Less *et al.* 2011) során a Drooger & Laagland (1986) és Cahuzac & Poignant (1997) által sugalltnál jóval összetettebb képet kaptunk az oligocén–kora-miocén nagyforaminifera-fauna összetételéről, és alábbi új fajokat írtuk le: *Miogypsinoides sivasensis* (legfelső-katti–legalsó-aquitán), *Nephrolepidina musensis* (felső-rupeli–alsó-katti), *Eulepidina anatolica* (legfelső-katti) és *Cycloclypeus pseudocarpenteri* (alsó-katti).

## 2. Rétegtani zonációs eredmények

### 2.1. Az európai Orthophragmina-zonáció kiterjesztése Törökországra és az É-Kaukázusra, a zonáció továbbfejlesztése

Az Ercan Özcan török kutatóval 2003-ban kezdődött együttműködésünk során számos, korábban nemzetközileg ismeretlen, nagyforaminiferákban, köztük Orthophragminákban is gazdag lelőhely anyagát dolgoztuk fel (Özcan *et al.* 2006, 2007, 2010a, Less *et al.* 2007, 2011). Ehhez járult még az észak-kaukázusi Gubsz-folyó szelvényének komplex vizsgálata is (Zakrevskaya *et al.* 2011). Ezek összességükben nemcsak földrajzilag, de rétegtanilag is nagy terjedelmet fognak át, hiszen a késő-paleocén és az eocén összes korszakát képviselik. Megállapítottuk, hogy Törökországban és az É-

Kaukázusban gyakorlatilag az összes, Európából megismert evolúciós vonal megtalálható, és fejlődésük is nagyon hasonló, ezért Less (1998) mediterrán Orthophragmina-zonációja a keletkebbi területeken is érvényes. Ezen eredmények, valamint a részleteiben még publikálatlan bajóti, úrhidai (Less *et al.*, 2000) és olaszországi új adatok alapján pontosítottuk egyes zónák definícióját és rétegtani helyzetét (részleteiben a thanéti–kora-yprési intervallumra vonatkozólag Less *et al.* 2007, a késő-yprési–középső-lutéciai intervallumot illetően Özcan *et al.* 2007 és Zakrevskaya *et al.* 2011, míg a késő-lutéciai–kora-priabonai intervallumban Özcan *et al.* 2006 és Less *et al.* 2011).

## **2.2. A középső/késő eocén határ definiálása nagyforaminiferák alapján**

Több mint 20 ny-tethysi, középső/késő-eocén (bartoni/priabonai) határ környéki nagyforaminifera-lelőhely megvizsgálása nyomán (Less *et al.* 2008, Less & Özcan 2008), a Nemzetközi Rétegtani Bizottság alapelveinek messzemenő figyelembevételével arra a következtetésre jutottunk, hogy a fenti határt legteljesebben a Priabona-hoz közeli mossanói (É-Olaszország) szelvény tárja fel, és azt a „Calcarium nummuliticum”-re települő „Marne di Priabona” bázisára kell helyezni. A mindkét rétegtani egységben előforduló, rendkívül gyors evolúciójú *Heterostegina reticulata*-sor által szolgáltatott adatok szerint a határon csak minimális vagy nulla rétegtani hiánnyal kell számolni. A Marne di Priabona bázisán megjelenő új alakok más lelőhelyeken (Verona – Castel San Felice, Úrhida, a törökországi Şarköy) is együtt jelennek meg, így a faunaváltás regionális jelentőségű. Ezek szerint a középső/késő-eocén határ a *Spiroclypeus* nemzetség megjelenésével, a *Nummulites hormoensis/fabianii* és *Heterostegina reticulata reticulata/mossanensis* váltásokkal írható le. Az így definiált bartoni/priabonai határ egybeesik az SBZ 18/19-es zónahatárral, de már a P 15-ös plankton foraminifera és az NP 18-as mészvázú nannoplankton zónákon belülré esik, ami a nemzetközi rétegtani beosztásokhoz képest (pl. Berggren *et al.*, 1995) minimális fiatalítást jelent.

