

Válasz

Dr. Konrád Gyula, PhD

Raucsikné Varga Andrea Beáta (Szeged, 2020): „*A Tiszai-főegység (Tisia-Megaterrénium) paleozoos aljzati képződményeinek regionális korrelációja reprezentatív mélyfúrási szelvények felhasználásával*” című, az MTA doktora cím elnyeréséért benyújtott értekezéséről (dc_1781_20) készített bírálata

Nagyon köszönöm Dr. Konrád Gyulának MTA doktori értekezésem pozitív értékelését, valamint hasznos és gondolatébresztő megjegyzéseit, javaslatait, kérdéseit, továbbá kritikai észrevételeit. Az alábbiakban a bírálataiban kifejtett kérdéseire, megjegyzéseire és visszajelzést igénylő észrevételeire válaszolok (a bírálói kérdéseket, megválaszolendő megjegyzéseket dőlt betűvel jelöltem).

Az értekezés hiányosságai (bevezető megjegyzések)

A dolgozat címe csak regionális korrelációt említ, noha abban jelentős részt tesznek ki a „lokális” korreláció-vizsgálatok. Továbbá a címben meghatározott „paleozoos aljzati képződmények” köre jóval tágabb a tárgyalt képződményeknél, ezt is pontosítani kellett volna.

Köszönöm a megjegyzést. A cím valóban nem említi a lokális korrelációt, de az értekezésemben alkalmazott megközelítés szerint ez alapvető előfeltétele a regionális korrelációnak, hiszen a címben említett mélyfúrási szelvények önmagukban pontszerű információt jelentenek. Lehet, hogy a cím további részletezése és pontosítása jobban tükrözte volna dolgozatom tartalmát, azonban a jelenlegi cím is már kicsit hosszú volt. Sajnos nehéz olyan címet megfogalmazni, amely minden szükséges és elégséges információt pontosan magában foglal és egyúttal rövid. Esetemben a cím részben kötött volt: értekezésem elkészítését az MTA kisgyerekes kutatóknak 2018-ban kiírt pályázata (KGYNK) támogatta. Ebben a tervezett értekezés címét és tartalmi elemeit már meg kellett adnom, ezért a KGYNK pályázat bírálatakor jóváhagyott változatot érdemben nem változtattam meg.

A dolgozat nyelvezete véleményem szerint kifogástalan, egyetlen megjegyzésem ezzel kapcsolatban, hogy a 140-szer előforduló – a fiatal kollégák körében egyre népszerűbb –, „irodalmak” többes számot nehezen viselem el. (Az értelmező szótár szakmai irodalomra vonatkozó meghatározása szerint „Valamely /tudományos v. szakmai/ kérdésre vonatkozó /nyomatott/ művek összessége, ill. ezeknek jegyzéke”, tehát nincs többes száma.)

Köszönöm a megjegyzést. Értekezésemben az „irodalmak” kifejezés 24 alkalommal, a zárójelben megadott szövegközi hivatkozások során szerepelt „és az általuk hivatkozott irodalmak” formában, abban az esetben, amikor egy vagy több releváns munka mellett azok forrásaira is szerettem volna utalni úgy, hogy azok közül nem ragadtam ki konkrét tételeket. Szerettem volna ugyanis elkerülni az átvett (de érdemben külön fel nem használt) idézést, továbbá azt, hogy az irodalomjegyzék terjedelme aránytalanul nagy legyen (jelenleg 15 és fél oldal, 243 tételt tartalmazva).

Elfogadva Opponensem stilisztikai megjegyzését, a jövőben kerülni fogom ennek használatát, helyette „és hivatkozásai” formát helyezem előtérbe. Mindazonáltal szeretném megjegyezni, hogy nem példa nélküli az „irodalom” kifejezés többes számú használata, bölcsészettudományi

körökben szintén előfordul, sőt, a források kezeléséről és a hivatkozásokról szóló segédletben is szerepel a „felhasznált irodalmakat” kifejezés (pl. SZTE BTK Neveléstudományi Intézetének szakdolgozói számára összeállított anyag: http://www.edu.u-szeged.hu/nt/hu/?q=hu/kepzesi_programok/bolognai/diak_munka_elvarasok/hivatkozas_szabalyzat)

Visszatérő pontatlanság a csak Császár (2005) egyetemi tankönyvére való hivatkozás olyan esetekben, amikor a tankönyvbe átvett megállapítások eredeti szerzőire (is) szükséges lett volna.

Köszönöm a megjegyzést. Értekezésemben törekedtem arra, hogy minden esetben hivatkozzak a megfelelő megállapítások szerzőire. Sajnos a bíráló nem részletezte, hogy mely esetben került el ez a figyelemet. Császár (2005) munkájára összesen 32 alkalommal hivatkoztam az MTA doktora értekezésem érdemi részében. Ezek közül a többség (25 alkalom) az első, bevezető fejezetben található, ahol a fogalmi meghatározások, nevezéktan, áttekintő ismertetés kapott helyet. További 7 alkalommal fordul elő a rétegtani korrelációs kérdéseknél hivatkozás erre a munkára. Annak ellenére, hogy ez egyetemi tankönyv, az idézett munka nem korlátozódik a más szerzőktől átvett megállapítások egyszerű közlésére. Az érintett kötet Császár Géza kritikai megjegyzéseivel tüzdelt, értelmezett szakmai álláspontját tükrözi, ezzel – véleményem szerint – jelentős önálló tudományos értéket hordoz. Az értekezésemben feltüntetett hivatkozásoknál ezekre a regionális földtani tárgyú többlet információkra szerettem volna utalni.

Császár, G. 2005: Magyarország és környezetének regionális földtana, I. Paleozoikum–paleogén, Egyetemi tankönyv, Budapest, 328 p.

A Tiszai-főegységet ismertető fejezetben nem szerencsés Kassai (1973) téves tektonikai elgondolásának részletes ismertetése – szembetűnő kritika nélkül.

