

Integrált ammonitesz és mészvázú
nannofosszília kutatások a Dunántúli-
középhegység felső jura – kréta
képződményeiben

Tézisfüzet

Szives Ottilia

Földtani Szolgálat, Gyűjteményi Osztály
Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága

I. Bevezetés, célkitűzés

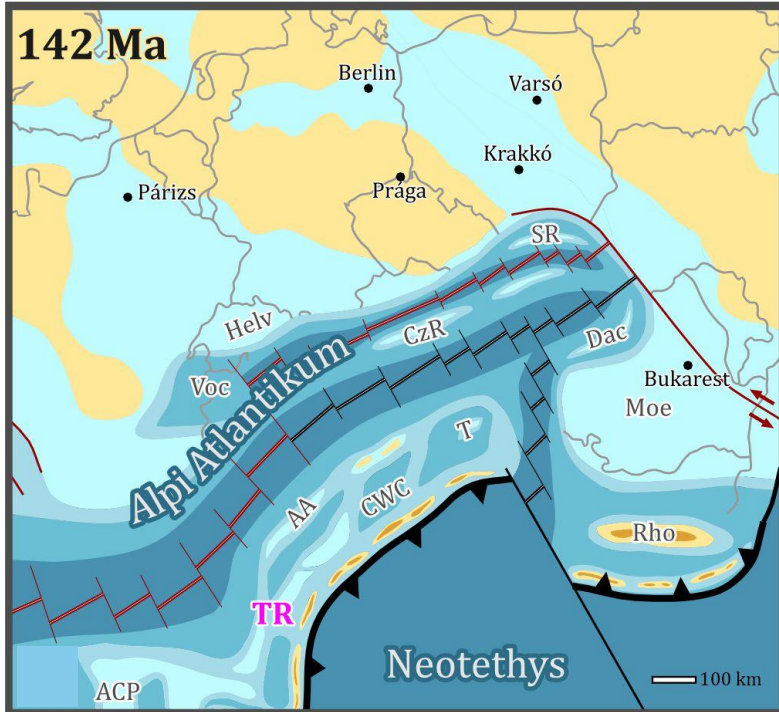
Disszertációm célja, hogy összefoglalja azokat a Dunántúli-középhegységi-egység területén végzett, publikált kutatási eredményeimet, amelyek alapját ammonitesz és mészvázú nannofosszília adataim, valamint egyéb ősmaradványcsoportokkal kapcsolatos észrevételeim képezik, és amelyek értelmezésével hozzájárultam a nyugati Neotethys késő jura–kréta élővilágának megismeréséhez és az ezen időszak alatt bekövetkezett öskörnyezeti és ösföldrajzi változások felismeréséhez. Eredményeimet tézisenként pontokba szedve sorolom fel, a kutatótársak által biztosított geokémiai és mágnesrétegtani adatok integrálására épülő komplex értelmező tevékenységemet állítva fókuszba. Tézisfüzetem végén csak saját publikációimat ismertetem, az egyéb, feltétlenül szükségesen hivatkozott munkák a doktori mű végén kerülnek felsorolásra.

A PhD fokozat megszerzése óta kutatásaimat egy általam vezetett NKFIH OTKA projekt (K62063), az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (2009-2017, hat év megszakítással) és az MTA Kisgyermeket Nevelő Kutatók pályázata (2025-2026) támogatta. Emellett társkutatóként vettem részt négy NKFIH OTKA projektben (K34208, K113013, K123762, K135309; Főzy István, Fodor László és Pálfy József vezetésével), illetve egy magyar-mexikói és egy magyar-spanyol TÉT Pályázatban. Korábbi eredményeimet 1996-2002 között PhD disszertációmban, 2002 óta pedig egy monográfiában, könyvfejezetekben és tudományos publikációkban közöltem. Kutatómunkám jelenleg is folyamatos. 2001 óta tartó tudományos munkásságom felét, 12 évet töltöttem otthon négy gyermekem születésére és nevelésére fókuszálva, így eddigi szakmai munkásságom 14 aktív évet ölel fel.

II. Bio-, kronoztratigráfiai, kőzetrétegtani és taxonómiai keret

Munkáimban a **kronoztratigráfiai** és **geokronológiai** keretet a Geologic Time Scale (GTS) legfrissebb kötetei alapján adtam meg. A vizsgált képződmények **kőzetrétegtani** felosztása a „Magyarország litoztratigráfiai alapegységei” vonatkozó köteteit (kréta: Császár et al. 1996; jura: Főzy et al. 2012), illetve ezek aktualizált szintézisét (Babinszki et al. 2023), valamint a „Magyarászó Magyarország prekainozoos medencelajzat térképéhez 1:500 000” (Haas, Budai et al. 2014) munkáit követi. Az időrétegtani egységek nevezéktanában Pálfy et al. (2020) munkájában javasolt írásmódot követem. Az általam használt **ammonitesz biosztratigráfiai** egységek a Lower Cretaceous Ammonite Working Group (Kilian Group) által lefektetett Mediterrán zonáció (Hoedemaeker et al. 1990; 2000, 2003; Reboulet et al. 2011, 2014, 2018; Szives et al. 2024). Az **ammonitesz taxonómia** sokat változott 25 éves pályafutásom alatt. Alapvetően a Treatise Wright et al. (1996) által megadott rendszertani felosztását követtem, azonban e nagyszabású összefoglaló munkában az alsó kréta taxonok ismertetése ellentmondásos. Emiatt a PhD utáni publikációimban az egyes csoportokra fókuszáló specifikus rendszertant és precíz rétegtant megadó revíziós munkák alapján dolgoztam – ha ilyen nem volt, akkor magam készítettem el. A **mészvázú nannofossziliák** taxonómiája és rétegtana kiválóan összeszedett és teljesen naprakész a Nannotax 3 weboldalon (Young et al. 2022). A rétegtan az óceáni mélytengeri fúrások anyagai alapján Bralower et al. (1989) és Bown et al. (1998) által lefektetett NJ-NK zonációt követi. 2021 utáni munkáimban a neotethysi terület Casellato & Erba (2021) NJ-NC zónabeosztását használom, melyet a közelmúltban Erba et al. (2025) felülvizsgáltak (CNC zónák).

Munkásságomban a késő jura – kréta, vagyis nagyjából 100 millió év földtani és élettörténeti kérdéseit kutatom a Neotethys trópusi-mérsékelt övi területein (**1. ábra**).



1. ábra. A nyugat-tethysi régió ősföldrajzi térképe, Lodowski et al. (2025) nyomán módosítva, a szerző engedélyével.

Rövidítések: AA – Ausztró-Alpi egységek; ACP – Adriai Karbonát Platform; CWC – Nyugati-Kárpátok; DAC – Dácia; CzR – Czorsztyn; Helv – Helvétai egységek; Moe – Moesia Platform; Rho – Rhodope; SR – Sziléziai árok; T – Tisza főegység; **TR** – Dunántúli-középhegység; Voc – Voconti-medence.

III. Vizsgált ősmaradványcsoportok, szelvények és képződmények

Két különböző tengeri ősmaradványcsoporttal foglalkozom: az ammoniteszek és a mészvázú nannofossziliák tudományos igényű vizsgálatát is kizárólag réteg szerint gyűjtött anyagok esetén végeztem, melyek legtöbbször a Magyar Királyi, majd Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) nagyszabású gyűjtéseiből származnak. 2003-ban egy hetes ásatást és gyűjtést végeztünk a Pénzesgyőr melletti Tiloserdőben, később kampányszerűen több tematikus gyűjtőnapot is szerveztünk kollégák, magángyűjtők bevonásával.

Ammoniteszek esetében preparálás után a begyűjtött példányok taxonómiai és rétegtani értékelése adja a további kutatások alapját. A **mészvázú nannofossziliákat** kétféle módon, *rétegtani* és *paleoceanográfiai* megközelítéssel lehet tudományos igénnyel feldolgozni. A preparátumok készítése után 1250x nagyítású fénymikroszkóp vagy pásztázó elektronmikroszkóp segítségével történik a nannofossziliák meghatározása, a példányok megtartásának értékelése, majd az egyes taxonok gyakoriságának réteg szerint összegezése. A proxy taxonok matematikailag is számszerűsíthető változásai reflektálnak az egykori környezeti viszonyokra.

Az általam vizsgált őslénytani anyagok elhelyezése minden vonatkozó publikációban közlésre került: az ősmaradványok vagy a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága (SZTFH és jogelődei, köztük a MÁFI is) Geológiai Szolgálat Gyűjteményi Osztályán, vagy a Magyar Természettudományi Múzeum Őslénytani és Földtani Tárának gyűjteményeiben található.

A **vizsgált lelőhelyek** és fúrások a Bakony-hegység (**2. ábra**), a Gerecse-, Vértes-előtér és a Tatabányai-medence (**3. ábra**) területén helyezkednek el. A rétegsorok földrajzi helyzete, a legtöbb esetben GPS koordinátákat is megadva munkáimban publikálásra került. Az alapadatokat tartalmazó publikációk a tézisek ismertetésénél mindenhol megadásra kerülnek, a teljes lista a téziszfüzet végén található.

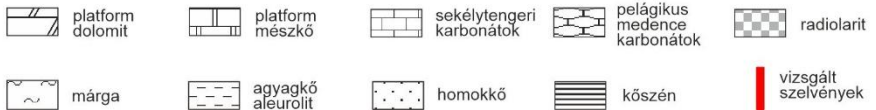
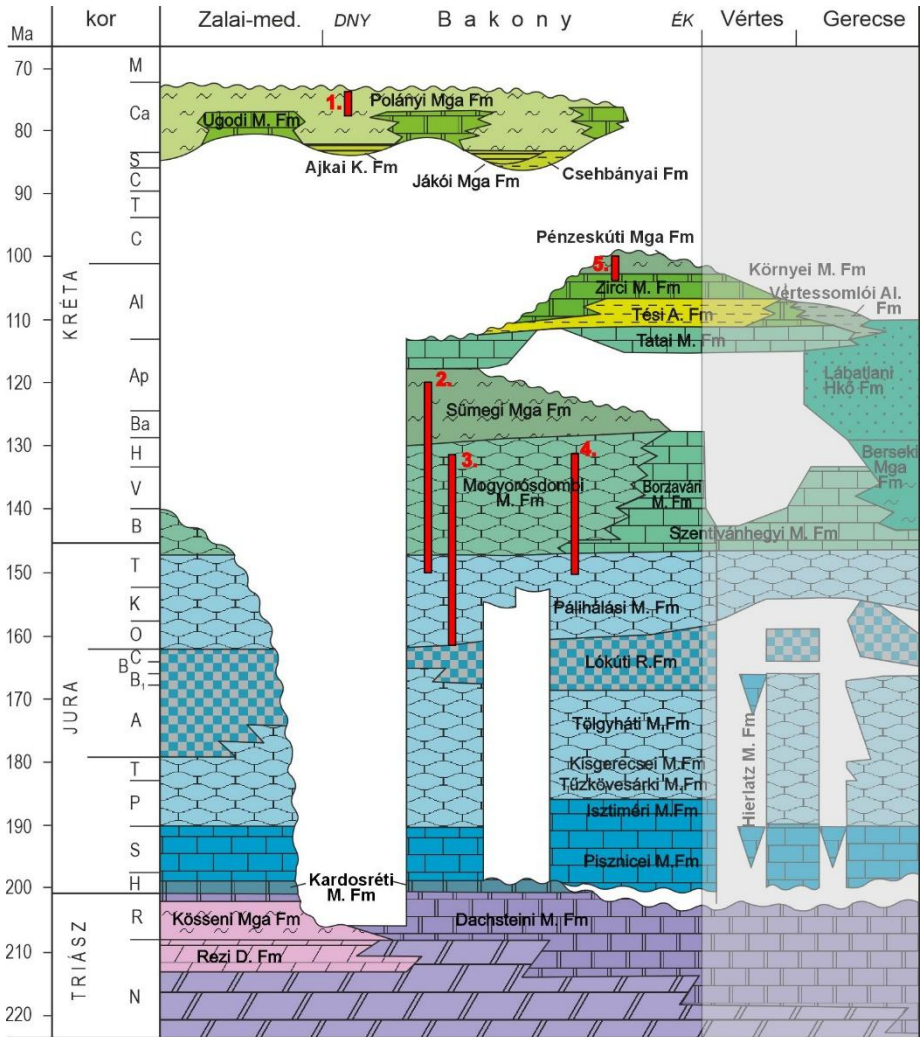
A **vizsgált képződmények (2.,3. ábra)** – Császár et al. (1996), Főzy et al. (2010), Haas, Budai et al. (2014) alapművei, illetve Babinszki et al. (2023) szintetizáló munkája alapján – a legidősebbtől a legfiatalabb felé haladva: a Pálihálási Mészke, a Szentivánhegyi Mészke, a Mogyorósdombi Mészke, a Berseki Márga, a Lábatlani Homokkő, a Sümegi Márga, a Tatai Mészke, a Vértessomlói Aleurolit, a Pénzeskúti Márga és a Polányi Márga Formációk.

2. ábra. A Dunántúli-középhegységi-egység mezozoós rétegsora (Haas, Budai et al., 2014 alapján, Budai T. engedélyével). A piros számok és sávok a rétegsorok általam vizsgált részének rétegtani helyzetének jelölik:

1. Sintérlapi kőfejtő, Sümeg;
2. Sümeg Mogyorós-domb;
3. Hárskút kompozit (HK-II Prédikálószerék, HK-12, HK-12/a), Lókút, Borzavár Szilas-árok szelvények;
4. Sümeg Süt-17 fúrás;
5. Tiloserdő, Bakonynána, Jásd-1 kőfejtő, Jásd J-36, Jásd J-42 fúrás.

Rövidítések: A.: agyag; Al.: aleurolit; D.: dolomit; K.: kőszén; M.: mészke; Mga.: márga, R.: radiolarit; Hkő.: homokkő.

A szürkével kitakart jobb oldali kivágat a 3. ábrán részletezve.



IV. Új tudományos eredmények

PhD disszertációm utáni, publikált tudományos eredményeimet tézis formájában, az alábbi témakörök szerint csoportosítva sorolom fel:

- (1) Taxonómia,
- (2) Rétegtan,
- (3) A jura / kréta (J/K) rendszerhatár definiálása,
- (4) Paleobiogeográfiai, paleoceanográfiai és ökoszisztémái elemzés és következtetések.

Az adott tézist közlő publikáció minden eredménynél vastagon szedve megadásra kerül.