## **2.3. A bartoni és priabonai SBZ 17–20-as zónák nagyfelbontású tagolása (finomhangolása)**

A több mint húsz bartoni és priabonai nagyforaminifera-lelőhelyen együtt megvizsgált *Heterosteginák*, *Spiroclypeus*-ok, Orthophragminák és a *Nummulites fabianii*-sor képviselői valamint más nagyforaminiferák (ld. később) lehetőséget nyújtottak arra, hogy az őslénytani részben már leírt evolúciójukat korreláljuk egymással, valamint az egyéb meglévő rétegtani adatokkal (szuperpozíciós viszonyok, egyéb Nummulitidae-k, plankton foraminiferák és a mészvázú nannoplankton). Bebizonyosodott egyrészt, hogy a fejlődési sorok mesterségesen szegmentált tagjai időben egymást követik, tehát komoly rétegtani jelentőséggel bírnak. Másrészt sikerült a bartoni és priabonai korszak (SBZ 17–20-as zónák) eddiginél részletesebb és megalapozottabb tagolását adnunk (Özcan *et al.* 2006, Less *et al.* 2008, 2011):

- Az SBZ 17-es (kora-bartoni) zóna az *Operculina gomezi*-alakkör megjelenésével, a *Nummulites bullatus*-szal, *N. garganicus*-szal, *N. ptukhiani*-val, az OZ 12-es zóna legfelső részével és az OZ 13-as zónával, valamint a *Heterosteginák* hiányával jellemezhető.

- Az SBZ 18-as (késő-bartoni) zóna kezdete a *Heterosteginák*, a *Nummulites hormoensis* és az OZ 14-es zónát meghatározó Orthophragminák megjelenésével definiálható. A *Heterosteginák* gyors evolúciója alapján a késő-bartoni három szubzónára (SBZ 18A, 18B és 18C) tagolható. Ebben a zónában található utoljára óriás *Nummulites*-ek (a *N. perforatus*, *N. millecaput* és *N. gizehensis-lyelli* alakkör képviselői).

- Az SBZ 19-es (kora-priabonai) zóna kezdetét a 4.2.1.4. pontban már definiáltam. A kora-priabonai a *Heterostegina reticulata mossanensis/italica* és az OZ 14/15-ös Orthophragmina-zónák határa mentén két szubzónára (SBZ 19A és 19B) tagolható.

- Az SBZ 20-as (késő-priabonai) zóna kezdetét a *Spiroclypeus carpaticus*, a *Heterostegina gracilis* és az OZ 16-os zónába tartozó Orthophragminák megjelenése jelzi, míg a zóna végét a több vonalas *Nummulites* (*N. incrassatus*, *N. chavannesi*, *N. stellatus*, *N. budensis*), a *Heterostegina reticulata* és *H. gracilis*, az *Assilina alpina*, valamint az összes Orthophragmina kihalása jelzi.

## **2.4. Munkahipotézis felállítása az óriás Nummulites-ek kihalásának K-i irányú vándorlásáról**

A *Heterosteginák* rendkívüli gyorsaságú késő-bartoni evolúciója lehetővé teszi, hogy az akkori eseményeket nagy pontossággal rekonstruáljuk. A Ny-i Tethys több pontján is elég pontosan

megbecsülhettük segítségükkel a velük együtt előforduló óriás *Nummulites*-ek (ld. fent) eltűnésének idejét. A kihalás időpontjának becslése az adekvát *Heterostegina reticulata*-populáció átlagos osztatlan kamraszama,  $X_{\text{mean}}$  alapján (1.5.) lehetséges. Ezek alapján munkahipotézist állítottunk fel (Less *et al.* 2008) kihalásuk K-i irányú migrációjáról.