Köszönöm a megjegyzést. Értekezésemben Kassai (1973) téves tektonikai elgondolásának részletes ismertetése a bevezető, problémafelvető 1.1. alfejezetben kapott helyet („A Tiszai-főegység (Tisia) fogalmi meghatározásai, határainak megadása a földtudományi szakirodalomban: nyitott kérdések, ellentmondások”). Az Opponensem által kifogásolt példa (Villány–Szalatkai mélytörés) a Szlavóniai–Drávai-terrénum szerkezeti hataraként több összefoglaló munkában változatlanul szerepelt (Szederkényi, 1998; Császár, 2005; Szederkényi et al., 2012), újraértelmezésére viszont nem találtam részletezést. Az ehhez kapcsolódó ismertetés (bekezdés) bevezető és záró megjegyzése – véleményem szerint – egyértelmű kritikát tartalmaz, ezért ezeket válaszómban szó szerint idézem az alábbiakban.

A kifogásolt részt megelőző mondat (11. oldal):

„Az átörökített – még geoszinklinális szemléletben született – szerkezeti határ kiváló példája a Szlavóniai–Drávai-terrénum lehatárolása, ami felhívja a figyelmet a reambuláció időszerűségére.”

A kifogásolt részt követő mondat (12. oldal):

„Mindazonáltal – tényleges szerkezeti földtani tartalmat mellőzve – napjainkban is szubterrénumok határát képezi anélkül, hogy korát (paleozoos?) és jellegét (vető?) bizonyították volna (pl. szeizmikus reflexiós szelvény értelmezése) egy olyan tektonikai környezetben, ami a paleozoikum óta több fázisban, legutóbb a miocén extenzió következtében biztosan felülíródott.”

Császár, G. 2005: Magyarország és környezetének regionális földtana, I. Paleozoikum–paleogén, Egyetemi tankönyv, Budapest, 328 p.

Kassai, M. 1973: A Villány-szalatkai paleozoos mélytörés, Geonómia és bányászat, Az MTA X. Osztályának Közleményei 6/1–4, 351–354.

- Szederkényi, T. 1998: A Dél-Dunántúl és az Alföld kristályos aljzatának rétegtana, In: Bérczi, I. & Jámbor, Á. (szerk.): Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana, MOL Rt. és MÁFI kiadványa, Budapest, 93–106.
- Szederkényi, T., Haas, J., Nagymarosy, A. & Hámor, G. 2012: Geology and history of evolution of Tisza Mega-Unit. In: Haas, J. (ed.): Geology of Hungary, Regional Geology Reviews, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 103–148.

Gyakran hiányát éreztem a felsorolt vagy hivatkozott adatok összehasonlító grafikus bemutatásának. Néhány esetben az adatok alacsony száma vagy bizonytalansága megkérdőjelezi a következtetések megalapozottságát.

Köszönöm a megjegyzést. Valószínű, hogy további összehasonlító ábrák segíthették volna a felsorolt vagy hivatkozott adatok szemléltetését, azonban értekezésem összeállításakor a szigorú terjedelmi korlátra is ügyelnem kellett, megtartva az egyes fejezetek közötti arányt. A benyújtott értekezés terjedelme 140 oldal (a címodallal és az irodalomjegyzékkel együtt), benne 69 ábrával, amelyek jelentős része egész oldalas.

A bírálat vonatkozó részében, a „bevezető megjegyzés”-ek között nem szerepelnek konkrétumok (mely részeknél lett volna indokolt további grafikus bemutatás; hol kérdőjelezhető meg a következtetés megalapozottsága), ezért válaszómban e helyen további pontosítást nincs módomban tenni. Opponensem bírálata alapján (*A mű újdonságai, érdemei* rész: „Általánosságban elmondható, hogy az értekezés megállapításai hiteles, megfelelően hivatkozott adatokra épülnek, amelyek alátámasztják a következtetéseket”) bízom abban, hogy ez a néhány eset érdemben nem befolyásolta eredményeim megítélését.

A dolgozat jelentős terjedelemben – nem kimondva – geokémiai sztratigráfiai vizsgálatokat és fejtegetéseket tartalmaz. Ezek alapja, hogy – idézem a Szerzőt –: „Munkahipotézisként abból indultam ki, hogy amennyiben a Tiszai-főegység a Bohémiai-masszívumhoz, illetve a Moldanubiai-zónához kapcsolódott a késő triászig, a felső karbon rétegsort és a kapcsolódó kristályos aljzati kőzeteket ért hatások, továbbá a késő variszkuszi és posztvariszkuszi nagyléptékű hidrotermális események párhuzamosíthatók.” (24. o.)

Abban, hogy a késő triászig nem történt jelentős változás a Tiszai-főegység európai kapcsolódásában, a különböző szerzők általában egyetértenek. Azonban a 81. o. 50. ábrájának térképén a Mecsek-Villányi terület helyzete lényegesen eltér a korábban megszokott ábrázolásoktól (Flügel, Haas & Péró, Szulc, Török, Dercourt et al.). Ha a Szerző térképvázlatán Alsó-Sziléziához és a Szentkereszt hegységhez viszonyítjuk a Tiszai-főegység helyzetét, akkor a korábbi rekonstrukciókkal összhangban van, de a Tiszai-főegység és a Morva–Sziléziai-zóna helycseréje a középső triászig nehezen képzelhető el. Márpedig a középső triász adatok (a Zuhányai Mészke cephalopodái, conodontái) szerint a Tiszai főegység már bizonyítottan nem tartozott a Germán–Sziléziai-medencéhez (valószínűleg előtte sem), hanem a Tethys peremén, a Bohémiai–Vindeliciai szárazulattól leginkább DK-re helyezkedett el. Így tehát az egység vagy nem a Bohémiai masszívumtól ÉK-re volt megtalálható, vagy pedig nem tartotta meg a szerkezeti egységet a környezetével a középső triászig sem. Utóbbi eset a geokémiai korrelációban okoz bizonytalanságot.