IV.1. Taxonómia

- 1) **Tézis:** A hazai felső tithoni – kréta rétegekből korábban nem vizsgált vagy fel nem ismert taxonokat határoztam meg és ábrázoltam. Egy új nemzetséget (**Szives, 2008**) és 17 új ammonitesz fajt írtam le (**Szives & Monks, 2002; Barragán & Szives, 2008; Szives, 2008; Szives in Szives et al., 2007; Szives & Főzy, 2013**), melyek az alábbiak:

- *Tonohamites boldii* Szives & Monks, 2002
- *Hamites csaszari* Szives & Monks, 2002
- *Hamites fazekasensis* Szives & Monks, 2002
- *Hamites fueloepi* Szives & Monks, 2002
- *Hamites kalvariensis* Szives & Monks, 2002
- *Dufrenoyia katalinae* Szives, 2007
- *Graysonites horvathi* Szives, 2007
- *Metascaphites kashaii* Szives, 2007
- *Metascaphites scholzii* Szives, 2007

- *Scaphites (Scaphites) evanicsi* Szives, 2007
- *Mathoceras celestinae* Barragán & Szives, 2008
- *Mathoceras neoleonensis* Barragán & Szives, 2008
- *Constrictoceras* gen. nov. Szives, 2008
- *Constrictoceras foezyi* Szives, 2008
- *Constrictoceras steineri* Szives, 2008
- *Himalayites tardosi* Szives & Főzy, 2013
- *?Chigaroceras szomodi* Szives & Főzy, 2013

PhD disszertációmban (Szives, 2002) kizárólag a Tatai Mészke Formáció bázisáról előkerült ammoniteszek komplex őslénytani vizsgálatát végeztem el. Ezután a MÁFI Gyűjteményében elhelyezett, nagyrészt publikálatlan ammoniteszeket dolgoztam fel. A revízió első lépéseként elvégeztem a magyarországi apti–campani ammoniteszfauna reprezentatív taxonómiai és rétegtani felülvizsgálatát, melynek eredményét monografikus formában közöltem (Szives et al., 2007), melyben 35 apti–alsó albai, 26 felső albai és 3 campani ammonitesz taxont először ismertem fel és írtam le hazai üledékekből. Az aptinál idősebb ammoniteszeket későbbi munkáimban dolgoztam fel.

- 2) **Tézis:** Kimutattam, hogy az *Ephamulina*, *Hamites* és *Protanisoceras* nemzetségek a korábban feltételezett késő kora albai (*Douvilleiceras mamillatum* kron) előtt megjelentek, vagyis a Turrilitaceae főcsalád radiációja feltételezhetően már korábban, az apti-albai határ közelében megtörténhetett (**Szives & Monks, 2002**).

Az első Anisoceratidae-k a felső aptiból voltak ismertek, míg a Hamitidae család első képviselőit az alsó albai legfelső részéből dokumentálták. Ez azonban ellentmondott annak a filogenetikai

módszerekkel kimutatott eredménynek, mely szerint a Hamitidae családba tartozó ammoniteszek az Anisoceratidae családba tartozó ammoniteszek ősei. Ezt – az őslénytani anyag hiányossága miatt – konkrét leletek segítségével munkám megjelenéséig nem tudták igazolni. A tatai anyagból előkerült gazdag heteromorf ammonitesz-fauna segítségével bizonyítani tudtuk, hogy a Hamitidae ammoniteszek megjelenése (kora albai eleje) jóval korábbi az eddig bizonyítottnál (késő kora albai).

- 3) **Tézis:** Elvégeztem a *Mathoceras* Casey, 1964 nemzetség felülvizsgálatát (**Barragán & Szives, 2008**), melynek eredménye egy taxonómiai, rétegtani és ősföldrajzi értékelés.

A *Mathoceras* Casey, 1964 egy ritka, zavaros taxonómiájú és bizonytalan rétegtani elterjedésű ammonitesz nemzetség. Hazánkból is csak egyetlen példány került elő tatai lelőhelyről, ám mexikói terepi munkánk során új példányokat találtunk, melyek rétegtani helyzete a begyűjtött ammonitesz-társulás segítségével pontosan kijelölhető volt a középső apti alsó részét jelző *Epicheloniceras subnodosocostatum* standard mediterrán zónában. Rétegtani eredményünk cáfolta a korábbi véleményt, miszerint a taxon kizárólag alsó albai üledékekben fordul elő. Megállapítottuk, hogy a *Mathoceras*-szint további rétegtani korrelációra is alkalmas lehet a karibi térség és a nyugati Neotethys közt. Taxonómiai szempontból megerősítettük azt a korábbi elképzelést, miszerint a Venezuellinae alcsalád a Mathoceratinae alcsalád junior szinonímájaként kezelendő. Ősföldrajzi megállapításunk támogatta azt a korábbi elképzelést, miszerint a középső- és késő apti során a mediterrán és boreális flóra- és faunaelemek keveredtek és még a ritka taxonok is széles paleobiogeográfiai elterjedést mutatnak.

- 4) **Tézis:** Elvégeztem három, rétegtanilag fontos, a budapesti Coquand Gyűjteményben található faj – a *Holcodiscus diversecostatus* (Coquand, 1880), a *Holcodiscus metamorphicus* (Coquand, 1880) és a *Heinzia heinzi* (Coquand, 1880) – revízióját (**Szives & Company, 2011**). Eredményem, hogy kijelöltem a lektótípusaikat és megállapítottam, hogy az „*Ammonites mazuca* Coquand, 1880” érvénytelen név, ezért használata kerülendő.

Henri Coquand (1813-1881) francia geológus és paleontológus híres gyűjteménye Semsey Andor jóvoltából a Magyar Királyi Földtani Intézetbe került, ahol évtizedekig a kiállítás büszkesége volt. Legutolsó munkájában Coquand számos új fajt leírt, de nem jelölte meg egyértelműen a típusokat, azokat nem is ábrázolta. Munkánk célja volt, hogy a Coquand által leírt négy, rétegtanilag legfontosabb fajt revideáljuk és taxonómiai tartalmukat tisztázzuk. Megállapítottuk, hogy a *H. diversecostatus* a *Holcodiscus nicklesi* elsődleges szinonimájának tekinthető, míg a szerzők által *H. diversecostatus*-hoz sorolt példányok többsége valójában a *H. metamorphicus* fajhoz tartozik, a *H. heinzi* viszont eltérő fajnak tekintendő. Mindhárom faj lektótípusait kijelöltük, az „*Ammonites mazuca*” típusanyagát nem találtuk meg. Emiatt, valamint rétegtani helyzetének bizonytalansága miatt ez utóbbi fajt nomen dubiumnak tekintjük, melynek használatát teljes mértékben kerülni kell.

IV. 2. Rétegtan

- 5) **Tézis:** Kimutattam (**Szives et al., 2007**), hogy a Tatai Mészkö Formáció (TMF) bázisán található zsebekben lévő ammonitesz fauna kora a kora apti *Dufrenoyia furcata* kron és a kora albai *Leymeriella tardefurcata* kron közé tehető. mely alapján a Gerecsében és egyes bakonyi területeken a TMF bázisrétegének kora nem lehet idősebb legidősebb kora albainál. Szemben a

korábbi állásponttal (Fülöp, 1975) rámutattam, hogy már a kora apti végétől tengeri üledékképződés zajlott a területen, ám a TMF bázisréteg feletti krinoideás törmelékes fáciesének képződése csak a legidősebb kora albaiban indulhatott meg a bázisréteget tartalmazó területeken.

Tatán a bázisréteg késő apti – kora albai korát (Báldi-Beke in Császár, 1989, p. 219), illetve a TMF kora albai korát (Góczán in Fülöp, 1975) mikrofossziliák alapján már korábban felismerték, ám ezek az adatok nem kerültek át a szakmai köztudatba. Fülöp (1975) néhány jól azonosítható faj alapján a TMF bázisrétegének korát egységesen a késő apti *Chelonicerias (Epicheloniceras) subnodosocostatum* kronban határozta meg. A fauna nagy részével azonban nem foglalkozott, noha látható volt, hogy azok kora eltér a megadottól és jóval bonyolultabb üledékképződési képet sugall. Véleményem szerint a bázisréteg megléte speciális környezetet jelez és a bázisréteget nem tartalmazó TMF rétegsorának egy része kora albainál idősebb is lehet.

Mivel korai apti korszakra utaló formák is vannak a bázisrétegben, így arra következtettem, hogy már ekkor is tenger alatti üledékképződés zajlott a területen. A korai-középső apti időszakban az áramlatok vagy viharok folyamatosan csupaszították le a tengerfeneket, üledéket (ammoniteszeket) nem hagyva hátra. A középső apti késő szakaszától az aljzat a vihar hullámbázis alá került, illetve megváltozhattak a fenékáramlatok, melyek így már az üledéket nem sodorták el időről időre, így ennek az időszaknak az ammoniteszei már megtalálhatóak a bázisrétegben, ahol az általam legfiatalabbnak tartott faunaelemek kora minden kétséget kizáróan legidősebb albai.

- 6) **Tézis:** Fényképekkel részletesen dokumentálva feldolgoztam illetve revideáltam több bakonyi kréta rétegsort feltáró szelvény

albai–campani ammonitesz együttesét (Szives et al., 2007), pontosítva ezáltal a bennfoglaló üledékek korát.

6.1. Altézis. A Pénzeskúti Márga képződése a késő albaiban indult meg, mivel a Tilos-erdő, Bakonynána Zsidó-hegy és Jásd-1 kőbánya alapszelvény rétegeiben a felső albai *Mortoniceras (M.) inflatum* és *Stoliczkaia (S.) dispar* zónák jelenlétét erősítettem meg. A Jásd J–42 és Jásd J–36 fúrások ammoniteszeinek kora fiatalabb, minimum a késő albai *Arrhaphoceras (Praeschloenbachia) briacensis* szub-kront jelzik. A tipikus cenomán formák, például *Mantelliceras* sp. jelenléte bizonytalan a fúrási anyagokban.

6.2. Altézis. A Polányi Márga rétegtani helyzete is finomítható volt az új, pontosabb ammonitesz adatok tükrében. A formáció bázisáról, a Sintérlapi kőfejtőből gyűjtött fauna – *Brahmaites* sp., *Glyptoxoceras* sp. és *Menabites* spp. – kora campaniai kort jelez.

A középhegységi felső albai üledékek általam adott ammonitesz-rétegtani eredményei részben megerősítették az eddig is ismert korokat. Plankton foraminiferák és palynomorfák alapján a Polányi Márga képződését még a kora maastrichtiban is igazolva látták (Sidó, 1980; Góczán & Siegl-Farkas, 1990), melyet azonban sem mészvázú nannofossziliák (Fogarasi in Bodrogi et al., 1998), sem ammoniteszek segítségével nem tudtunk alátámasztani.

7) **Tézis:** Fényképekkel részletesen dokumentálva feldolgoztam (Szives et al., 2018) több, alsó kréta rétegsort feltáró középhegységi szelvény barremi – albai mészvázú nannofosszília együttesét a Gerecse, a Pilis, a Vértes-előtér és Tatabányai-medence területén. Felismertem a korjelző formákat és

eseményeket, melyek alapján pontosítottam a képződmények rétegtani helyzetét.

A felismert vagy megerősített események, időrendben fiatalodva: *Hayesites irregularis* első megjelenése az apti bázisán (Neszmély N-4, Lábatlan Lt-36 fúrások), *Eprolithus floralis* első megjelenése az alsó apti rétegekben (Lt-36), nannokonid krízis a kora apti végén (Lt-36), *Prediscosphaera columnata* elliptikus forma első megjelenése a felső apti rétegekben (Vértessomló Vst-8fúrás), *Nannoconus truittii* akmé a felső aptiban, *Micrantholithus* spp. utolsó megjelenése a felső apti rétegekben (Vst-8), *Prediscosphaera columnata* cirkuláris forma első megjelenése a kora albaiban (Vst-8).

Kimutattam, hogy a Vértessomlói Aleurolit Formáció (VAF) képződése a korai albai korszak magasabb részén indult és a Gerecse központi részén nem, csak annak nyugati előterében és a Vértesben őrződött meg. A nannofosszília- és ammonitesz korokat összehasonlítva megalkottam egy lokális kronosztratigráfiai keretet, melyet korreláltam az integrált neotethysi nannofosszília- és ammonitesz-biozónákhoz és radiometrikus korokhoz. Ezek alapján kimutattam, hogy a Lábatlani Homokkő Formáció (LHF) homokos, legfiatalabb fáciese az apti késői szakaszának NC7B nannokronjában képződött. A fölötte lévő Köszörűkőbányai Konglomerátum ezzel közel egykorú, NC7A/B képződési korrallal, mely némileg idősebb az eddig elfogadottnál (Sztanó & Báldi-Beke, 1992). A két képződmény (KKK–LHF) közt folyamatosnak tűnik az üledékképződés, így a korábban feltételezett (Sasvári, 2008) hiatus létét nem tudtam igazolni.

A Gerecsében és környékén feltárt LHF és a VAF korábbi rétegtani adatai értékes információkat szolgáltatottak a regionális geodinamika megértéséhez. A kréta korszak elején a Neotethys poszt-obdukciós kompressziójából az eo-alpi (ausztróalpi) takarós rendszer kialakulásába való átmenet pontos ideje fordulópontra az alp-kárpát-dinári orogén rendszer kréta történetében. Az általam nyújtott bio- és kronosztratigráfia segítségével a deformációk időintervallumának további pontosítására volt lehetőség.

8) Tézis: A Hárskút Édesvíz Alapszelvény (HÉK) szelvény esetében először készült mészvázú nannofosszília rétegtan (**Vörös et al., 2020**). A szelvény feltárt része a tithoniban indul, kimutattam az NJT17, az NKT, az NK1, az NK2, az NK3, NC4 és NC5 nannozónákat. A Hárskút HK-12 szelvény esetében új eredményem, hogy felismertem és elkülönítettem az NK1, NK2, NK3, NC4 és NC5 és nannozónát és az NK2B, NC4B, NC5B szubzónákat a következő index taxonok első megjelenésének (FO) segítségével: *Retecapsa angustiforata* (NK2 bázisa), *Percivalia fenestrata* (NK2B bázisa), *Calcicalathina oblongata* (NK3 bázisa), *Lithraphidites bollii* (NC4B bázisa), *Rucinolithus windleyae* (NC5B bázisa). A kompozit szelvény alsó részének (HK-12/a) rétegtani értékelését a 12. tézisben ismertetem.

Mindkét szelvény rétegtana ammoniteszek (és a HK-12 esetében részben nannofossziliák) alapján ismert volt, azonban a mintavételi pontokat nem tudtuk egyértelműen azonosítani. Ezért 2009-ben egy reprodukálható mintavételt hajtottunk végre integrált bio- és stabil izotópsztratigráfia kidolgozása céljából, melynek keretében mészvázú nannofossziliák segítségével elvégeztem a HK-12 és a HÉK szelvények 30 méteres szakaszainak rétegtani felülvizsgálatát (**Vörös et al., 2020**)

9) **Tézis:** Revideáltam (Szives et al., 2023) az apti és az albai emelet standard ammonitesz rétegtani egységeit (**4. ábra**), rámutatva a korábban használt zonáció hibáira:

9.1. altézis: Több rétegtani egység **törlését** javasoltam, mivel az index faj taxonómiailag problémás (*Acanthohoplites nolani*, *'Hypacanthoplites' jacobi*), vagy pedig alapvetően boreális elterjedésű, ezért alkalmatlan zóna/szubzóna jelző szerepre a Mediterráneumban (*Leymeriella tardefurcata*, *Euhoplites dentatus*, *Euhoplites lautus*, *Euhoplites loricatus*).