### **2.5. Az oligo-miocén sekély bentosz-zonáció kiterjesztése Törökországra**

A törökországi adatok (Özcan *et al.*, 2009a, b, 2010b, Özcan & Less 2009, Less *et al.* 2011) alapján sikerült Cahuzac & Poignant (1997) zonációjának érvényességét erre a területre is kiterjeszteni. Másrészt sikerült jelentősen árnyalni az oligo-miocén nagyforaminifera kor- és földrajzi eloszlásáról eddig kialakított képet is. Kimutattuk, hogy az *Eulepidinák* és a *Nephrolepidinák* is legalább két párhuzamosan fejlődő evolúciós sort alkotnak a Nyugati-Tethysben. A *Heterosteginák* esetében bizonyítottuk, hogy a keleti-mediterrán és közép-nyugat-európai alakok egymástól jelentősen különböznek. A *Cycloclypeus*-oknál a *C. eidae* legnyugatabbi kora-burdigaliai előfordulását regisztráltuk K-Anatóliában. A *Nummulites*-ek esetében kimutattuk, hogy a *N. fichteli* - *N. bormidiensis* váltás hozzávetőleg a rupeli-katti határon történt, miként a katti végén kiháló *N. kecskemeti* első megjelenése is. Ezt a határt az *Eulepidina formosoides/dilatata* váltással is jellemezhetjük, miként az oligocén *Heterosteginák* és *Cycloclypeus*-ok első megjelenésével is. Fontos eseményeket találtunk a katti felső részén is, hiszen a *Miogypsinák* megjelenése mellett itt lépnek be az oligocén *Spiroclypeus*-ok is és az *Eulepidina dilatata*-tól teljesen eltérő *E. elephantina* is. Ez utóbbi genus az aquitanból teljesen hiányzik, viszont a burdigaliai elején-közepén egy újabb forma, a valószínűleg az indo-pacifikus térségből migráló *E. aff. formosa* jelenik meg. Ezt az eseményt a már említett *Cycloclypeus eidae*, valamint a bordás *Nephrolepidinák* (*N. aff. sumatrensis*) megjelenése is alátámasztja.

## **3. Paleogén–alsó-miocén nagyforaminifera-lelőhelyek korának felülvizsgálata és pontosítása**

### **3.1. Törökországi késő-paleocén és eocén nagyforaminifera-lelőhelyek korának meghatározása**

Az Ercan Özcan-nal (2.1.) közösen feldolgozott nagyforaminifera-lelőhelyek kora korábban csak tág határok között volt ismert. Orthophragminák és a bartoni–priabonai lelőhelyek esetében *Nummulitidae*-ik alapján ezeket sikerült zóna- esetleg szubzóna-pontossággal, azaz 1–2 millió éves precizitással meghatározni (Özcan *et al.* 2006, 2007, 2010a, Less *et al.*, 2007, 2011, Okay *et al.* 2010). Mivel ezekben a publikációkban az egyes lelőhelyek morfológiai elemzett faunáit részletesen leírtuk, a zárójelentés terjedelmi korlátai miatt ettől itt eltekintünk.

### **3.2. Az észak-kaukázusi Gubsz-folyó eocén szelvényének korolása**

A szelvény különlegessége, hogy benne a nagyforaminifera, plankton foraminifera és a mészvázú nannoplankton együtt fordulnak elő, ami lehetővé teszi korrelálásukat (Zakrevskaya *et al.* 2011). A nagyforaminifera között az orthophragminák dominálnak, melyeket E. Zakrevskaya-val közösen határoztunk meg. Különösen jól követhető a *Discocyclina dispansa*-, *Orbitoclypeus douvillei* és *O. varians*-sorok fejlődése. A szelvényben az OZ 7, 8a, 8b, 9, 10 és 10-11, SBZ 11, 12, 12-13, 13, 14 és 14-15, P 8, 9, 10, 11, 16, valamint a Báldiné Beke Mária által meghatározott NP 12, 14, 15, 16, 18 és 19-20 zónákat sikerült kimutatnunk. Az yprési/lutéciai határt az NP 14 zónán belül, a P 9 és 10 zónák között, az OZ 8a/b, illetve az SBZ 11/12 zónahatárokon húzhatjuk meg, ami kb. megfelel az Y/L határ GSSP-jének jelölt É-spanyolországi, gorrondatxei szelvényben regisztrálttal.

### **3.3. A recski andezitfedő és az andezit kora**

A Recski Andezit Formációt a magyar földtan hagyományosan a felső-eocénbe sorolja az általa az andezit fedőjében megtalált kis vonalas *Nummulites* alapján, melyek felülről határolták le a vulkanit korát. A klasszikus lahócai lelőhely mellett újravizsgáltuk a Parádi-Tarna-patak bevágásában található hasonló képződményt is (Less *et al.* 2008b) és az oligocén katti korszakának elejét, az SBZ 22B zónát jelző nagyforaminifera-együttest találtunk *Eulepidina dilatata*-val, *Nephrolepidina praemarginata*-val, *Nummulites kecskemeti*-vel és *Operculina complanata*-val. Az andezit fekéje típusos priabonai nagyforaminifera (*Nummulites fabianii*, Orthophragminák, *Heterosteginák*, *Spiroclypeus*-ok és

*Pellatispirák*), e fölött (Báldiné Beke Mária vizsgálatai szerint) az NP 21-es (eocén/oligocén határt jelző) mészvázú nannoplankton tartalmaz, míg magából az andezitből kora- és középső-oligocén radiometrikus koradatok váltak ismertté.