A geokémiai korreláció kellőképpen alátámasztott és indokolt alkalmazási lehetőségét mutatja be Szerző a Tésényi Homokkő esetében: „Rámutattam továbbá arra, hogy a Baksai Komplexum Ca-Al-szilikát kitöltésű érrendszere és a Tésényi Homokkő kvarc-szilikát-karbonát tömbös értípusa között genetikai kapcsolat áll fenn. Ez lehetővé tette, hogy a Tésényi Homokkő Formációt tágabb

(kristályos) környezetével együtt, mint paleohidrologiailag összefüggő terület (Ny-Tisia) hasonlítsam össze a regionális korrelációban.”

Köszönöm Bírálómnak ezt az összetett észrevételt, azonban érvelése során bizonyos megállapítások valószínűleg elkerülhették a figyelmét. Válaszomban – részmegállapításokra bontva – ezekre világítok rá.

(i) *Geokémiai sztratigráfiai vizsgálatok és fejtegetések kérdésköre („nem kimondva”):* értekezésem bevezető fejezetében (8. oldal) szerepelt, hogy az abban alkalmazott megközelítés kőzettani és geokémiai jellegű (litosztratigráfiai). Az ide vonatkozó részeket szó szerint idézem:

„Értekezésemben a paleozoikumi képződmények lokális és regionális korrelációjához kapcsolódó kutatási eredményeket mutatom be úgy, hogy a kiválasztott kőzetrétegtani egységeket (Szaltnaki Agyagpala, Tésényi Homokkő, Korpádi Homokkő és Gyűrűfüi Riolit Formációk) érintő eddigi megállapításokat szintézisszerűen foglalom össze,”

„A bemutatáskor arra törekedtem, hogy az értekezésben a saját kőzettani, geokémiai és korrelációs tevékenységem lenyomata uralkodjon.”

„Tekintettel arra, hogy tudományos munkásságom alapvetően a kőzetan–geokémia szakterületét fedi le, valamint a tanulmányozott képződmények korábbi korrelációja több esetben tényleges vagy részletes kőzettani (pl. ásványos összetételi és mikroszöveti) összehasonlítás nélkül történt, értekezésem fő logikai szálát a kőzettani összetétel és az átalakulási folyamatok bemutatása képezi.”

Munkám során a litosztratigráfiai gyakorlathoz kapcsolódó kőzettani korreláció elveit és módszereit követtem. A kőzetrétegtan elsődlegesen az elkülöníthető fizikai tulajdonságokat értékeli, amint az a Nemzetközi Rétegtani Bizottság útmutatójában szerepel (<https://stratigraphy.org/guide/litho>), vagy a hazai tudományos irodalomban (pl. Császár, 1998), továbbá a felsőoktatásban megjelenik (pl. Hartai, 2011, Geológia, e-tankönyv: https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/8559/MFFTT600120_10.pdf?sequence=10&isAllowed=y):

„Lithostratigraphic unit: A body of rocks that is defined and recognized on the basis of its lithologic properties or combination of lithologic properties and stratigraphic relations.

A lithostratigraphic unit may consist of sedimentary, or igneous, or metamorphic rocks. Lithostratigraphic units are defined and recognized by observable physical features and not by their inferred age, the time span they represent, inferred geologic history, or manner of formation. The geographic extent of a lithostratigraphic unit is controlled entirely by the continuity and extent of its diagnostic lithologic features.”

„Ha a tagolás és besorolás a kőzettestek ásvány-kőzettani és geokémiai jellegei alapján történik, litosztratigráfiai osztályozásról van szó. A litosztratigráfiai osztályozás alapegysége a formáció. A formáció egy olyan kőzettest (lehet magmás, üledékes vagy metamorf), amely környezetétől, más kőzettestektől kőzettani alapon elhatárolható.”

„A rétegtani korreláció célja, hogy különböző helyeken feltárt rétegtani egységek párhuzamosítását, azonosítását elvégezze, és lehetővé tegye a kőzetek korbesorolását. A korreláció megvalósítható kőzettani és őslénytani (paleontológiai) módszerekkel. A kőzettani korreláció a litológiai (kőzettani) sajátosságokat veszi figyelembe.”

A fentiek alapján munkámban a kőzettestek kőzettani jellemzőit tartam fel ásványtani, kőzettani és geokémiai módszerek segítségével, majd azok kőzettani korrelációját végeztem el lokális és regionális szinten. Az alkalmazott megközelítés ezért véleményem szerint harmonizál a litosztratigráfia definíciójával. Geokémiai sztratigráfiai, azaz kemosztratigráfiai megközelítést nem alkalmaztam, hiszen az adott képződmények összetétele, feltártsági és ismertségi foka véleményem szerint erre nem alkalmas. A kemosztratigráfiai módszerek alkalmazásának előfeltétele lenne, hogy az üledékes képződmények időben változó geokémiai sajátosságainak egyikét tanulmányozzuk (pl.

a Sr izotópjainak aránya; Garaguly et al., 2018; Kovács et al., 2018). Erre azonban a részben már metamorfizált, sziliciklasztos és döntő többségében kontinentális szilur–perm egységeknél nem volt lehetőségem.

(ii) *A felső karbon rétegsort és a kapcsolódó kristályos aljzati kőzeteket ért hatások kérdésköre (24. oldal):* értekezésem ide vonatkozó része nem geokémiai sztratigráfiai vizsgálatot takart, hanem a paleohidrológiai kapcsolat feltárását tűzte ki célul. Ezt a megközelítést nem alkalmaztam valamennyi tárgyalt szilur–perm egységre. Az Opponensem által idézett munkahipotézis az 1.3. alfejezetben (Célkitűzések) szerepelt, a felső karbon Tésenyi Homokkő Formáció kőzeteinek tanulmányozásához kapcsolódó részben (23–24. oldal). Az idézett részt megelőző és követő mondatok – véleményem szerint – egyértelműsítik a megközelítés célját, ezért ezeket válaszómban szó szerint idézem az alábbiakban.