9.2. altézis: Új rétegtani egységek **bevezetését** javasoltam (*Diadochoceras nodosocostatum*, *'Hypacanthoplites' elegans*, *Douvilleiceras leightonense*, *Lyelliceras lyelli*, *Oxytropidoceras (O.) roissanum*, *Hysterocheras varicosum* zónák).

9.3. altézis: Szupraregionális **korrelációs szinteket jelöltem ki** a *Dufrenoyia furcata*, a *Lyelliceras lyelli* és a *Dipoloceras cristatum* zónákban.

4. ábra. A korábbi és az általam javasolt (Szives et al., 2023, 2024) ammonitesz zonáció a Mediterráneum apti–albai emeleteire. A számmal jelölt rétegtani egységeket Szives et al. (2023) tárgyalja, a javasolt változtatások pirossal jelölve, a kijelölt szupraregionális korrelációs szintek zöld sávval kiemelve.

Emelet	MEDITERRÁNEUM				JAVASOLT SZUBZÓNA		BOREÁLIS	
	ZÓNA Gale et al. 2020	ZÓNA Réboullet et al. 2018	ZÓNA	ZÓNA			ZÓNA Aptian: Fria et al.1996 Alban: Owen 1999	ZÓNA Gale et al. 2020
ALBAI	felső	CENOMAN	<i>A. braccensis</i>	<i>A. braccensis</i>	<i>Arthropoeceras braccensis</i> (22)		<i>Mammiliceras mammili</i>	<i>A. braccensis</i>
			<i>P. perfoliatum</i>	<i>M. perfoliatum</i>	<i>Pervinquertia perfoliata</i>			<i>P. perfoliatum</i>
			<i>P. rostratum</i>	<i>M. rostratum</i>	<i>Pervinquertia rostrata</i>		<i>Stoliczkaia dispar</i>	<i>P. rostratum</i>
			<i>P. fallax</i>	<i>M. fallax</i>	<i>Pervinquertia fallax</i>	(21)		<i>P. fallax</i>
			<i>P. inflatum</i>	<i>M. inflatum</i>	<i>Pervinquertia inflata</i>			<i>P. inflatum</i>
			<i>P. pricei</i>	<i>M. pricei</i>	<i>Pervinquertia pricei</i>		<i>Hysteroeceras varicosum</i> (20)	<i>P. pricei</i>
			<i>D. cristatum</i>	<i>D. cristatum</i>	<i>Dipoloceras cristatum</i> (19)			<i>D. cristatum</i>
			no agreed zonation	<i>E. lentus</i>	<i>Oxytropidoceras</i> (9) <i>rossyanum</i> (18)			<i>Dm. biplicatus</i> <i>Dm. nitobe</i> <i>An. intermedius</i>
				<i>E. loritatus</i> (17)				<i>Hoplites dentatus</i>
				<i>H. dentatus</i>	<i>Lyelliceras lyelli</i> (16)			<i>Lyelliceras lyelli</i>
ALBAI	középső		<i>L. lyelli</i>	<i>L. lyelli</i>	<i>Lyelliceras pseudolyelli</i> (15)			<i>Otolophites auriformis</i> <i>Sommeratia chadensis</i> <i>Leymeriella turkejurcata</i>
			<i>D. mammillatum</i>	<i>D. mammillatum</i>	<i>Donvilleceras mammillatum</i> (14)			<i>D.</i> <i>mammillatum</i>
			<i>H. jacobi</i>	<i>H. jacobi</i> (9)	<i>Donvilleceras leightonsense</i> (13)			<i>L. turkejurcata</i> <i>P. turkejurcata</i> (12)
			<i>A. nolani</i>	<i>A. nolani</i> (7)	<i>Hypacanthophiles elegans</i> (10)			<i>Hypacanthophiles jacobi</i> <i>Acanthophiles nitoni</i> <i>Parahoplites nuffeldensis</i>
			<i>P. melchioris</i>	<i>P. melchioris</i>	<i>Diadochoeceras nodosocostatum</i> (8)			<i>Parahoplites nuffeldensis</i>
			<i>E. martini</i>	<i>E. martini</i>	<i>Parahoplites melchioris</i> (6)			<i>Epicheloniceras martinioides</i>
			<i>Dm. furcata</i>	<i>Dm. furcata</i>	<i>Dufrenoyia furcata</i> (4)			<i>Epicheloniceras tschornyschewi</i>
			<i>D. deshayesi</i>	<i>D. deshayesi</i>	<i>Deshayesites grandis</i>			<i>T. howerbanki</i>
			<i>D. forbesi</i>	<i>D. forbesi</i>	<i>Deshayesites deshayesi</i> (3)			<i>D. deshayesi</i>
			<i>D. oglanlensis</i>	<i>D. oglanlensis</i>	<i>Deshayesites forbesi</i> (2)			<i>Deshayesites tenuicostatus</i>
APTI	felső		<i>M. sarastini</i>	<i>M. sarastini</i>	<i>Deshayesites oglanlensis</i> (1)			<i>Par. bidentatum</i>
			<i>D. oglanlensis</i>	<i>D. oglanlensis</i>				
			<i>D. forbesi</i>	<i>D. forbesi</i>	<i>Rotoboceras hambrovi</i>			
			<i>D. deshayesi</i>	<i>D. deshayesi</i>	<i>Deshayesites luppovi</i>			
			<i>Dm. furcata</i>	<i>Dm. furcata</i>				
			<i>E. martini</i>	<i>E. martini</i>				
			<i>P. melchioris</i>	<i>P. melchioris</i>				
			<i>A. nolani</i>	<i>A. nolani</i> (7)				
			<i>H. jacobi</i>	<i>H. jacobi</i> (9)				
			<i>D. mammillatum</i>	<i>D. mammillatum</i>				

Régóta ismert volt, hogy az 1990-ben felállított és azóta is folyamatosan finomított standard mediterrán ammonitesz zonáció biosztratigráfiai egységei a tithoni/berriasi és az apti/albai határ intervallumában nem használhatóak. Ez alapvetően három okra vezethető vissza: (1) taxonómiaiilag és rétegtanilag problémás az index taxon; vagy (2) az index alapvetően eltérő paleobiogeográfiai elterjedésű, ezért alkalmatlan zóna-/szubzóna jelző szerepre a Mediterráneumban; vagy (3) az index taxon fáciesfüggő.

Az apti/albai határhoz kapcsolódó új zonációm alapja az *Acanthohoplites*–*Hypacanthoplites* nemzetségek, illetve a *Douvilleiceras* nemzetség filogenetikai fejlődési sorára vezethető vissza. Nagy elismerésként értékelem, hogy munkámat a Lower Cretaceous Ammonite Working Group egy évvel később diszkutálta, majd elfogadta mint Mediterrán standardot (Szives et al., 2024).

IV.3. A jura/kréta rendszerhatár definiálása

10) Tézis: Elvégeztem a bakonyi felső tithoni – berriasi ammonitesz együttesek revízióját (Szives & Főzy, 2022; Főzy et al., 2022) és részletesen diszkutáltam a felső tithoni – berriasi (azaz a J/K határ) intervallumot. Átértékeltem és integrált rétegtani keretbe helyeztem (**5. ábra**) a felső tithoni–berriasi átmenet releváns hazai szelvényeinek (Hárskút HK-12 és HK-12/a, Hárskút HK-II Prédikálószték, Borzavár Szilas-árok és Lókút) ammonitesz anyagát. Felülvizsgáltam a különösen problémás felső tithoni – berriasi ammoniteszek rétegtanilag legfontosabb 18 taxonját:

- *Corongoceras* Spath, 1925
- *Ardesciella* Bulot et al., 2014
- *Micracanthoceras* Spath, 1925
- *Djurjuriceras* Roman, 1936

- *Himalayites* Uhlig, 1904
- *Durangites vulgaris* (Burckhardt, 1912)
- *Busnardoiceras* Tavera, 1985
- *Berriasella* Uhlig, 1905
- *Hegaratella* Nikolov and Sapunov, 1977
- *Pseudosubplanites* Le Hégarat 1973
- *Lopeziceras* Frau et al., 2016b
- *Hegaratites* Boughdiri et al., 1999
- *Elenaella* Nikolov, 1966
- *Praedalmasiceras* Frau et al. 2016b
- *Delphinella* Le Hégarat 1973
- *Dalmasiceras* Djanelidze, 1922a
- *Pseudoneocomites* Hoedemaeker, 1982
- *Retowskiceras* Nikolov, 1966

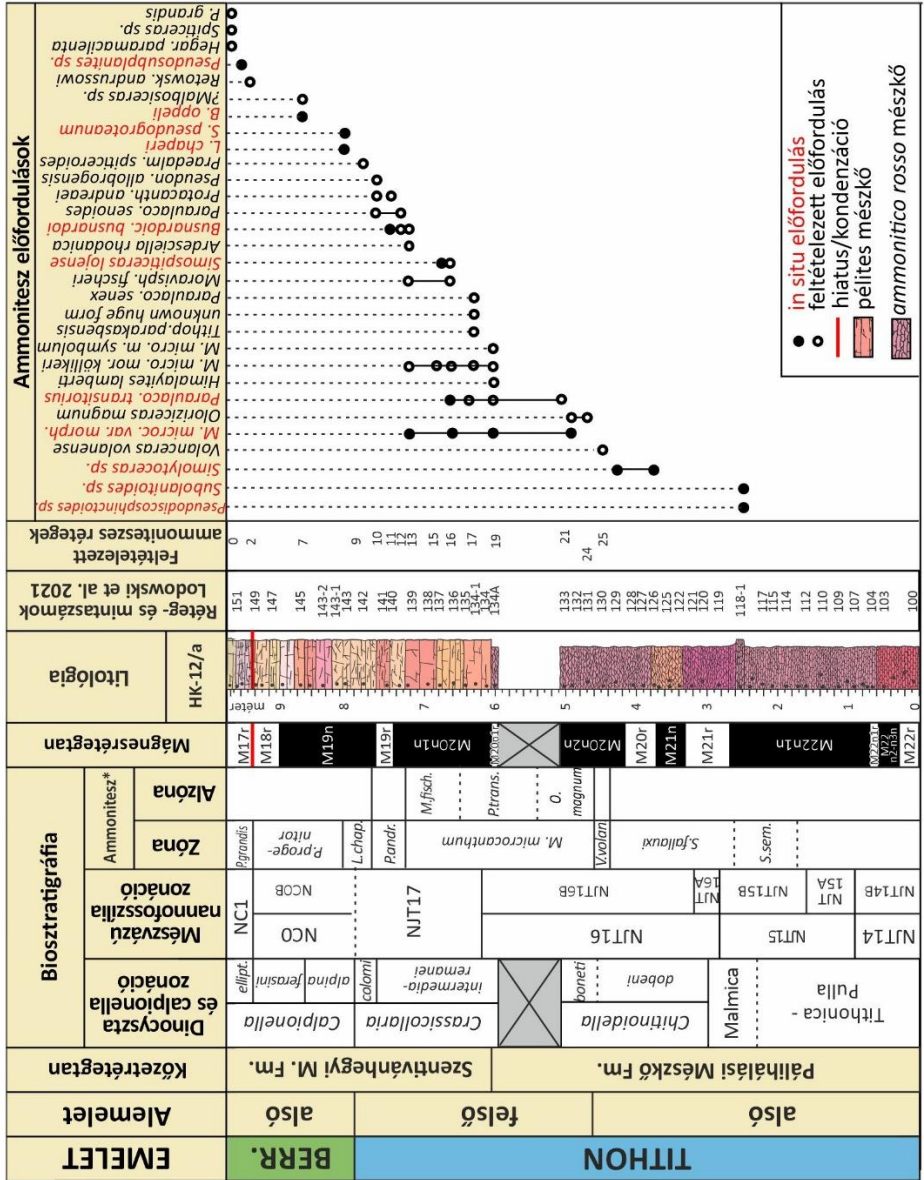
A tithoni-berriasi átmenet ammonitesz taxonómiája kaotikus volt, mivel a vonatkozó legalapvetőbb ammoniteszes munkák bizonytalan szintekből gyűjtött, ezért bizonytalan korú múzeumi anyagok alapján készültek. Terepi munka, így megfelelő üledékföldtani megfigyelések hiányában a csuszamlások, kondenzációs szintek és üledékhézagok jelenlétét sem észlelték. Emellett nem ismerték fel, hogy az eltérő fáciesű rétegsorok egymástól különböző, de egykorú ammonitesz-együtteseket tartalmaznak, amelyeket tévesen nem egyidejűként írtak le.

A hazai anyagok szisztematikus taxonómiai és rétegtani revíziója nemzetközi szinten is hiánypótló munka volt. Az ismert hazai lelőhelyeken az egykori gyűjtési jegyzőkönyvekben megadott rétegvastagságok és faunataralom segítségével rekonstruáltam a gyűjtött példányok rétegtani elterjedését, majd új gyűjtéseket folytattunk. Az

újonnan gyűjtött formák rétegtani helyzetét beillesztettem a korábban gyűjtött példányok közé, emellett a példányokból (vagy azok befoglaló közetéből) preparátumokat készítettem, így mészvázú nannofossziliák segítségével ellenőriztem, illetve tovább pontosítottam a rétegtani helyzetet. Ezután a revideált anyagokat integrált rétegtani keretbe helyeztem. Kiemelendő, hogy a hárskúti és lókúti szelvények esetében mágnésrétegtani és stabil izotóp rétegtani adatok is rendelkezésre állnak. Munkám lényege, hogy lehetőséget nyújt további, egységes szemléletű taxonómiai és rétegtani munkához, illetve megteremtette a nyugat-neotethysi pelágikus rétegsorok globális korrelációjának lehetőségét.

5. ábra A Hárskút-12/a szelvény rétegoszlopa, integrált mágnésrétegtana és ammonitesz biosztratigráfiája Szives et al. (2022) alapján, módosítva Szives & Főzy (2022) után. Az újonnan gyűjtött taxonok pirossal jelölve.*Ammonitesz rétegtan Szives & Főzy (2022) alapján.