A fenti adatok összegzéseként megállapítható, hogy a Recski Andezit valószínűleg csak az oligocén legelején kezdett képződni és a vulkáni aktivitás az oligocén teljes első felében kitarthatott. Kora így az eddig vélt priabonaival szemben kiscelli (rupeli–?kora-katti). Ez egybevág azzal, hogy a recski vulkán környezetében nem a felső-eocén Szépvölgyi Mészkö, hanem az alsó-oligocén Tardi és Kiscelli Agyag tartalmaz tufaszórásokat.

### **3.4. Törökországi oligocén–alsó-miocén nagyforaminifera-lelőhelyek korának meghatározása**

a. A Ny-i Tauridákban (Özcan *et al.* 2009a) kimutattuk az alsó-katti SBZ 22B zónát, melyben *Nummulites bormidiensis*, *N. kecskeméti*, *Heterostegina assilinoidea*, *Cycloclypeus* sp., *Nephrolepidina praemarginata* és *Eulepidina dilatata* található. A felső-kattit és az aquitánt nem tudtuk kimutatni, de a burdigaliai SBZ 25 zónát igen, melyből *Miogypsina intermedia*, *Miolepidocyclina burdigaliensis*, *Nephrolepidina morgani-tournoueri* és meglepetésre *Eulepidina*-kat mutattunk ki, melyek a Ny-i Tethysben az oligocén végén eltűnnek. Az általunk talált formát az indopacifikus provinciából bevándorolt *E. aff. formosa*-nak határoztuk meg, aminek helyességét a további lelőhelyek eredményei is alátámasztották. Az adatokat planktonvizsgálatokkal ellenőriztük.

b. A Van-tótól Ny-ra, Mus mellett található kelesderei szelvényben (Özcan *et al.* 2010b) találtuk a Ny-i Tethys legjobb oligocén nagyforaminifera-szukcesszióját, ahol a késő-rupeli SBZ 22A (*Nummulites fichteli*, *Eulepidina formosoides*, *Nephrolepidina praemarginata* és *N. musensis*), az alsó-katti SBZ 22B (*Numm. bormidiensis*, *N. kecskeméti*, *Eu. dilatata*, *Neph. praemarginata*, *Heterostegina assilinoidea*, *Cycloclypeus pseudocarpenteri*) és a felső-katti SBZ 23 (*Numm. kecskeméti*, *Spiroclypeus blanckenhorni*, *Eu. elephantina*, *Eu. anatolica*, *Neph. morgani*, *Miogypsinoidea formosensis*, *M. sivasensis*, *Miogypsina basraensis*) zónák szuperpozíciója közvetlenül figyelhető meg. A szelvény felső részét korábban burdigaliainak tartották, ezért planktonvizsgálatokkal is megerősítettük korhatározásunk helyességét.

c. A Van-tótól É-ra lévő Ahlatban (Özcan & Less 2009) a Ny-i Tethys eddigi leggazdagabb burdigaliai nagyforaminifera-lelőhelyét (SBZ 25) találtuk, ahol a mediterrán (*Miogypsina globulina*, *Miolepidocyclina burdigaliensis*) és az indopacifikus (*Eulepidina aff. formosa*, a csillagalakú *Nephrolepidina sumatrensis* és *Cycloclypeus eidae*) faunaelemek keveredése figyelhető meg. mindenféle reszedimentáció nélkül.

d. A Sivas-medencében (Özcan *et al.* 2009b) az aquitan SBZ 24 (*Spiroclypeus blanckenhorni*, *Miogypsina gunteri* és *M. tani* szuperpozícióban, *Miogypsinoidea bantamensis*, *M. sivasensis* n. sp., *Nephrolepidina morgani*, *N. morgani-tournoueri*) és a burdigaliai SBZ 25 zónák (*Miogypsina globulina*, *N. tournoueri-morgani*, *Eulepidina aff. formosa*) szuperpozícióját találtuk.