„A regionális szintű összehasonlításban – a litológiai és fáciesviszonyok mellett – a paleohidrológiai kapcsolat feltárását céloztam meg a rokonsági viszonyok feltérképezésére. Munkahipotézisként abból indultam ki, hogy amennyiben a Tiszai-főegység a Bohémiai-masszívumhoz, illetve a Moldanubiai-zónához kapcsolódott a késő triászig, a felső karbon rétegsort és a kapcsolódó kristályos aljzati kőzeteket ért hatások, továbbá a késő variszkuszi és posztvariszkuszi nagyléptékű hidrotermális események párhuzamosíthatók. Az érköltésekre és átalakulási folyamatokra épülő paleohidrológiai ujjlenyomat így segítheti a regionális korrelációs kérdések tisztázását (Fintor & Varga, 2020).”

(iii) *A Mecsek–Villányi terület helyzetének kérdésköre (50. ábra, 81. oldal):* értekezésemben a kérdéses ábra nem késő karbon ösföldrajzi rekonstrukciót mutat, hanem a jelenkori Európának megfelelő térképábrán az európai variszcidákhoz hasonlítja a Ny-Tisia (Mecsek–Villányi terület) kőzettani korrelációs jellemzőit, kijelölve, hogy mely területekkel feltételezhető ösföldrajzi rokonság.

Az Opponensem által felsorolt szerzők („*Flügel, Haas & Péro, Szulc, Török, Dercourt et al.*”) alapvetően mezozoikumi rekonstrukciókat publikáltak (remélem, jól értelmeztem, hogy Opponensem mely munkákra gondolhatott). Amennyiben Haas & Péro (2004) munkáját vesszük alapul, az a Tiszai-főegység mezozoikumi fejlődéstörténetét rekonstruálja az ösföldrajzi térképeken a noritól kezdődően. Megjegyzendő, hogy a szerzők a prealpi fejlődéstörténet bemutatásakor alapvetően Szederkényi Tibor munkáira támaszkodtak, továbbá Kovács et al. (2000) tanulmányát hivatkozták. A Szlavóniai–Drávai-terrénum lehatárolása (Fig. 2) ezért itt sem tért el a korábban részletezett, Kassai (1973) tektonikai értelmezésére visszavezethető elgondolástól. Dercourt et al. (1986) munkája szintén mezozoikumi ösföldrajzi fejlődéstörténetet érint, de még fiatalabb időtávban (liásztól). Ezek, valamint az Opponensem által említett középső triász Zuhányai Mészkő rekonstrukciója a tethysi keretben nagyon fontosak a Tiszai-főegység helyzetének mezozoikumi rekonstrukciójakor, de nem szolgáltatnak közvetlen adatokat a paleozoikumi (karbon, szilur) kép feltárásához.

(iv) *Az alátámasztott és indokolt geokémiai korreláció kérdésköre:* köszönöm Opponensem elismerő megjegyzését a Tésenyi Homokkő és a Baksai Komplexum kristályos kőzeteit érintő paleohidrológiai kapcsolattal, mint korrelációs eszközzel kapcsolatban. A fentieknek megfelelően ezt a kőzettani korreláció részeként ismertettem (azon belül ásványtani, kőzettani és geokémiai módszerek alkalmazásával). Ezt a megközelítést értekezésemben a Tésenyi Homokkő vizsgálati eredményeinél alkalmaztam, a 24. oldalon felvázolt munkahipotézis kizárólag erre az összehasonlításra vonatkozott.

Császár, G. 1998: A rétegtan alapjai: a rétegtan és a rétegtani osztályozás, In: Bérczi, I. & Jámor, Á. (szerk.): Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana, MOL Rt. és MÁFI kiadványa, Budapest, 9–27.

- Dercourt, J., Zonenshain, L., P., Ricou, L.-E. et al. 1986: Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamirs since the Lias, *Tectonophysics* 123, 241–315.
- Fintor, K. & Varga, A. 2020: Paleofluid Fingerprint as an Independent Paleogeographic Correlation Tool: An Example from Pennsylvanian Sandstones and Neighboring Crystalline Rocks (Tisia Composite Terrane, S Hungary), *Geofluids* 2020, Paper: 3568986, 24 p.
- Garaguly, I., Varga, A., Raucsik, B., Schubert, F., Czuppon, Gy. & Frei, R. 2018: Pervasive early diagenetic dolomitization, subsequent hydrothermal alteration, and late stage hydrocarbon accumulation in a Middle Triassic carbonate sequence (Szeged Basin, SE Hungary), *Marine and Petroleum Geology* 98, 270–290.
- Haas, J. & Péro, Cs. 2004: Mesozoic evolution of the Tisza Mega-unit, *International Journal of Earth Sciences* 93/2, 297–313.
- Kovács, S., Haas, J., Császár, G., Szederkényi, T., Buda, Gy. & Nagymarosy, A. 2000: Tectonostratigraphic terranes in the pre-Neogene basement of the Hungarian part of the Pannonian area, *Acta Geologica Hungarica* 43/3, 224–328.
- Kovács, E. B., Kovács, Zs. & Pálffy, J. 2018: Stronciumizotóp-sztratiográfia és alkalmazásai, *Földtani Közlöny* 148/4, 381–400.