Rövidítések: M.: mészkő; Zónák: *S. sem.* – *Semiformiceras semiforme*, *S. fallauxi*: *Semiformiceras fallauxi*, *V. volan.*: *Volanoceras volanense*; *M. microcanthum*: *Micracanthoceras microcanthum*; *P. andr.*: *Protacanthodiscus andreaei*; *L. chap.*: *Lopeziceras chaperi*; *P. progenitor*: *Praedalmasiceras progenitor*; *P. grandis*: *Pseudosubplanites grandis*. Alzónák: *O. magnum* – *Oloriziceras magnum*; *P. trans.*: *Paraulacosphinctes transitorius*; *M. fisch.* – *Moravisphinctes fischeri*.



11) **Tézis:** A hazai ammonitesz faunák és szelvények felülvizsgálata után elvégeztem (Szives & Főzy, 2022; Szives et al. 2022) a Mediterrán régió tizenhárom, legfelső tithoni–alsó berriasi ammonitesz-rétegtani egységének revízióját (6. ábra). A hazai ammonitesz együttesek revíziója és irodalmi kompilációk alapján indexként választottam ki a legalkalmasabbnak ítélt taxonokat.

11.A. altézis: Korábban már használt rétegtani egységek visszavezetését (alsó tithoni *Volanoceras volanense* Zóna, felső tithoni *Micracanthoceras microcanthum* Zóna, *Olóriceras magnum* szubzóna, alsó berriási *Lopeziceras chaperi* Zóna, *Elenaella cularense* szubzóna), törlését (felső tithoni *Simplisphinctes* szubzóna, *Berriasella jacobi* Zóna) és új egységek bevezetését (*Praedalmasiceras progenitor* Zóna) javasoltam. Történeti áttekintést adtam, diszkutáltam és egységesítettem az egyes zónák határait, pontosítottam taxonómiai tartalmukat és rétegtani helyzetüket (Szives & Főzy, 2022, 7. ábra).

Szives et al. (2024)				Reboulet et al. (2018)			
Em.	Alemelet	Zóna	Szubzóna	Em.	sub-stage	Zóna	Szubzóna
BERRIÁZI (3)	felső	<i>Tirnovella alpillensis</i>	“ <i>Thurmanniceras</i> ” <i>otopeta</i>	BERRIÁZI	felső	<i>Tirnovella alpillensis</i>	“ <i>Thurmanniceras</i> ” <i>otopeta</i>
			<i>Tirnovella alpillensis</i>				<i>Tirnovella alpillensis</i>
		<i>Fauriella boissieri</i>	<i>Berriasella picteti</i>			<i>Fauriella boissieri</i>	<i>Berriasella picteti</i>
			<i>Malbosciceras paramimounum</i>				<i>Malbosciceras paramimounum</i>
	alsó (3)	<i>Tirnovella occitanica</i> (8)	<i>Dalmasiceras dalmasi</i>		középső	<i>Subthurmannia occitanica</i>	<i>Dalmasiceras dalmasi</i>
			<i>Berriasella privasensis</i>				<i>Berriasella privasensis</i>
			<i>Tirnovella subalpina</i> (9)				<i>Subthurmannia subalpina</i>
		<i>Strambergella jacobi</i> (7)					
<i>Pseudosubplanites grandis</i> (6)							
<i>Praedalmasiceras progenitor</i> (4)	<i>Delphinella delphinense</i> (5)						
T. felső (pro parte)	<i>Lopeziceras chaperi</i> (1,2)		alsó	<i>Berriasella jacobi auctorum</i> (1)			

6. ábra A J/K rendszerek határ-intervallumának standard Mediterrán tethysi ammonitesz zonációja Szives et al. (2024) nyomán. Rövidítések: Em.: emelet; T.: tithoni. A piros vonal jelöli a J/K határt.

11.B. altézis: A javasolt zonációt (Szives & Főzy, 2022) elsőként helyeztem integrált mágnésrétegtani és mikrobiosztratigráfiai keretbe (7. ábra).

11.C. altézis: Integrált adataink tükrében tovább pontosítottam kilenc zóna rétegtani elhelyezkedését és megalkottam a neotethysi Mediterrán térség új standard ammonitesz zonációját a J/K intervallumra (7. ábra). A megjelent publikációt első szerzőként jegyzem (Szives et al., 2024).

	rendszer	emelet	alemelet	Biosztratigráfia					Mágnésrétegtan*		
				Calpionellid zonáció	Nannofosszília zonáció		Ammonitesz				
							Zónák	Alzónák, horizontok			
KRÉTA	berriasi	alsó	f.	Calpionella	elliptica	NC1	R. andrussowi	T. occi-	T. sub-	M17r	
								tanica	alpina	M18n	
								P. prog.	Delph. spp.	M18r	
										NCO	NCOB
								alpina ferasini	NCOA		
								colomi	P. pandr.	M. jhsch.	
JURA	tithoni	felső		Crassicalitaria	intermedia -remanei	NJT17	M. micro-canthum	P.trans.	M19r	M20n1n	
						NJT16 16b	V.volans			M20n1r	

7. ábra. A késő tithoni/korai berriasi időintervallum javasolt integrált rétegtani kerete Szives & Főzy (2022) alapján. A piros vonal jelöli a J/K határt, a legjobb korrelációs szintek a szürke sávok: a *V. volanense* és *P. andreaei* zónák, ahol az előbbi az M20n1r, míg az utóbbi az M19r magnetokronozóna intervallumnak feleltethető meg.

Eredményeim lehetővé tették az interprovinciális ammonitesz-alapú korreláció lehetőségét. A javasolt zonációt (**Szives & Főzy, 2022**) diszkutáltam külföldi kollégáimmal, akik kisebb módosítások után elfogadták azt, mint mediterrán standardot (**Szives et al., 2024**).

12) Tézis: Hazánkban elsőként szolgáltatam nagy felbontású mészvázú nannofosszília rétegtani adatokat tithoni–kora valangini korú szelvények J/K határintervallumában (Hárskút HK-12/a, Hárskút 12., Lókút), megalapozva azok mágnésrétegtani, geokémiai és egyéb fosszília-csoportokhoz történő korszerű kalibrációját (**Lodowski et al., 2022, 2023**) és ciklussztratigráfiai értelmezését (**Lodowski et al., bírálat alatt**). Kijelöltem az egyes nannofosszília zónákat és azokon belüli szubzónákat:

- Hárskút HK-12/a szelvény: NJT14 bázisa (FO *Conusphaera maledicto*), NJT15A bázisa (FO *Conusphaera mexicana minor*), NJT15B bázisa (FO *Polycostella beckmanni*), NJT16A bázisa (FO *Hexalithus noeliae*), NJT16B bázisa (FO *Nannoconus puer*; *Nannoconus puer*), NJT17 bázisa (FO *Nannoconus globulus minor*), NC0A (*Nannoconus wintereri* nem jelenik meg), NC0B bázisa (FO *Nannoconus steinmannii minor*), NK1 bázisa (FO *Nannoconus steinmannii steinmannii*); Hárskút HK-12. szelvény (8. tézisben részletezve): NC1, NC2, NC3, NC4, NC5.
- Lókút: NJT17, NJT18, NC0, NC1, NC2A bázisa (FO *Retecapsa angustiforata*);

Az alábbi altézisek már átvezetnek az őskörnyezeti és paleoceanográfiai elemzések témakörébe:

12A. altézis: Hazai üledékeken elsőként ismertem fel a Nannofosszília Kalcifikációs Eseményeket (NCE I, II) (**8. ábra**)

és diszkutáltam azok szupraregionális rétegtani jelentőségét **(Lodowski et al., 2022, 2024)**.

12B. altézis: Kimutattam, hogy a saccocoma mikrofácies eltűnése és az NCE események közötti fordított összefüggés arra utal, hogy a mészvázú nannofossziliák radiációjához hozzájáruló paleoceanográfiai változások kedvezőtlen hatással voltak a pelágikus krinoideákra **(Lodowski et al., 2023)**.

A lókúti és hárskúti szelvények rétegtana korábban már ismert volt, emellett mirkofosszília vizsgálatok is készültek. Azonban a korábbi mintavételi pontokat nem tudtuk egyértelműen azonosítani, így új, reprodukálható és konzisztens mintavételt hajtottunk végre bio-, magneto- és stabil $\delta^{13}\text{C}$ rétegtani, valamint mikrofácies, kőzetmágneses és fő- és nyomelem-vizsgálat céljából. A HK-12/a szelvényből összesen 59 mintát gyűjtöttünk 10–30 cm-es mintaközökkel, emellett a HK-12 szelvényből 53 mintát 2–30 cm-es mintaközökkel. A lókúti szelvény LO-I szakaszából 47 mintát, a LO-II szakaszból 35 mintát gyűjtöttünk kb. 25 cm-es mintavételi felbontással. Összesen 96 preparátumot (39-et a lókúti és 57-et a hárskúti szelvényből) készítettem és vizsgáltam. A nagy felbontású integrált rétegtan lehetővé tette a hárskúti kompozit szelvényben az egyes mágneses polaritási szakaszok közötti két hiátus, valamint nannofosszília események azonosítását.

A Közép-Atlantikum alsó/felső tithoni határrétegeiben (M20 magnetozóna) pelágikus karbonátok felhalmozódásának gyors növekedését dokumentálták (Bornemann et al., 2003), melyet a mészvázú nannofossziliák radiációs eseményével hozták összefüggésbe. Elnevezték *Nannofosszília Kalcifikációs Eseménynek* (NCE), mely véleményük szerint a paleoceanográfiai rendszer mélyreható változásait tükrözi. Később dél-alpi szelvények alapján egy fiatalabb rétegtani

szintben (M19n-M18 magnetozóna) is dokumentálták a nagyméretű nannofossziliák számának hirtelen emelkedését (NCE II), melyet két további fázisra bontottak, ahol az NCE IIA a kalcitvázú calpionellák megjelenésével esik egybe, az NCE IIB pedig a nagyméretű *Nannoconus* csoportok megjelenésével. A lóközi és hársközi szelvényekben (**Lodowski et al., 2022**), mindhárom eseményt felismertem.

A korábban jellemző lombardiás (saccocomás) mikrofácies az NCE I és II események között tűnik el és megjelenik a calpionellák által dominált mikrofácies. Ez a jelenség alapvető klimatikus és paleoceanográfiai változást tükröz – mely a nyugati Neotethys területén megfigyelhető (**Lodowski et al. 2022, 2023, 2024**). Paleoklimatikus, paleoredox és paleoproduktivitás proxik mellé helyeztük a mészvázú nannofossziliák adatsorait. Ezek a klíma szárazabbá válását, hypoxiát és a nutriensek eltemetődésének intenzívebbé válását jelzik a késő tithoni időszakra. A méretnövekedés, oligotróf taxonok túlsúlya, mezotróf formák hiánya vagy alárendelt szerepe a felszíni vizek tápanyagszegénnyé válására reflektál, melynek oka az óceán-atmoszféra rendszer változásában keresendő (ezt 13-15. tézisekben részletezem). Ezt a többlépcsős folyamatot az üledékben az NCE események, illetve a Saccocomák eltűnése jelzi, az általuk betöltött ökológiai fülkét a tithoni végére elfoglalták a calpionellák.

IV.4. Paleobiogeográfiai, paleoceanográfiai és őskörnyezeti elemzések

- 13) **Tézis:** Paleoceanográfiai és őskörnyezeti elemzéseimhez hat, eltérő környezeti preferenciájú mészvázú nannofosszília proxicsoportot alkottam (**8. ábra; Lodowski et al., 2024**) irodalmi kompilációk és saját megfigyeléseim alapján: 1-2) A

Cyclagelosphaera nemzetség kicsi/nagy formái, 3-4) a *Watznaueria* nemzetség centrális struktúra nélküli/centrális struktúrával rendelkező formái, 5) *Nannoconus* fajok, 6) egyéb taxonok. Ezen csoportok relatív gyakorisága alapján a szelvényeket szegmensekre osztottam (Lókút L1-L3B; Hárskút H1-H4) az alábbiak szerint:

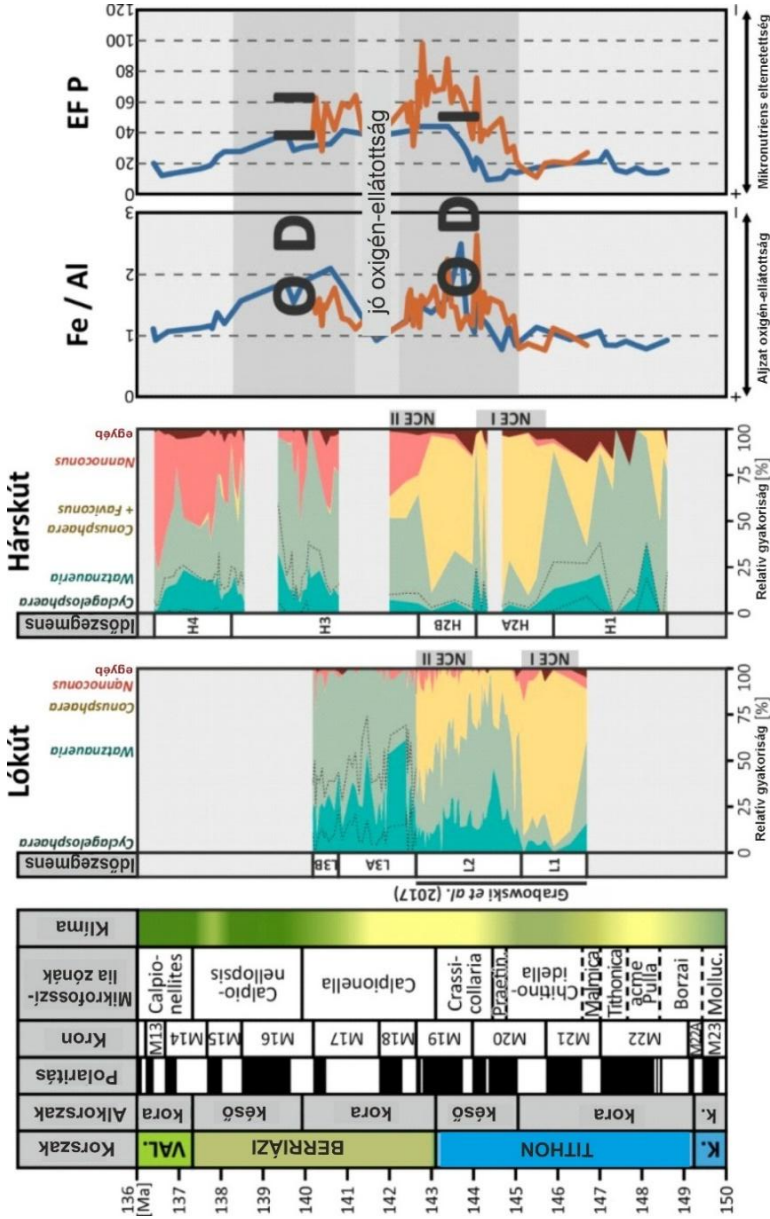
- *Lókút*: az L1 szegmens megfelel az NC I eseménynek; az L2 szegmenseket a *Watznaueria*-félék gyors radiációja és felső részén az NCE II esemény jellemzi; a L3 szegmens nem értelmezhető egyértelműen.
- *Hárskút*: a H1 szegmensben a *W. barnesiae* magas relatív gyakorisága mellett viszonylag sok az apró forma, melyek miatt a diverzitás – még az alacsony abszolút gyakoriság mellett is – magasabb. A H2A szegmens megfelel az NCE I eseménynek; a H2B szegmensben a gyakoriságok csökkennek, felső részében az NCE II esemény jelenik meg. A H3 szegmensre jellemző a *Conusphaera* nemzetség gyors hanyatlása és a *Nannoconus* nemzetség radiációja, míg a berriázi/valangini határt is magában foglaló H4 szegmensre diverz nannofosszília populáció jellemző változó, de még mindig alacsony gyakoriságokkal.