## **Irodalom**

Blondeau A. (1972): *Les Nummulites*. 254 p., Vuibert, Paris

Bombitá G. (1975): Remarques sur le groupe de *Nummulites fabianii*. *Revista Española de Micropaleontología*, 7, 63-90.

Cahuzac B & Poignant A. (1997): Essai de biozonation de l'Oligo-Miocène dans le bassins européens à l'aide des grands foraminifères néritiques. *Bulletin de la Société géologique de France*, 168, 2, 155-169.

Drooger C.W. & Laagland, H. (1986): Larger foraminiferal zonation of the European Mediterranean Oligocene. *Proceedings der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, B, 89, 2, 135–148.

Drooger, C.W. (1993): Radial Foraminifera; Morphometrics and Evolution. *Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Afdeling Natuurkunde, Eerste Reeks*, 41, 1–242.

- Dulai A.; Hradecká L.; Konzalová M.; Less Gy.; Švábenická L. and Lobitzer H. (2010) - An Early Eocene Fauna and Flora from “Rote Kirche” in Gschlifgraben near Gmunden, Upper Austria. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*; **65**, 181-210.
- Herb R. (1978): Some species of *Operculina* and *Heterostegina* from the Eocene of the Helvetic nappes of Switzerland and from Northern Italy. *Eclogae geologicae Helvetiae*, **71**, 3, 745–767.
- Less Gy. (1987): Paleontology and Stratigraphy of the European Orthopragminae. *Geologica Hungarica series Paleontologica*, **51**, 1–373.
- Less Gy., Kecskeméti T., Oszvárt P., Kázmér M., Báldi-Beke M., Kollányi K., Fodor L., Kertész B. & Varga I. (2000): Middle–Upper Eocene shallow water benthos in Hungary. In: Bassi, D. (ed.): *Field-trip guide-book. Shallow water benthic communities at the Middle–Upper Eocene boundary. Southern and North-Eastern Italy, Slovenia, Croatia, Hungary. 5th Meeting of the IUGS–UNESCO IGCP 393 – July 18th–31st, 2000, Annali Università di Ferrara*, **8**, suppl., 151–181.
- Less Gy.; Kertész B. and Özcan E. (2006): Bartonian to end-Rupelian reticulate *Nummulites* of the Western Tethys. *Anuário do Instituto de Geociências*; **29**; 1; 344–345.
- Less Gy.; Özcan E.; Báldi-Beke M. and Kollányi K. (2007): Thanetian and early Ypresian orthopragmines (Foraminifera: Discocyclinidae and Orbitoclypeidae) from the central Western Tethys (Turkey; Italy and Bulgaria) and their revised taxonomy and biostratigraphy. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*; **113**; 3; 419–448.
- Less Gy. and Özcan E. (2008): The late Eocene evolution of nummulitid foraminifer *Spiroclypeus* in the Western Tethys. *Acta Palaeontologica Polonica*; **53**; 2; 303–316.
- Less Gy.; Özcan E.; Papazzoni C.A. and Stöckar R. (2008a): The middle to late Eocene evolution of nummulitid foraminifer *Heterostegina* in the Western Tethys. *Acta Palaeontologica Polonica*; **53**; 2; 317–350.
- Less Gy.; Báldi-Beke M.; Pálfalvi S.; Földessy J. and Kertész B. (2008b): New data on the age of the Reck volcanics and of the adjacent sedimentary rocks. *Publications of the University of Miskolc*; A; **73**; 57–84.
- Less Gy. and Ó. Kovács L. (2009): Typological versus morphometric separation of orthopragminid species in single samples – a case-study from Horsarrieu (upper Ypresian; SW Aquitaine; France). *Revue de Micropaléontologie*; **52**; 4; 267–288. (doi: 10.1016/j.revmic.2008.10.001)
- Less Gy.; Özcan E. and Okay A.I. (2011, in press) – Stratigraphy and Larger Foraminifera of the Middle Eocene to Lower Oligocene Shallow-Marine Units in the northern and eastern parts of the Thrace Basin, NW Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* (doi: 10.3906/yer-1010-53)
- Okay A.I.; Özcan E.; Cavazza W.; Okay N. and Less Gy. (2010): Basement Types, Lower Eocene Series, Upper Eocene Olistostromes and the Initiation of the Southern Thrace Basin, NW Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*; **19**; 1; 1–25. (doi:10.3906/yer-0902-10)
- Özcan E.; Less Gy.; Báldi-Beke M.; Kollányi K. and Kertész B. (2006): Biometric analysis of middle and upper Eocene Discocyclinidae and Orbitoclypeidae (Foraminifera) from Turkey and updated orthopragmine zonation in the western Tethys. *Micropaleontology*; **52**; 6; 485–520.
- Özcan E.; Less Gy. and Kertész B. (2007): Late Ypresian to Middle Lutetian Orthopragminid Record from Central and Northern Turkey: Taxonomy and Remarks on Zonal Scheme. *Turkish Journal of Earth Sciences*; **16**; 3; 281–318.
- Özcan E. and Less Gy. (2009): First record of the co-occurrence of Western Tethyan and Indo-Pacific larger Foraminifera in the Burdigalian of Eastern Turkey. *Journal of Foraminiferal Research*; **39**; 1; 23–39.
- Özcan E.; Less Gy.; Báldi-Beke M.; Kollányi K. and Acar F. (2009a): Oligo-Miocene Foraminiferal Record (Miogypsinidae; Lepidocyclinidae and Nummulitidae) from the Western Taurides (SW Turkey): Biometry and Implications for the Regional Geology. *Journal of Asian Earth Sciences*; **34**; 6; 740–760.