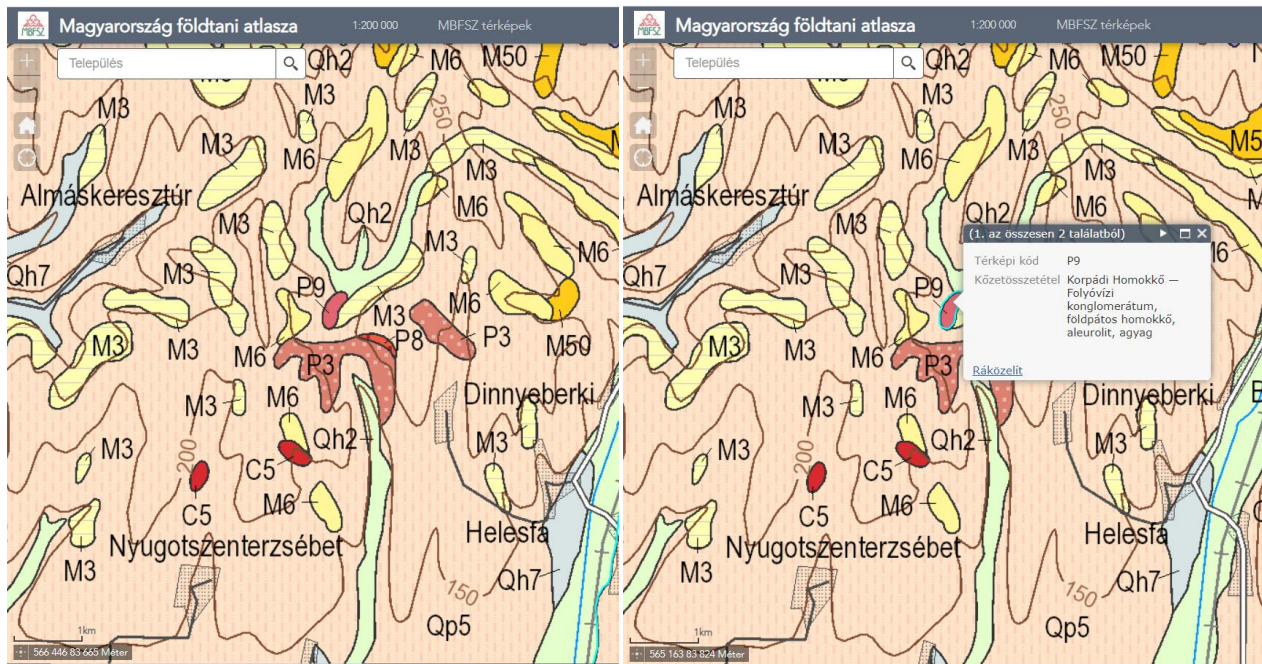
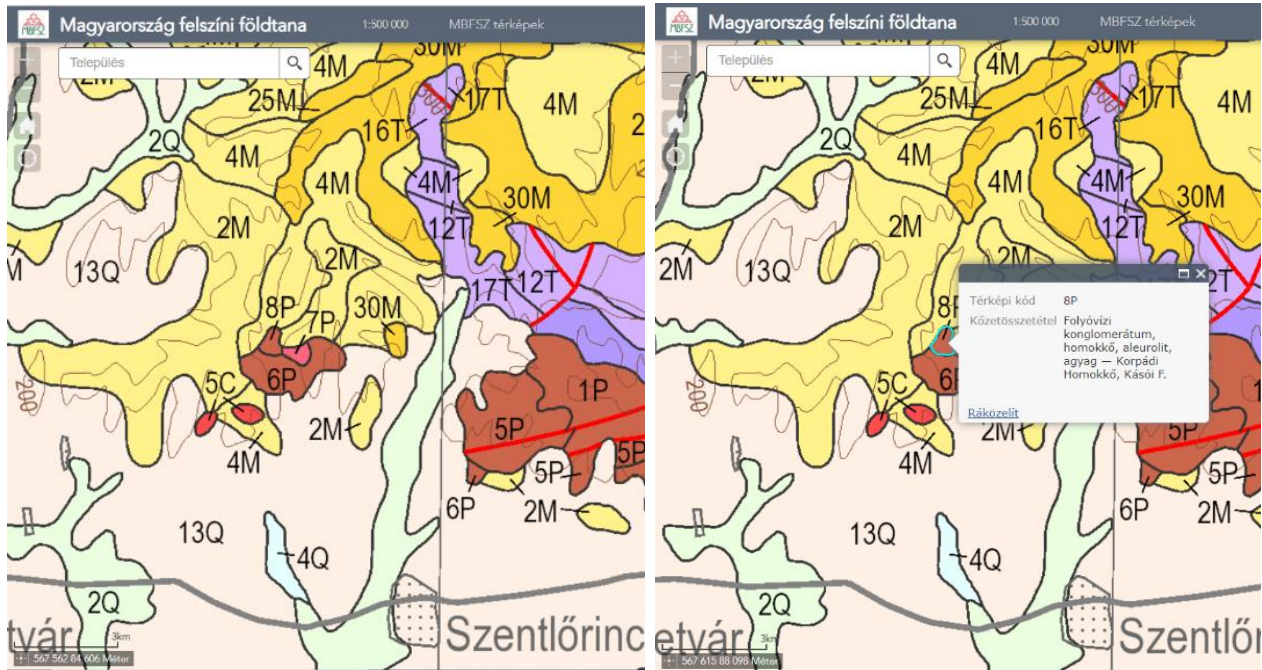
Részletes kritikai észrevételek

19. o. Szerző szerint a Korpádi Homokkő csak fúrásokból ismert. A 27. oldalon felszíni mintákat említ a formációból, később már csak kutatóaknából származó mintát. A földtani térképezési adatok szerint van felszíni feltárása a képződménynek.

Köszönöm az észrevételt, valószínűleg nem fogalmaztam kellő körültekintéssel az értekezésemben. A korábbi térképezési munkák, fúrési dokumentációk és a hozzáférhető publikációk szerint a Korpádi Homokkő Formáció csak fúrásokból ismert (pl. Fülöp, 1994; Barabás & Barabásné Stuhl, 1998). Kutatásaimhoz kapcsolódva több alkalommal terepbejárást végeztem a potenciális felszíni feltárás környezetében (2011–2012, Gyűrűfű, Dinnyeberki, Korpád térsége), de az adott képződmény felszíni kibukkanását nem találtam. Tapasztalatom szerint a Korpádi Homokkő Formációba sorolható kőzet kizárólag a Gyűrűfői Riolit Formáció felszíni előfordulása közelében található egykori – rossz állapotú – kutatóaknában látható, továbbá az onnan származó törmeléke borítja a régi erdészeti út közvetlen környékét. A felszínen begyűjtött minták eredendően a kutatóaknából származtak.