A szegmensek öskörnyezeti értelmezését a 14-15. tézisben tárgyalom.

Paleoceanográfiai vizsgálatot kizárólag statisztikai módszerekkel elemezhető nagyságú mintaszámon végezhetünk, melynek eléréséhez több mint három évre volt szükségem, mivel a J/K határintervallumban hullámzó, de jellemzően alacsony a taxon- és egyedszám.

A felszíni vizek oxigénben gazdagok, keveredés segítségével érintkeznek a légkörrel és a fotoszintézis is oxigént termel. Emellett tápanyagban szegények, mert a foszfátot a fotoszintetizáló fitoplankton felhasználja. Általában a 200 és 1000 méter közötti mélységben található az óceánnak egy olyan változó vastagságú rétege – az *oxigénminimum zóna* (OMZ) –, ahol az oldott oxigén mennyisége jelentősen alacsonyabb ($20 \mu\text{mol kg}^{-1}$ alatti), mint a feljebbi vagy az alsó vízrétegekben. Az élővilág és a biogeokémiai ciklusok szempontjából az OM zónák jelentősége óriási, ám kialakulásuk a mai napig vitatott. Ha az oxigénben gazdag víz keveredése közötti egyensúly bármi miatt felborul, akkor az OM zóna vertikálisan megvastagszik. Ezt a folyamatot felderíthetjük az egyes mészvázú nannofosszília csoportok relatív gyakoriságainak és méretváltozásának elemzésével, mivel az OM zónák kiterjedésének változása érintheti a fotikus zónát és az aljzatot is, hatást gyakorolva az ott élő szervezetekre.

Már Roth (1989) felismerte, hogy a mészvázú nannofossziliák az egyik legjobb hőmérséklet- és tápanyag-indikátor tengeri ősmaradványcsoport. A tithoni – berriáziban használt környezetjelző taxonok – *Nannoconus* spp., *Watznaueria* spp., *Cyclagelosphaera* spp., – értelmezése a szakirodalomban ellentmondásos, adataimmal (**8. ábra**) hozzájárultam ezen taxonok környezeti preferenciáinak értelmezéséhez (ld. 14. tézis).



8. ábra A mészvázú nannofossziliák öt kiválasztott proxy csoportjának relatív gyakorisága, valamint a Fe/Al (paleoredox proxy) és az EFP (mikrotápanyagok) változásainak időbeli korrelációja a lókúti és a hárskúti szelvényekben Lodowski et al. (2024) nyomán. OD I, II: oxigénsőkkelnt időszakok.

14) Tézis: Elemi geokémiai adatok és mészvázú nannofossziliák alapján azonosítottunk két dizoxikus eseményt (**8. ábra**) a bakonyi tithoni–valangini rétegsorban (**Lodowski et al., 2024**). Ezeket lokálisnak gondoltuk, későbbi vizsgálatok azonban más neotethysi szelvényekben is kimutatták őket.

Az általános álláspont szerint a nagy és nehéz kalcitvázú csoportok (*Nannoconus*, *Conusphaera*, *Braarudosphaera*, *Micrantholithus*) az alsó fotikus zónában élhettek, az OMZ közelében. Ezzel szemben, alternatív vélemény szerint a *Nannoconus* nemzetség egyes fajai eltérő környezeti preferenciákkal és élőhelyekkel rendelkezettek, melyet én is igazoltam kutatásaimmal. Az elemi geokémia adataink által jelzett oxigénhiányos állapotot elképzelésünk szerint az OM zóna megvastagodása okozta, dizoxiát alakítva ki a tápanyag-határréteg alján. A kicsi nanнокonuszok viszont jelen voltak a dizoxikus rétegekben is, ezek élőhelye tehát a vízszlop magasabb, normál oxigéntartalmú részében lehetett.

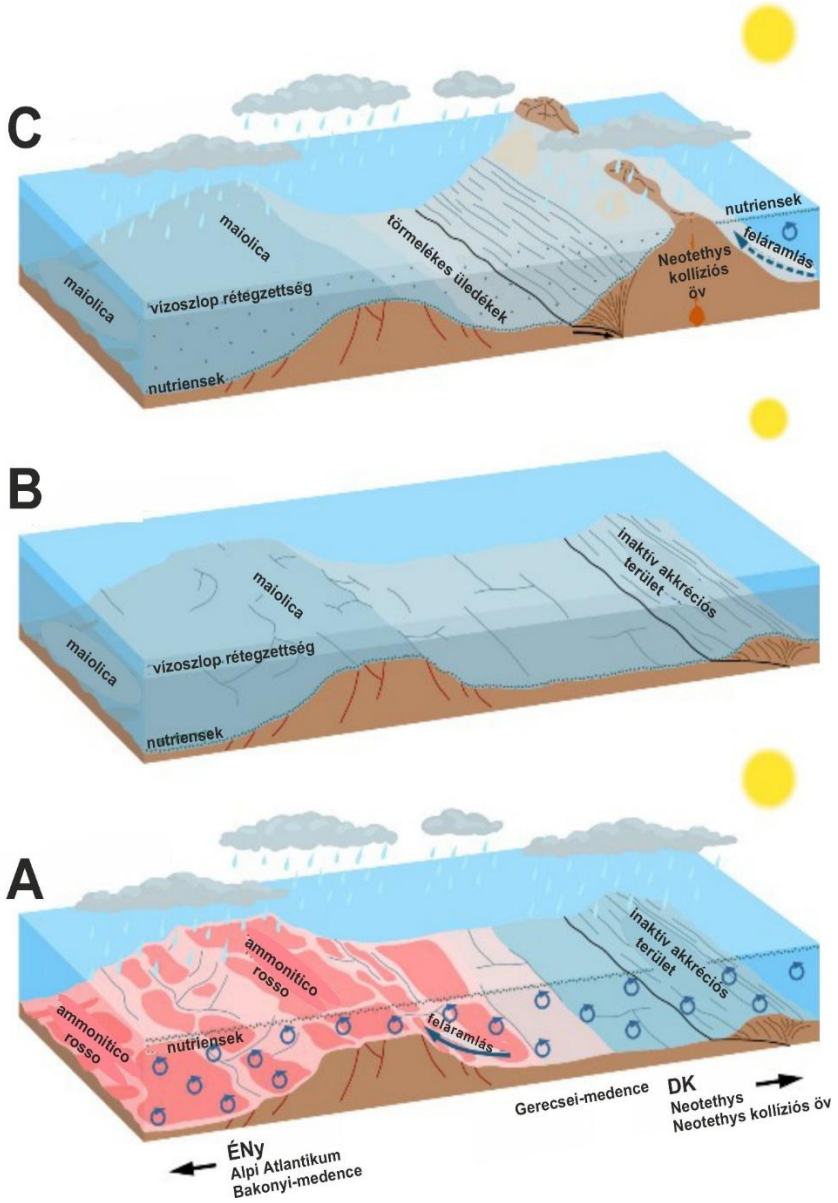
Megfigyelhető, hogy az NCE események enyhén diakronnak tűnnek a szelvények között (**8. ábra**), mindhárom esetben Lókúton idősebb rétegekben kezdődnek és az NCE I nem tükröződik a geokémiai adatokban. Ebből arra következtettem, hogy az NCE I-et nem az óceánok kémiai összetételének változása indukálhatta.

15) Tézis: A 13. tézisben tárgyalt hat mészvázú nannofosszília csoport alapján az elkülönített szegmensekhez paleoökológiai értelmezést rendeltem, melyet összevettem a geokémiai adatsorokkal. Ezek alapján klimatikus modellt (**9. ábra**) állítottunk fel a tithon–berriasi korszakokra (**Lodowski et al., 2024**). Felderítettem az Ekman-transzport szerepét a terület paleoceanográfiai rendszerének kialakulásában, különös tekintettel a vízrétegzettség illetve az OM zóna vertikális kiterjedés-változásának

lehetőségére. Megerősítettük azt a korábbi értelmezést, amely szerint a J/K határ idején arid klíma uralkodhatott, mely a késő berriasi elejétől válhatott egyre nedvesebbé.

Kora tithoni (9A. ábra): Mind a Neotethys, mind a szubboreális területekről viszonylag nedves korai tithoni és száraz tithoni/berriasi klimatikus átmenetet dokumentáltak. A triász és a jura korszakokban a kontinentális konfigurációja kedvező volt „megamonszun” kialakulásához, ehhez a Dunántúli-középhegység megfelelő szélességi fokon (kb. 10–15° É; **Lodowski et al., 2022**) helyezkedhetett el. A HK-12/a szelvény mezotróf, diverz nannofosszília-összetétele (H1 szegmens, **8. ábra**) arra utal, hogy a tápanyagok hatékony szállítása és a vízkeveredés is megfelelő lehetett. Ezt feláramlás biztosíthatta, így jól kevert vízoszlop és jó oxigénellátottságú tengerfenék volt jellemző. Úgy véljük, hogy ezt a Bakonyi-medence esetében a nedves, meleg időszak alatti monszunrendszer kialakulása okozta.

9. ábra. A Dunántúli-középhegység öskörnyezeti rekonstrukciója a kora tithoni (A), a tithoni/berriasi határon (B) és a kora/késő berriasi (C) idején, Lodowski et al. (2024a) alapján.



Késő tithoni–korai berriasi (9B. ábra): Több szerző is dokumentálta az éghajlat hűvösödését a késő tithoni–(?)korai berriasi időszakban. Ekkor csökken a kontinensek és az óceán közötti hőmérsékleti gradiens, ami csökkenti a légköri cirkuláció intenzitását, mely nemcsak a klíma szárazabbá válását eredményezhette, hanem – a kevésbé intenzív monszunok miatt – a fel- és leáramlás gyengülését is.

A Dunántúli-középhegységben a száraz éghajlat kialakulása már a legalsó felső tithoni rétegekben is nyomon követhető csökkenő stabil izotópos értékek alapján. Az időszakban a vízrétegződés kialakulására a *Conusphaera* spp. (L2 és H2 szegmensek, a **8. ábra**) magas relatív gyakoriságából következtettem, ami szintén gyengülő légköri cirkulációra és kevésbé hatékony feláramlási rendszerre utal. A vízkeveredés gyengülése következtében nemcsak az OM vastagodott meg, hanem a tengerfenék is oxigénszegény lett (OD I, **8. ábra**), melyre nagyobb mennyiségű mikrotápanyag-eltemetődés utal. A késő tithoni–kora berriasi időszakban a korlátozott terrigén beáramlást geokémiai proxik jelzik, így a megnövekedett tápanyag-felhalmozódást paleoceanográfiai folyamatokkal, nem pedig a kontinensekről érkező beszállítással hoztuk összefüggésbe. A berriasi középső részét (M18n – M17r magnetozóna alsó része) fokozódó szárazodás, de jó oxigénellátottságú tengerfenék és a nyomelemek kisfokú eltemetődése jellemezte. Mindezek alapján a fokozódó lehülés miatt a kontinensek és az óceán közötti nyomásgradiens elérhette azt a küszöbértéket, amelyen túl a vertikális vízkeveredést már nem monszun, hanem száraz szelek hajthatták. A *Conusphaera* drasztikus csökkenését az OD I esemény végén (L3 és H3; **8. ábra**) a felerősödött vízkeveredésnek és az ezzel együtt járó mezotróf körülmények kialakulásával hoztam összefüggésbe.

Késő berriasi (9C. ábra): A felső berriasi geokémiai proxik egy része arra utal, hogy a kora/késői berriasi átmenet során a Dunántúli-középhegység éghajlata nedvesebbé válhatott, ismét intenzív monszuntevékenység keverhette a vízoszlopot. Ennek azonban a tengerfenék gyenge oxidációs állapota és a M17r–M15r magnetozóna felső részében viszonylag magas mikrotápanyag-felhalmozódás ellentmondani látszik, mivel ezek a Bakonyi-medence erős vízrétegződésére és újabb dizoxikus esemény kialakulására utalnak (OD II, **8. ábra**).

A látszólagos ellentmondást azzal magyaráztuk, hogy a késő berriasiban reaktiválódott a Neotethys-ütközési zóna (Gawlick et al., 2009; Fodor et al., 2013), szigetív alakult ki, amely gátként működhetett az alpi Atlantikum és a Neotethys közt. Ennek eredményeként a Bakonyi-medence elzáródhatott a monszonális hatás okozta fel- és leáramlási folyamatoktól, amelyek a neotethysi kollíziós zóna külső (északi) peremén zajlottak. A berriasi korszak közepe és vége (M15r mágnesező zóna) a vízoszlop viszonylag intenzív keveredését hozta vissza, amire alacsony EF U és EF Ba értékekből és a nannokonuszok gyors radiációjából következtettem (H4 szegmens **8. ábra**). Ebben az időszakban az NCB valószínűleg továbbra is kiemelkedett állapotban lehetett, amire a terrigen beáramlást jelző proxik folyamatosan növekvő aránya utal (Al és K értékek). Emiatt ebben az esetben kizártam a monszonhatást a vízkeveredést szabályozó tényezők közül. Adataink alapján a késő berriasi nedves éghajlata szuperponálódhatott az NCB folyamatos emelkedésére, mely egy belső, az alpi Atlantikumra jellemző áramlási rendszer kialakulásához vezethetett, amely biztosíthatta a víz megfelelő keveredését. Ezenkívül a nedves klimatikus környezetben a kontinensek felől érkező törmelékes anyag mennyiségének növekedése tovább táplálta a primer produktivitást. Érdekes módon a jól kevert vízoszlop és a viszonylag magas terrigén behordás a késő berriasi

időszakban kedvező volt a *Nannoconus* nemzetség számára, amely gyors radiációval és emelkedő relatív gyakorisággal reagált a fokozott tápanyagellátásra (H4 szegmens **8. ábra**). A *N. steinmannii steinmannii* gyakori, de változó totál- és relatív gyakorisági értékei instabil tengeri környezetre utalnak.