- Özcan E.; Less Gy. and Baydoğan E. (2009b): Regional implications of biometric analysis of Lower Miocene larger foraminifera from Central Turkey. *Micropaleontology*; **55**; 6, 559–588.
- Özcan E.; Less Gy.; Okay A.I.; Báldi-Beke M.; Kollányi K. and Yilmaz I.Ö. (2010a): Stratigraphy and Larger Foraminifera of the Eocene Shallow-marine and Olistostromal Units of the Southern Part of the Thrace Basin, NW Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*; **19**; 1; 27–77. (doi:10.3906/yer-0902-11)
- Özcan E.; Less Gy.; Báldi-Beke M. and Kollányi K. (2010b): Oligocene hyaline larger foraminifera from Kelereşdere Section (Muş, Eastern Turkey). *Micropaleontology*, **56**, 5, 465–493.
- Papazzoni C.A. & Sirotti A., (1993): Stratigraphic occurrence and evolution of *Heterostegina reticulata* Rüttimeyer, 1850 in the Mossano section (Middle-Upper Eocene, Berici Mts., N Italy). *Bollettino di Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, **17** (1990), 525–540.
- Papazzoni C.A. (1998): Biometric analyses of *Nummulites* “*ptukhiani*” Z.D. Kacharava, 1969 and *Nummulites fabianii* (Prever in Fabiani, 1905). *Journal of Foraminiferal Research*, **28**, 3, 161–176.
- Ptukhian A.E. (1964): O filogenii gruppa *Nummulites partschi* Voprosy geologii Kavkaza. Izdaniye Akademii Nauk Armjanskoj SSR, 49-55.
- Schaub, H. (1981): Nummulites et Assilines de la Téthys paléogène. Taxinomie, phylogénese et biostratigraphie. *Schweiz. Paläont. Abh.*, **104–106**, 236 p.
- Serra-Kiel J., Hottinger L., Caus E., Drobne K., Ferrández C., Jauhri A.K., Less Gy., Pavlovec R., Pignatti J.S., Samsó J.M., Schaub H., Sirel E., Strougo A., Tambareau Y., Tosquella, J. & Zakrevskaya E. (1998): Larger Foraminiferal Biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. *Bulletin de la Société géologique de France*, **169**, 2, 281–299.
- Zakrevskaya E.; Beniamovsky V.; Less Gy. and Báldi-Beke M. (2011, in press): Integrated biostratigraphy of Eocene deposits in the Gubs section (Northern Caucasus) with special attention to the Ypresian/Lutetian boundary and to the Peritethyan-Tethyan correlation. *Turkish Journal of Earth Sciences* (doi: 10.3906/yer-1005-4)