Köszönöm, hogy Opponensem felhívta a figyelmemet arra, hogy a térképezési adatok szerint van felszíni feltárása a képződménynek. Sajnos a bírálatban nem volt arra nézve utalás, hogy mely földtani térképezési adatok alapján lenne célszerű ezeket felkeresnem a jövőben. A nyilvánosan (és közvetlenül) hozzáférhető földtani térképek (Magyarország felszíni földtana, 1:500 000; Magyarország földtani atlasza, 1:200 000; MBFSZ térképek) ugyan szerepeltetik a Korpádi Homokkő Formációt, mint felszínen előforduló képződményt, de ennek nyomát a személyes bejárásakor sem a térképeken jelölt helyeken, sem azok környezetében nem találtam. Itt szeretném megjegyezni, hogy az adott képződménnyel kapcsolatban mindkét térkép jelmagyarázata pontosításra szorul. A közzétett megnevezések mindkettőn módosítandók („agyag” szerepel bennük, ami nyilvánvalóan téves), továbbá az előbbi térképen a 8P térképi kód magyarázójában a Korpádi Homokkő mellett megjelenik a Kásói Formáció név is, ami a Zempléni-egységre vonatkozó litosztratiográfiai megnevezés, tehát itt nyilvánvalóan hibás.

- Barabás, A. & Barabásné Stuhl, Á. 1998: A Mecsek és környéke perm képződményeinek rétegtana. In: Bérczi, I. & Jámbor, Á. (szerk.): Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana, MOL Rt. és MÁFI kiadvány, Budapest, 187–215.
- Fülöp, J. 1994: Magyarország geológiája, Paleozoikum II., Akadémiai Kiadó, Budapest, 447 p.



Az MBFSZ térképek kivágatai a Korpádi Homokkő Formáció feltüntetésével (fent: 8P, lent: P9)

20. o. „... a Nyugati-Mecsekben a Gyűrűfői Riolit és a fedőjében található Cserdi Formáció alsó részének kőzetei egyidősek, és genetikailag egységes kőzetegyüttest alkotnak. A korábban dokumentált litológiai különbségek az eltérő összesülési tartományoknak felelnek meg az ignimbitben, így az érvényben lévő kor- és rétegtani besorolás módosításra szorul.”

Ennek a kőzetnek a még részletesebb bemutatása indokolt lett volna. Milyen vastagságú ez a képződmény? Ha terepen/fúrómagban elkülöníthető a Cserdi Formáció ignimbit része, akkor az

nyilván a Gyűrűfői Formációhoz sorolandó, ha nem ismerhető fel, akkor hogyan kellene módosítani a litosztratigráfiai beosztást?

Köszönöm az észrevételt. Az idézett rész az MTA doktori értekezésem bevezető fejezetének 1.2. alfejezetéből származik (korábbi PhD értekezésem megállapítása, hivatkozással), ahol a paleozoikumi aljzati képződmények áttekintő litosztratigráfiai ismertetése szerepel. MTA doktori dolgozatomban a Gyűrűfői Riolit Formáció feképződménye (Korpádi Homokkő Formáció) felé történő átmenetet vizsgáltam, a fedőképződmény (Cserdi Formáció) vizsgálatát részletesen nem érintettem.

A PhD értekezésemben (Varga, 2009) a Cserdi Formáció kérdéses részével kapcsolatos (ásványtani, kőzettani és geokémiai módszerekkel megvalósított) vizsgálati eredmények a 73–89. oldalon kerültek bemutatásra (pl. a vulkáni eredetű kristály- és kőzettörmelékek aránya, átkristályosodott és agyagásványosodott–szericitesedett vulkáni üvegre utaló alapanyag megjelenése), azok diszkussziója a következtetések levonásával a 127–132. oldalon található. Az MTA doktori értekezésemben a PhD fokozat megszerzését követő tudományos eredményeim bemutatására törekedtem, ezért ezeket a részeket abban nem ismételt meg. Válaszomban a legfontosabb részeket a PhD értekezésemből (Varga, 2009) szó szerint idézem az alábbiakban.

Varga (2009), 73. oldal: „A D 9015 fúrás kőzetanyagából a Cserdi Formációt képviselő minták közül három, kőzetminta (15/28, 115,0 m; 15/31, 72,0 m; 15/32, 60,5 m) petrográfiai leírását végeztem el.” ... „A vizsgált minták egyértelműen vulkáni törmelékes kőzetek, azaz vulkanoklasztitok ($\geq 75\%$ vulkánianyag-tartalmú kőzet; Karátson 1998), nagy valószínűséggel átalakult (agyagásványosodott, hematitosodott), összesült piroklasztitok.”

Varga (2009), 76. oldal: „A Gyűrűfői Riolit közvetlen fedőjéből származó XV/10 minta (1911,7 m) kőzettani jellegzetességei lényegesen eltérnek a vizsgált szakasz fiatalabb Cserdi képződményeinél megfigyeltektől. Ebben a mintában a szemcsék többnyire érintkeznek, préselt jelleget adva a kőzetnek. A szemcsék közötti alapanyag teljesen átalakult, a szemcsék felületét – arra merőleges orientációban – szericit borítja be, a fennmaradó teret kloritkristályok töltik ki, illetve az üreg központi részén kvarc, földpát, gyakran tús rutilkristály-csoport, vagy szabálytalan alakú rutilszemcsékből álló halmaz, valamint cirkon figyelhető meg (40. ábra). Ezek a bélyegek átalakult (illitesedett, kloritosodott) és átkristályosodott vulkáni üvegre utalnak”.