A *berriasi legvégén* egy rövid ideig tartó szárazabb időszak következett (M15r/M15n magnetozóna határa), amely azonban nem okozott hipoxiát a Dunántúli-középhegység egykori medencéjében, ám a mikrotápanyag-típusú nyomelemek jelentősen megnövekedett felhalmozódási aránya korrelál a magasabb nannofosszília gyakorisági értékkel. Ebből szintén a primer produktivitás növekedésére következtettem, melyet a törmelékes behordás intenzívebbé válása okozhatott. A *berriasi/valangini átmeneti rétegek* (M14r magnetozóna) proxijai nedves éghajlatra, oxigénben gazdag tengerfenékre és alacsony tápanyag-felhalmozódásra utalnak, ami jó egyezést mutat a Voconti-medence adatsoraival. A mikrotápanyagok magas felhalmozódási arányát elsősorban a nedves éghajlati viszonyok között bekövetkező magas terrigén beáramlásnak tulajdonítottuk.

Összegzésképp elmondható, hogy a paleokörnyezet geokémiai adatait a nannofosszília proxykkal összehasonlítva megállapítható, hogy nincs szisztematikus összefüggés a nannofosszília-összetétel változásai és a paleoredox- és a mikrotápanyag-típusú elemek mennyisége között. A *Watznaueria* spp. dominál a hárskúti szelvény alsó tithoni (H1 szegmens) rétegeiben, amelyet nagy mennyiségű terrigén beáramlás és jól kevert vízoszlop jellemez. Másrészt ezek a fajok a hárskúti (H3 szegmens) és a lókúti (L3 szegmens) szelvények alsó *berriasi* rétegeiben is dominálnak, amelyek a kevert és a rétegzett Bakonyi-medence (**8. ábra**: OD II) közötti átmenetet, valamint a minimális terrigén bevitel időszakát jelzik.

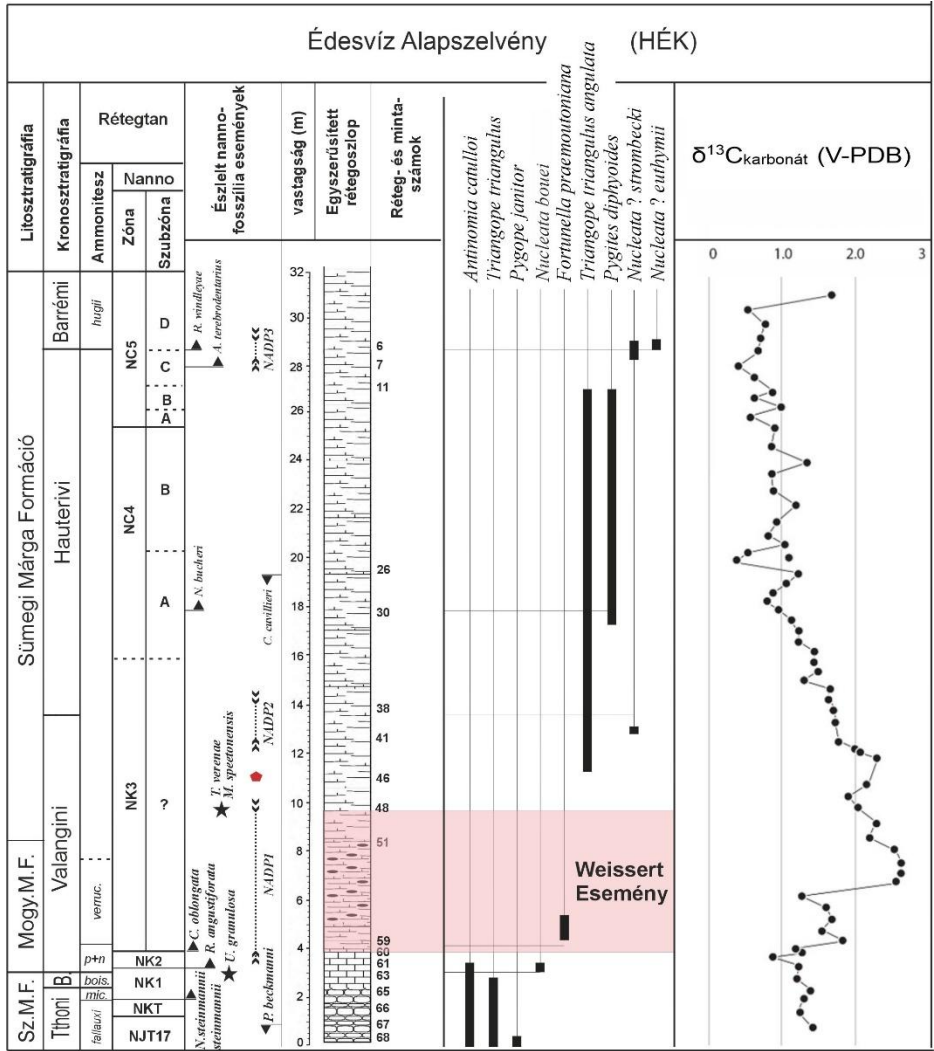
Tehát a nemzetség dominanciája valószínűleg nem állt közvetlen kapcsolatban a vízoszlop állapotával (kevert vs. rétegzett) és/vagy a tápanyag-ellátással, hanem egyes fajait külön kell vizsgálni és értékelni.

16) Tézis: Hazánkban elsőként ismertem fel (Vörös et al., 2020) a Weissert Esemény (WE) mészvázú nannofossziliákra gyakorolt hatását. Adataim segítségével nagy pontossággal sikerült azonosítani az eseményt a Hárskút Édesvíz Alapszelvényben (HÉK) és a Hárskút HK-12 szelvényben. A HÉK szelvényben a nannofossziliák alapján kijelölt WE intervalluma (**10. ábra**) egyezést mutat a később elkészített és publikált stabil szénizotóp görbével.

A Dunántúli-középhegység területén nem képződtek feketepala jellegű üledékek a WE során, ám az élővilágon nyomot hagyott a környezeti változás. Vörös Attila felismerte, hogy a brachiopodák fokozatos faunaváltást mutatnak, ám ez nem a J/K határon (Vörös et al., 2019), hanem később történt. A brachiopodákban gazdag HÉK és a HK-12 szelvényben mészvázú nannofossziliák alapján pontosítottam (Vörös et al., 2020) a ammoniteszek alapján korábban már ismert rétegtant.

10. ábra. Az Édesvíz Alapszelvény rétegtana Vörös et al. (2020) és Főzy et al. (2022) alapján. A WE intervallum színes sávval jelölve.

Jelmagyarázat: 1: gumós mészkő, 2: jól rétegzett kovás és márgás mészkő, 3: márga; 4: tűzköves mészkő. Rövidítések: Sz.M.F.: Szentivánhegyi Mészkő Formáció; Mogy. M.F.: Mogyorósdombi Mészkő Formáció, B.: berriasi; NADP 1,2,3: mészvázú nannofosszília gyakoriság- és diverzitás csúcs-intervallumok. Piros sokszög: üres minta.



A rétegtan finomításán túl a HÉK szelvényben felismertem három mészvázú nannofosszília dúsulási intervallumot (NADP 1,2,3: **10. ábra**), melyek közül az első kettő között van az egyetlen olyan minta (46. réteg), mely egyáltalán nem tartalmazott mészvázú nannofossziliákat. A NADP 1 eseményt (60-48. rétegek közt) jelöltem meg, mint a WE lehetséges intervallumát. Az egyedszám változását azzal magyaráztam, hogy a WE során a környezeti paraméterek – feltételezhetően az óceáni vizekbe jutó tápanyagok mennyisége vagy összetétele – egy ideig nagyon kedvezőek lehettek, ennek következtében folyamatosan emelkedett az egyedszám, vagyis nőtt a primer produktivitás (NADP 1). Egy idő után azonban „túl sok lett a jóból”, a növekvő tápanyagmennyiség mérgezést okozva átbillent egy tűrőképességi küszöbön, és az addigi magas egyedszám nullára csökkent (46. réteg). Feltételezem, hogy a környezeti változás lecsengése után a kedvezőtlen paraméterek visszaálltak a tűrőképességi küszöb alá és ismét megjelentek a mészvázú nannofossziliák. Ennek értelmében az üres minta a legkedvezőtlenebb időszakot, vagyis a legerősebb környezeti perturbáció idejét jelöli, a NADP 2 pedig a lassú helyreállást.

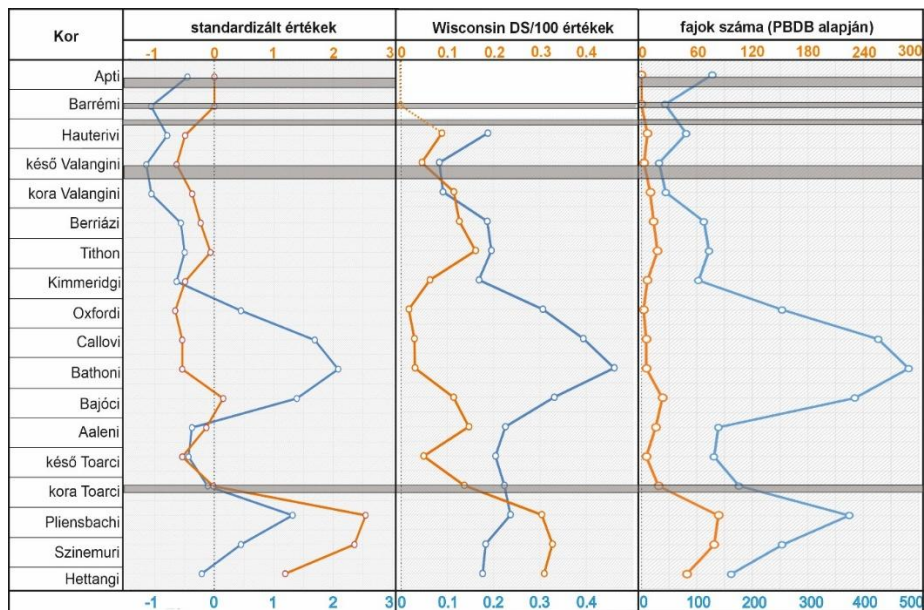
A NADP 3 véleményem szerint a késő hauerivi Faraoni Eseményt jelzi a rétegsorban. Ezt felismertem, ám a publikációban nem diszkutáltuk (**Vörös et al., 2020**), noha jól látszik a faunaváltás a brachiopoda együttesen is. Ez adta azonban az ötletet későbbi munkáinkhoz (Vörös & Szives, 2025; 2026), melyben statisztikai módszerekkel elemeztem a jura – kora kréta időszak során bekövetkezett óceáni anoxikus események (OAE) brachiopoda közösségekre gyakorolt hatását.

17) **Tézis:** Felismertem és matematikai módszerekkel bizonyítottam (**Vörös & Szives, 2025**), hogy a jura – kora kréta korú brachiopoda együttesek diverzitásváltozása (**11. ábra**) az óceáni anoxikus események lefutásához időben igazodik, vagyis az OAE események elsődlegesen kontrollálhatták a brachiopodák evolúcióját és elterjedését.

16.608 nemzetség-szintű Paleobiology Database (PBDB) rekordot ellenőriztünk, majd ezek alapján az alábbi megállapításokat tettem:

- [1] A korábban is ismert Mediterrán Brachiopoda faunaprovincia valóban szeparált egységként létezett ebben az időintervallumban, hiszen a hettangiban megjelenő 80 új fajjal szemben mindössze 8 faj élt tovább a 236 rhaeti faj közül. Nemzetség szinten az arány 6:92.
- [2] A nyers, standardizált és Wisconsin módszerrel kétszer standardizált adatsoron (**11. ábra**) is demonstráltam, hogy a diverzitásváltozások – mind a Mediterrán provinciában, mind pedig globálisan – igazodnak az OAE eseményekhez az alábbiak szerint:
 - 1) pliensbachi diverzitás csúcs;
 - 2) a toarci krízis során drasztikus, hirtelen diverzitásesés;
 - 3) középső jura diverzitás maximum;
 - 4) lassú hanyatlás lépcsőzetes ingadozásokkal a késő jura–kora kréta során;
 - 5) a Weissert esemény okozta a brachiopodák legnagyobb mezozoós krízisét;
 - 6) Két rejuvenációs esemény történt a hettangiban és a tithoniban, melyek alatt a legnagyobb diverzitásnövekedés és taxonmegújulás volt tapasztalható.

[3] A Mediterrán provincia a barrémi végén megszűnt.



11. ábra. A hettangi–apti intervallum brachiopoda fajszerkezete a PBDB alapján, valamint azok standardizált értékei. A szürke sávok az OAE intervallumokat jelölik (Vörös & Szives, 2025). Narancs görbe: Mediterrán fajok; Kék görbe: globális elterjedésű fajok. Rövidítések: Wisconsin DS/100: Wisconsin módszerrel duplán standardizált értékek százal osztva.

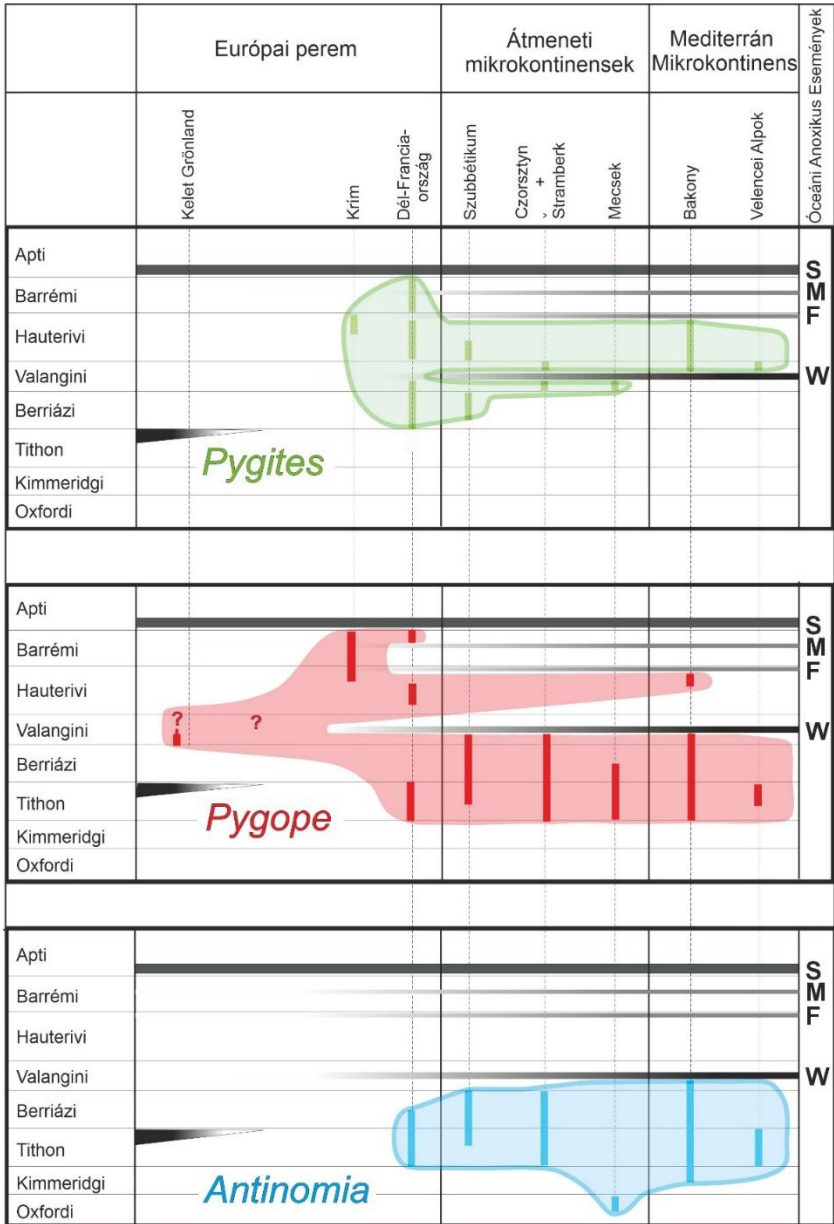
18) Tézis: Felismertem és bizonyítottam, hogy a Vörös Attila (Vörös, 2022) által feldolgozott jura–kréta korú pygopid brachiopodák migrációs dinamikája (Vörös & Szives, 2026) olyan ökoszisztémái és paleoceanográfiai keretbe illeszthető, mely szintén az óceáni

anoxikus események idő- és térbeni lefutásához igazodik (**12. ábra**), de az egykori áramlási rendszerek által is kontrollált (**13. ábra**).