Varga (2009), 127. oldal: „A PhD kutatásom keretein belül vizsgált, a Cserdi Formáció törmelékes rétegsorát képviselő kőzetek közül mind kőzettani, mind geokémiai szempontból kiemelhető a XIII/7, a XIII/11, a 15/28, a 15/31, a 15/32 és a XV/10 minta. Ezek a minták az adott területen a Cserdi Formáció alsó szakaszából (a Gyűrűfői Riolit közvetlen fedőjéből) származnak, összetételük azonban nem áthalmazott üledékes, hanem vulkanoszediment jellegű (piroklaszt eredetű), képződmények összetételének felel meg. A kérdéses minták kémiai összetételét a XV. szerkezeti fúrásból származó Gyűrűfői Riolit minták teljes kémiai összetételével (Jakab 2005; ICP MS és ICP AES adatok, ACME Analytical Laboratories Ltd. Vancouver, Kanada) összehasonlítva – a részben eltérő kémiai elemzési módszer ellenére – nagyfokú hasonlóságot tapasztalunk, ami a petrográfiai megfigyelésekkel összhangban megerősíti a Cserdi minták vulkanoszediment jellegét (70. ábra).”

Varga (2009), 130. oldal: „Fülöp (1994) szerint a Cserdi Formáció üledékképződése a kissé kivörösödött riolitláva felületén, a hajdani domborzattól függően, reziduális murvával, zagyfáciesű üledékkel vagy konglomerátummal kezdődik, ezek törmelékanyaga gyakorlatilag 100%-osan vulkáni eredetű. Megállapítja továbbá, hogy a legnagyobb kavicsokból álló konglomerátumot nem közvetlenül a riolit felett, hanem mintegy 15–20 m-rel feljebb találták.”

Véleményem szerint gondos terepi vulkanológiai és kőzettani módszerekkel (a litológia szakszerű meghatározásával), megfelelő feltártsági viszonyok mellett a kérdéses két képződmény elkülöníthető (pl. az elsődleges vulkáni anyag és az üledékes hozzákeveredés aránya alapján),

hiszen ebben az esetben egy jól definiált összetételű piroklasztit (horzsakő- és hamuár üledéke) és egy döntően polimikt konglomerátumból álló sziliciklasztos képződményt szükséges megkülönböztetni. Mindkét kifejlődés olyan karakterisztikus és definitív közettani bélyegekkel rendelkezik, ami elégséges az azonosításhoz. Ehhez viszont szükséges az is, hogy a Gyűrűfői Riolit Formáció kőzeteit megbízhatóan dokumentálják. Korábban a látszólagos szöveti bélyegek alapján folyásos megjelenésű lávaközetnek írták le a képződményt (változó mértékben összesült ignimbrít helyett; pl. Jámbor, 1964), annak ellenére, hogy Pantó (in Boczán et al., 1966; Jámbor szóbeli közlés, 2009) már a Gyűrűfői Riolit első vizsgálatakor felvetette az ignimbrít eredetét (Szemerédi et al., 2016). A nem megfelelő közettani besorolás miatt ezért később fel sem merült az eltérő összesülési tartományok elkülönítésének az igénye. Sajnos a közettani újravizsgálat lektorált, referált szakcikkekben publikált eredményeinek (pl. Hidasi et al., 2015; Szemerédi et al., 2016) ellenére még napjainkban is a meghaladott besorolás szerepel bizonyos aktuális földtani térképezési munkáknál (pl. BAF kutatás: Istovics et al., 2018). Tovább nehezíti a rétegsorok pontosítását, hogy a korábbi mélyfúrások meghatározó szakasza (a fúrásdokumentációkor megvont Gyűrűfői/Cserdi határ maganyaga) rendre „elveszett”, mint amire az értekezésemben bemutatott 60. ábra is utal. Ez erősen korlátozza a kérdéses képződmény érdemi újravizsgálatát.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a gyűrűfő-dinnyeberki kvarcporfir a lepusztulási terület peremén, az ortofirit területtől eltérő helyen feltört vulkán egyszeri felszíni láva folyásából származik. Ez a lávafolyás a lejtési viszonyoknak megfelelően az üledékgyűjtőbe is eljutott.

A „Kvarcporfir lávaár” értelmezése Jámbor (1964) klasszikus munkájában (69. oldal)

A Cserdi Formáció alsó részének eltérő litológiai jellegét már Jámbor (1964) is dokumentálta, aki Tözsér O. álláspontját ismertette (és igazoltnak vélte). Már ekkor leírták, hogy a „kvarcporfir feletti durvatörmelékes öszlet” eltérő kifejlődésű a „kvarcporfir” közvetlen fedőjében (Gyűrűfői és Dinnyeberki környezete), mint a névadó Cserdi környéki előfordulásokban. A szemcseméret eloszlását figyelembe véve a karakterisztikus durvaszemcsés konglomerátum (~20–40 cm kavicsátmérővel) 15–20 m-rel a „kvarcporfir” felett található. Tekintettel arra, hogy egy horzsakő- és hamuár üledékben a belső felépítés nem vastagságtartó, továbbá a kérdéses permii képződmény hiányos dokumentáltsága nem teszi lehetővé a pontos rekonstrukciót, a Cserdi Formáció ignimbrít részének vastagságát csak becsülni lehet. Jámbor (1964) leírása alapján véleményem szerint ez maximálisan 15–20 m-re tehető.

Boczán, B., Franyó, F., Frits, J., Láng, S., Moldvay, L., Pantó, G., Rónai, A. & Stefanovits, P. 1966: M-34-XXXIV.

Sátoraljaújhely. Magyarazó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához, MÁFI, Budapest, 132 p.

Fülöp, J. 1994: Magyarország geológiája, Paleozoikum II., Akadémiai Kiadó, Budapest, 447 p.

Hidasi, T., Varga, A. & Pál-Molnár, E. 2015: A Gyűrűfői Riolit kőzetmintáinak vizsgálata a Mecseki Ércbányászati Vállalat „Vulkanitok, etalon kollektív” csiszolatgyűjteményének felhasználásával: nyugat-mecseki preparátumok, Földtani Közlöny 145/1, 3–22.