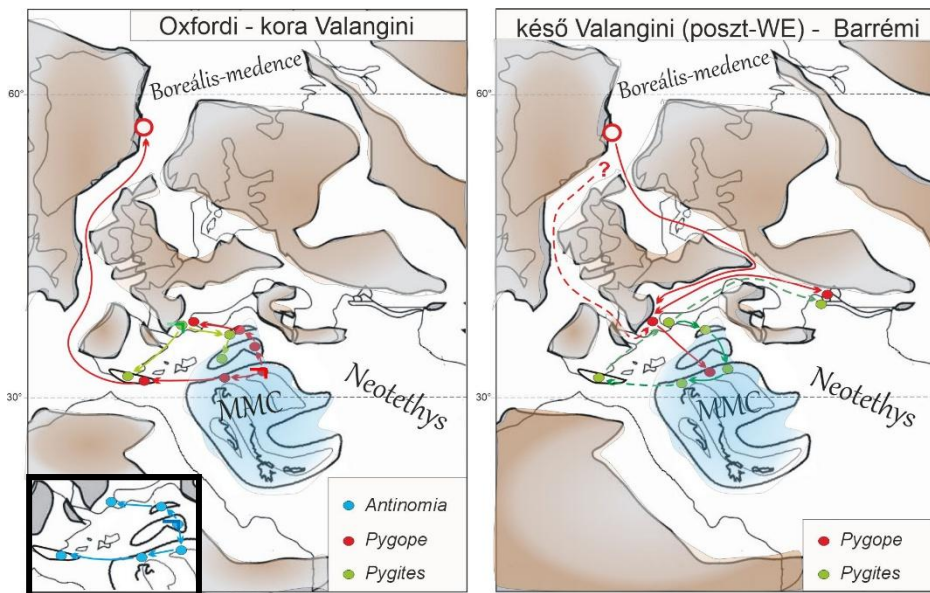
A Dunántúli-középhegységből korábban már ismertetett pygopid brachiopodák faunaváltását az alsó/felső valangini határon a Weissert eseményhez kötöttük (Vörös et al., 2020), azonban a berriasi során bekövetkezett faunaváltás okát nem vizsgáltuk. Korábbi munkámban (Lodowski et al., 2024) dizoxikus eseményeket mutattunk ki, melyek véleményem szerint okozhatták ezt a berriasi faunaváltást (**10. ábra**). Elméletem matematikai bizonyítására ismét a PBDB adatsorát hívtam segítségül, melyet ezúttal kiegészítettünk hazai, illetve a külföldi kollégáktól kapott adatokkal, köztük az eddig ismert legfiatalabb publikálatlan példányokkal Dél-Franciaország felső barrémi rétegeiből. Összesen 2030 előfordulást elemeztem, melyeknél minden esetben ellenőriztük a pontos rétegtani helyzetet. Ezután ösföldrajzi régiók és a rétegtani szintek alapján táblázatba foglaltuk az adatokat (**Vörös & Szives, 2026**), melyeket grafikusán ábrázoltunk az OAE események rétegtani és földrajzi elterjedésének tükrében (**12., 13. ábra**).

12. ábra. Az *Antinomia*, *Pygope* és *Pygites* perforált pygopide nemzetségek rétegtani elterjedése és paleogeográfiai előfordulásai a Földközi-tenger és a boreális területek, valamint Kelet-Grönland kiválasztott régióiban Vörös & Szives (2026) alapján.

Az óceáni anoxikus események rövidítései: W=Weissert, F=Faraoni, M=Mid Barremian, S=Taxy+Selli. Az árnyék erőssége az esemény irodalomból következtetett erősségének felel meg. A bal oldali sötét háromszögek a tithoni (volgai) izotóp anomália (VOICE) eseményt (Hammer et al. 2012) jelölik.



Az *Antinomia*, *Pygope* és *Pygites* nemzetségek rétegtani elterjedése ismert volt, azonban előfordulásaik idő- és térbeni lefutásának ábrázolása először történt meg. A pygopid brachiopodák vándorlási útvonalai és annak időbenisége (**13. ábra**) alapján vázolni tudtuk egy komplett óceáni cirkulációs áramlási rendszert, amely jól illeszkedik, illetve kiegészíti más ősmaradványcsoportokon korábban már demonstrált mintázatokat.



13. ábra. Az *Antinomia*, *Pygope* és *Pygites* nemzetségek vándorlásának valószínű (folytonos vonal) és lehetséges (szaggatott vonal) útvonalai a Földközi-tenger, a boreális területek, valamint Kelet-Grönland kiválasztott régióiban a Weisser Esemény (WE) előtt és után, Vörös & Szives (2026) alapján. Barna területek a szárazföldek, fehér színnel a tengerek, kék színnel a Mediterrán Mikrokontinens ábrázolva.

A Weissert Esemény (WE) fordulópont volt nemcsak a pygopid (**Vörös & Szives, 2026**), hanem az összes brachiopoda történetében (**Vörös & Szives, 2025**). A WE előtt a *Pygope* és a *Pygites* a Mediterráneumból keletre és észak felé migrált, a *Pygope janitor* elérte Grönland partjait. A WE alatt az *Antinomia* kihalt, a *Pygites* elfoglalta a mediterrán területeket, kiszorítva onnan a *Pygopét*. Felismertem, hogy a *P. janitor* egy Lázár-taxon, mely mintegy 3.5–5 millió éves elvándorlás után, a WE lecsengésével költözött vissza Kelet-Grönlandról a neotethysi területekre. A WE után a két túlélő nemzetség, a *Pygope* és a *Pygites* is kelet felé vándorolt a hauterivi transzgresszió segítségével. Mindkét nemzetség elérte a Krímet, ahol azonban csak egyetlen lelőhelyről ismertek maradványaik. A barrémi végén a *Pygope* és a *Pygites* is visszatértek a Voconti-medencébe, ahonnan végleg eltűntek a késő barrémi Taxy Esemény során.

19) Tézis: Hazai üledékekben elsőként ismertem fel az apró heteromorf Leptoceratoididae ammoniteszek tömeges felhalmozódásának környezetjelző szerepét és az általuk jelzett Középső Barremi Eseményt (KBE) (**Gógös & Szives, 2025**).

A Sümeg Süt-17 fúrás bizonyos rétegeiben megfigyelhető apró heteromorf ammoniteszek tömeges felhalmozódása, melyhez hasonlóan korábban alpi rétegsorokból is leírtak. A jelenséget a középső barrémi *Moutoniceras moutonianum* ammonitesz kron idején uralkodó speciális környezeti feltételekkel hozták összefüggésbe. A monogenerikus faunát és a bennfoglaló szervesanyagban dús sötét üledék lerakódását egy rövid meleg, nedves időjárási időszakhoz kötik, melyet a plankton foraminiferák radiációs eseménye és a radioláriák faunaváltása is jelez. Egykorú ammoniteszes rétegeket keresve gondoltam arra, hogy érdemes lenne megvizsgálni a Bersek-hegyről gyűjtött ammoniteszeket, ahol a

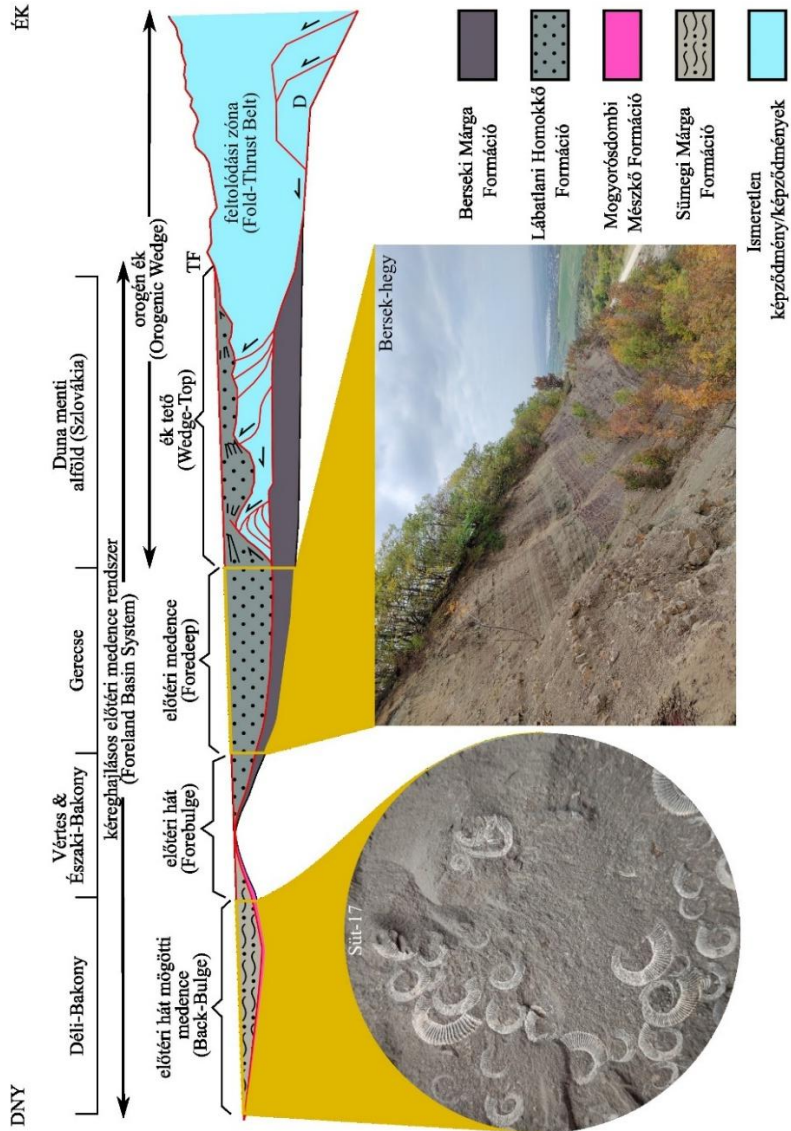
Leptoceratoididae családba tartozó apró heteromorf ammoniteszek alárendelt faunaelemek. Innen rendelkezésünkre áll belemniteszeken mért stabil szén- és oxigénizotópos adatsor (Price et al., 2011), ahol a *M. moutonianum* zónában látszik a $\delta^{13}\text{C}$ értékek +0.5 kilengése a *Vaunagites pistilliformis*–*Hibolithes* spp. taxonokon mért adatsoron. MSc hallgatóm elkészítette a Leptoceratoididae család taxonómiai revízióját a Bersek-hegy szelvényében és a Sümeg Süt-17 térképező fúrásban talált példányok alapján, majd az őslénytani adatokat korábban publikált eredmények mellé helyezve környezeti kontextusba helyeztük megfigyeléseinket (Gógös & Szives, 2025) és az alábbi megállapításokat tettük:

- [1] Mind a Süt-17, mind pedig a berseki rétegsorban megfigyelhetőek apró heteromorf ammoniteszek dúsulási szintjei. A legváltozatosabb fauna a Bersek-hegy *M. moutonianum* zónájában található, ahol a *Karsteniceras ibericum*, *Leptoceratoides balernaensis* és *Leptoceratoides pumilus* is előfordul. Ezzel ellentétben a Süt-17-ben csak a *L. pumilus* monospecifikus tömeges előfordulása (263,6 m) figyelhető meg.
- [2] A heteromorf ammoniteszek pontos rétegtani helyzete csak a Bersek-hegyen tisztázott, ahol az egybeesik a KBE-t jelző stabil szénizotóp anomáliával. A Süt-17 fúrás rétegtani felbontása nem elég részletes, itt csak becsülni tudtuk a *M. moutonianum* zóna rétegtani helyzetét, stabil izotópos adatok nem állnak rendelkezésre.
- [3] Lényegi különbség, hogy a Süt-17 rétegsorában tömegesen előforduló apró heteromorfok szintjeiben nincsen más ammonitesz. Ez a Bersek-hegy rétegsorára nem igaz.
- [4] Az eltérő faunaösszetételt a Süt-17 és berseki rétegsor különböző geodinamikai környezetével magyaráztuk, mely lehetővé tette az ammonitesz együttesek tágabb öskörnyezeti képbe helyezését (13.

ábra). Az apró heteromorf együttes diverzebb volt a Gerecsei-medencében, mint a bakonyiban: a két medencét elválasztotta a vértés-bakonyi hát, így az érkező sziliciklasztit törmelék mennyisége eltérő volt. Nagyobb mennyiségű sziliciklasztos törmelék a Bersek-hegyi területen halmozódott fel, ezáltal a sekély batiális bakonyi medenceterület (Süt-17) „éhezővé” vált. A nagyobb tápanyagbőség okozhatta a berseki fauna magasabb diverzitását.

- [5] Az apró heteromorfok egykori élőhelyének az epipelágikus zóna tápanyag-határréteg mélységét (35-80 méter) jelöltük meg, ami azonban könnyen dyz- vagy akár anoxikussá is válhat környezeti perturbációk vagy fokozott tápanyagbeszállítás idején. Az egyes Leptoceratoididae nemzetségek környezeti toleranciája eltérő lehetett, diverzitás- és egyedszám növekedés is megfigyelhető a berseki szelvényben kimutatott KBE idején.

13. ábra. A Bersek-hegy és a Süt-17 fúrás rétegsorának geodinamikai rendszere Gógös (2024) alapján módosítva, a szerző engedélyével.



V. Összegzés

A nyugati Neotethys mezozoos ammonitesz és mészvázú nannofosszília közösségeinek részletes *rendszer-tani* vizsgálatával, több új taxon felismerésével, leírásával, rétegtani elterjedésük és radiációs idejük pontosításával, taxonómiai revíziók elkészítésével járultam hozzá a jura–kréta korú ősmaradvány-együttesek jobb megismeréséhez. Ezek a hiánypótló rendszer-tani adatok biztosítottak megbízható alapot a további filogenetikai, bio- és kemosztratigráfiai, ciklus- és mágnesrétegtani vizsgálatokhoz, az időszak egykori öskörnyezeti és ősföldrajzi viszonyainak, a klimatikus és geodinamikai rendszer változásainak megértéséhez. Kutatásaim hazai *rétegtani* eredményei a felső tithoni–campani emeletek ammonitesz-anyagának újraértékelése. Megfigyeléseimet tágabb ősföldrajzi kitekintésben is alkalmaztam. Ezek alapján kidolgoztam az apti–albai emeletek új standard Mediterrán ammonitesz zonációját. Több hazai képződményben és szelvényben elsőként vizsgáltam a mészvázú nannofossziliákat, mely minden esetben jóval részletesebb rétegtani felbontást eredményezett a korábbiakhoz képest.

Taxonómiai és rétegtani eredményeimmel hozzájárultam a *jura/kréta rendszerhatár* definiálására tett nemzetközi törekvések elősegítéséhez. Az elődeim által korábban feldolgozott tithoni/berriasi emeletek hazai ammonitesz-anyagait taxonómiai szempontból újraértékeltem, a rétegtani szempontból legfontosabb taxonokat diszkuáltam. Ezek alapján kidolgoztam a jura/kréta határintervallum új ammonitesz zonációját a Mediterráneum területeire, melyet standardként fogadtak el. Több hazai szelvényből elsőként szolgáltattam integrált rétegtani keretben kalibrált, kvalitatív és kvantitatív mészvázú nannofosszília és ammonitesz adatokat.

Alkalmazott őslénytani kutatásaim során lehetőségem volt tágabb öskörnyezeti, paleoceanográfiai és ösföldrajzi következtetések levonására. Az egyes ősmaradványcsoportok diverzitásának idő- és térbeni változásai alapján keretbe helyeztem és értelmeztem a korábban általam, illetve szerzőtársaim által végzett komplex őslénytani revízió átesett mészvázú nannofosszília, ammonitesz és brachiopoda faunák adatsorait, melyek segítségével vázoltam a tithoni–berriasi időszak klimatikus modelljét, illetve a jura–kréta időszak óceáni áramlási rendszerét.

VI. Az értekezés témakörében elkészült publikációk

Az értekezés témaköréhez és a tézisekhez kapcsolódó tudományos publikációk szakmai munkásságom legfontosabb eredményei. Ezeket két csoportra bontva, a cikkeket fordított időrendi sorrendben sorolom fel. Kizárólag azokat a munkákat tüntetem fel, melyekben meghatározó szerző vagyok, vagy az általam szolgáltatott adat a publikációban közölt értelmezéshez lényegi hozzájárulást adott.

Könyv, könyvfejezet

- [1] **Szives, O. (Ed.), Szives, O.,** Csontos, L., Bujtor, L., Főzy, I. (2007). Aptian-Campanian ammonites of Hungary. Budapest: Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI), *Geologica Hungarica series Palaeontologica* 57; 182 pp. ISBN 9789636712617.
- [2] **Szives, O.*;** Lodowski, G.D.; Grabowski, J.; Vörös, A.; Szinger, B.; Price, G.; Főzy, I. (2022). The Jurassic/Cretaceous transition in the Bakony Mountains (Transdanubian Range, Hungary). *In:* Főzy, István (szerk.) Fauna, biostratigraphy, facies and paleotectonic evolution of the Late Jurassic–Early Cretaceous formations in the Bakony Mountains (Transdanubian Range, Hungary). Szeged, Magyarország,

GeoLitera 475 p. pp. 111-137, 27 p.

- [3] Főzy, I.; Scherzinger, A.; **Szives, O. (2022)**. Late Jurassic–Early Cretaceous (Kimmeridgian–Barremian) ammonites of the Bakony Mountains (Transdanubian Range, Hungary). In: Főzy, István (szerk.) Fauna, biostratigraphy, facies and paleotectonic evolution of the Late Jurassic–Early Cretaceous formations in the Bakony Mountains (Transdanubian Range, Hungary). Szeged, Magyarország, GeoLitera 475 p. pp. 243-360.
- [4] Főzy, I.; Fodor, L.; Grabowski, J.; Lodowski, D.G.; Price, G.; Scherzinger, A.; Sente, I., Vörös, A.; **Szives, O. (2022)**. Late Jurassic–Early Cretaceous fossil localities of the Bakony Mountains (Transdanubian Range, Hungary) – Rocks, fossils and stratigraphy. In: Főzy, István (szerk.) Fauna, biostratigraphy, facies and paleotectonic evolution of the Late Jurassic–Early Cretaceous formations in the Bakony Mountains (Transdanubian Range, Hungary). Szeged, Magyarország, GeoLitera 475 p. pp. 45-99.
- [5] **Szives, O.** ; Főzy, I. (2013), Systematic descriptions of Early Cretaceous ammonites of the carbonate formations of the Gerecse Mountains (Hungary). In: Főzy, I (szerk.) Late Jurassic–Early Cretaceous fauna, biostratigraphy, facies and deformation history of the carbonate formations in the Gerecse and Pilis Mountains (Transdanubian Range, Hungary). Szeged, Magyarország, GeoLitera 422 p. pp. 293-342.
- [6] Főzy, I; Meléndez, G; Scherzinger, A; Szinger, B; **Szives, O. (2013)**. Upper Jurassic–lowermost Cretaceous fossil localities of the Gerecse and Pilis Mountains (rocks, fossils and stratigraphy). In: Főzy, I (szerk.) Late Jurassic–Early Cretaceous fauna, biostratigraphy, facies and deformation history of the carbonate formations in the Gerecse

and Pilis Mountains (Transdanubian Range, Hungary). Szeged, Magyarország, GeoLitera 422 p. pp. 21-93.

Tudományos szakcikk

- [7] Lodowski, D.G., Grabowski, J., Erba, E., **Szives, O.** Chasing the cycle – astronomical forcing during the Jurassic/Cretaceous transition: A case study of the pelagic successions of the Torre de Busi (Southern Alps, Italy) and Lókút (Transdanubian Range, Hungary) sections. *Cretaceous Research*, **bírálat alatt**
- [8] Grabowski, J., **Szives, O.** (reporters), Aguirre-Urreta, B., Alsen, P., Deconinck, J.-F., Erba, E., Frau, C., Galloway, J., Gang, Li, Lodowski, D., Martinez, M., Matsuoka, A., Michalik, J., Mutterlose, J., Pellenard, P., Petrova, S., Price, G., Pruner, P., 2026. Towards the definition of the Jurassic/Cretaceous boundary: report on new advances of the Berriasian Working Group of the Subcommission on Cretaceous Stratigraphy (ICS). *Cretaceous Research*, <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2026.106358>
- [9] Vallner, Zs., Müller, T., Bajnai, D., **Szives, O.**, Csicssek, Á., L., Héja, G., Heszler, B., Zajzon, N., Pálffy, J., (2026). Integrated astrochronology, isotope and biostratigraphy of the Albian-Cenomanian transition and expression of the OAE1d in an expanded record of a rapidly subsiding Tethyan synorogenic basin (Core Jásd-42, Transdanubian Range, Hungary). *Cretaceous Research*, 181:106311, [10.1016/j.cretres.2025.106311](https://doi.org/10.1016/j.cretres.2025.106311)
- [10] Vörös, A., **Szives, O.*** (2026). Paleoceanographic forcing on the spatiotemporal distribution and extinction of the Late Jurassic – Early Cretaceous pygopide brachiopods. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 681:113396, [10.1016/j.palaeo.2025.113396](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2025.113396)

- [11] Kövér, Sz., Haas, J., Deric, N., **Szives, O.**, Ozsvárt, P., Fodor, L. 2025. From Middle Jurassic extension to Late Jurassic obduction: sedimentary records from the Greater Adriatic margin of the Neotethys Ocean in NE Hungary. *Swiss Journal of Geosciences*, 118:3. <https://doi.org/10.1186/s00015-024-00474-3>
- [12] Vörös, A., **Szives, O.* (2025)**. Role of Oceanic Anoxic Events in regulating Jurassic–Early Cretaceous taxonomic diversity of Mediterranean brachiopods. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 663: 112788. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2025.112788>
- [13] Haas, J.*; Fodor, L.; Djerić, N.; **Szives, O.**; Ozsvárt, P.; Fiałowski, M.; Kövér, Sz. (2024). Middle to Late Jurassic pelagites and gravity mass flow deposits of a displaced Neotethyan margin: Microfacies and biostratigraphical studies in Northeast Hungary. *Annales Geologiques De La Peninsula Balkanique (Geološki Anali Balkanskoga Poluostrva)*, 1-48, <https://doi.org/10.2298/GABP241010014H>
- [14] Gögös, G.; **Szives, O.* (2024)**. First report of the Mid Barremian Event from the Transdanubian Range (Hungary) and associated Leptoceratoididae (Ammonoidea) fauna. *Földtani Közlöny* 154, 199-238, <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2024.154.2.199>
- [15] Lodowski, D.G.*, **Szives, O.**, Virág, A.*, Grabowski, J. (2024). The latest Jurassic–earliest Cretaceous climate and oceanographic changes in the Western Tethys: The Transdanubian Range (Hungary) perspective. *Sedimentology* 71, 1843–1872. <https://doi.org/10.1111/sed.13194>
- [16] **Szives, O.***, Moreno–Bedmar, J.A. (reporters); Aguirre–Urreta, B.; Company, M.; Frau, C.; López–Horgue, M.; Pictet, A.; Ploch, I.;

- Salazar, Ch.; Barragán, R., Reboulet, S. (2023). Report on the 7th International Meeting of the IUGS Lower Cretaceous Ammonite Working Group, the Kilian Group (Warsaw, Poland, 21st August 2022): state of the art on the current Standard Ammonite Zonation of the Western Tethyan Mediterranean Province. *Cretaceous Research* 153(4), 105716. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2023.105716>
- [17] **Szives, O.***; Latil, J.-L.; Moreno-Bedmar, J.A.; Lehmann, J.; Robert, E.; Owen, H.G. (2023). Critical revision and new proposals on the Aptian–Albian zonation of the Standard Mediterranean Ammonite Zonal Scheme. *Newsletters on Stratigraphy*, 56(4), 423–456, DOI: 10.1127/nos/2023/0753
- [18] **Szives, O.***; Főzy, I. (2022). Towards the ammonite zonation of the Jurassic/ Cretaceous transition: new data from ammonitico rosso/biancone sections of the Transdanubian Range (Hungary). *Newsletters on Stratigraphy*, 55(4), 385–426, DOI: 10.1127/nos/2022/0679
- [19] Lodowski, D.G.*; Pyszczółkowski, A.; **Szives, O.**; Főzy, I.; Grabowski, J. (2022). Jurassic/Cretaceous transition in the Transdanubian Range (Hungary): Integrated stratigraphy and paleomagnetic study of the Hárskút and Lókút sections. *Newsletters on Stratigraphy*, 55(1), 99–135, DOI: 10.1127/nos/2021/0656
- [20] Vörös, A.; Főzy, I., Dulai, A.; **Szives, O.*** (2020). Late Valanginian extinction and turnover of Tethyan brachiopods: A signal of the Weissert Event (Bakony Mountains, Hungary). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 555, 109856, <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2020.109856>
- [21] Vörös, A.*; Főzy, I.; **Szives, O.** (2019). Brachiopod distribution

through the Jurassic–Cretaceous transition in the western Tethyan pelagic realm: Example from the Bakony Mountains, Hungary. *Cretaceous Research* 104: 10418, <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2019.07.012>

- [22] Reboulet, S.*; **Szives, O.** (reporters); Aguirre-Urreta, B.; Barragan, R.; Company, M.; Frau, C.; Kakabadze, M.V.; Klein, J.; Moreno-Bedmar, J.A.; Lukeneder, A. (2018). Report on the 6th International Meeting of the IUGS Lower Cretaceous Ammonite Working Group, The Kilian Group (Vienna, Austria, 20th August 2017). *Cretaceous Research* 91(1), 100-110.
- [23] **Szives, O.***; Fodor, L; Fogarasi, A.; Kövér, Sz. (2018). Integrated calcareous nannofossil and ammonite data from the upper Barremian–lower Albian of the northeastern Transdanubian Range (central Hungary): Stratigraphical implications and consequences for dating tectonic events. *Cretaceous Research* 91(4), 229-250, <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2018.06.005>.
- [24] Reboulet, S.*; **Szives, O.** (reporters); Aguirre-Urreta, B.; Barragán, R.; Company, M.; Idakieva, V.; Ivanov, M.; Kakabadze, M.V.; Moreno-Bedmar, J.A.; Sandoval, J.; Baraboshkin, E.J.; Çağlar, M.K.; Főzy, I.; González-Arreola, C.; Kenjo, S.; Lukeneder, A.; Raisossadat, S.N.; Rawson, P.F.; Tavera, J.M. (2014). Report on the 5th International Meeting of the IUGS Lower Cretaceous Ammonite Working Group, the Kilian Group (Ankara, Turkey, 31st August 2013) *Cretaceous Research*, 50(1), 126-137.
- [25] **Szives, O.***; Company, M. (2011). Revision of some problematic Early Cretaceous ammonite species described by H. Coquand (1880). *Cretaceous Research*, 32(2), 187–193.

- [26] **Szives, O. (2008)**. Two new species of *Constrictoceras* nov. gen. (Ammonoidea) from the Early Cretaceous (Aptian) of Hungary. *Geobios*, 41(2), 297–305.
- [27] Barragán, R.*; **Szives, O. (2007)**. New records of *Mathoceras* Casey (Deshayesitidae, Ammonoidea) from the Aptian (Lower Cretaceous) of Mexico and Hungary: Biostratigraphic and paleobiogeographic implications. *Geobios* 40/1, 21-30.
- [28] **Szives, O.***; Monks, N. (2002). Heteromorph ammonites from the Tata Limestone Formation (Aptian-Lower Albian), Hungary. *Palaeontology*, 45(6), 1137–1149, DOI: 10.1111/1475-4983.00279