Istovics, K., Hámos, G., Horváth, J., Sámson, M. & Benő, D. 2018: Rétegsorok, formációk a BAF-1, -1A, -1Af fúrási szelvényben, a BAF-2 és XV. szerkezetkutató fúrásokban, In: Hámos, G. & Sámson, M. (szerk.): Bodai Agyagkő Formáció kutatás, szakmai előadói nap kiadványa, Pécs (2018. november 14.), 67–73.

Jámbor, Á. 1964: A Mecsek hegység alsóperm képződményei. Kéziratoss jelentés, MÁFI Adattár, Budapest, 113 p.

Karátson, D. 1998: Vulkanológia I. Egyetemi jegyzet, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 237 p.

- Szemerédi, M., Varga, A., Lukács, R. & Pál-Molnár, E. 2016: A Gyűrűfüi Riolit Formáció kőzettani vizsgálata a felszíni előfordulások alapján (Nyugati-Mecsek), Földtani Közlöny 146/4, 335–354.
- Varga, A. 2009: A dél-dunántúli paleozoos–alsó-triász sziliciklasztos kőzetek kőzettani és geokémiai vizsgálatának eredményei, PhD értekezés, ELTE Kőzettan–Geokémiai Tanszék, Budapest, 150 p.

24. o. A karbon rétegsort hordozó terület ősföldrajzi helyzetét Tari (2015) és Pozsgai et al. (2017) modellje – véleményem szerint – nem kérdőjelezi meg alapvetően. A Tari által felvetett probléma megoldódik akkor is, ha a Tiszai-főegységet nem nyugatra, hanem keletebbre toljuk, ahogyan azt Szulc (2000) is tette; Pozsgaiék eredménye a DK-i helyzetet sem zárja ki. Így a fluidummigrációs események vizsgálatára felállított munkahipotézist ez nem kérdőjelezi meg.

MTA doktori értekezésemben a kérdéses rész a Tésenyi Homokkő Formáció ősföldrajzi kapcsolatának áttekintésekor szerepelt. Korábbi munkámban (Varga et al., 2003) kőzettani összehasonlítás eredményeként szerzőtársaimmal együtt megállapítottam, hogy a Tésenyi Homokkő és a Krakkói Homokkő Formáció nagyon hasonló összetételű, továbbá a dél-dunántúli karbon konglomerátumból szeparált vulkanitkavicsok az Intra-Szudéta-medence mészkálai vulkanitjaihoz hasonló geokémiai karakterűek. Tari (2015) felvetette, hogy a késő triász megelőzően az Európai-lemez déli peremén belül a Tiszai-főegység eredeti ősföldrajzi helyzetének a Cseh (Bohémiai)-masszívum déli csücskétől nyugatra, azaz a sziléziai rokonságtól eltérő helyzetben kellett lennie. Ezt a hipotézist erősítette meg Pozsgai et al. (2017) tanulmánya, akik konklúziója szerint a Tiszai-főegység a Cseh-masszívum déli és/vagy délnyugati részéhez kapcsolódhatott („Our results do not support that the original location for the Tisza Megaunit was east of the Bohemian Massif. In contrast, they suggest a connection to the Southern/Southwestern Bohemian Massif.”).

Véleményem szerint a karbon rétegsor korrelációja szempontjából lényegi kérdés, hogy az egykori üledékgyűjtő medence a Cseh-masszívumtól keletre vagy délnyugatra (esetleg délre) helyezkedett el. Elképzelhető, hogy a „Tari által felvetett probléma megoldódik akkor is, ha a Tiszai-főegységet nem nyugatra, hanem keletebbre toljuk”, ahogy azt Opponensem megjegyezte. A paleozoikumi képződményekre ezt viszont eddig semmilyen korrelációs munka nem igazolta, hiszen Szulc (2000) cikkében középső triász fejlődéstörténetet taglalt. A karbon ősföldrajzi kép pontosítása és a kőzettani korreláció érdekében végeztem el az értekezésemben bemutatott összehasonlítást (kitérve a potenciális délnyugati, déli területekre is), aminek része volt a paleohidrológiai és a fluidumevolúciós kapcsolat feltárása. Az általam alkalmazott megközelítés alapja az, hogy a következtetések levonása szempontjából a tudományos igényű összehasonlító kutatás relevánsabb eredménnyel járhat, mintha csupán a középső triász rekonstrukciót elfogadva „keletebbre toltam volna” a Tiszai-főegységet.

- Pozsgai, E., Józsa, S., Dunkl, I., Sebe, K., Thamó-Bozsó, E., Sajó, I., Dezső, J. & von Eynatten, H. 2017: Provenance of the Upper Triassic siliciclastics of the Mecsek Mountains and Villány Hills (Pannonian Basin, Hungary): constraints to the Early Mesozoic paleogeography of the Tisza Megaunit, International Journal of Earth Sciences 106/6, 2005–2024.
- Szulc, J. 2000: Middle Triassic evolution of the northern Peri-Tethys area as influenced by early opening of the Tethys ocean, Annales Societatis Geologorum Poloniae 70, 1–48.
- Tari, G. 2015: The palinspastic position of Tisia (Tisza) in the Alpine realm: a view from the outside of the Pannonian Basin, In: Dályay, V. & Sámson, M. (szerk.): Tisia Konferencia, Molnár Nyomda és Kiadó, Pécs, 29–32.
- Varga, A., Szakmány, Gy., Máthé, Z. & Józsa, S. 2003: Petrology and geochemistry of Upper Carboniferous siliciclastic rocks (Téseny Sandstone Formation) from the Slavonian-Drava Unit (Tisza Megaunit, S Hungary) — summarised results, Acta Geologica Hungarica 46, 95–113.

50. o. A Szalatnaki-egység és a Horváthertelendi-egység összehasonlításában a törmelékanyag azonosságai dominálnak, ennek ellenére a végső megállapítás az, hogy „a közettani összetétel tükrében kijelenthető, hogy a két terület törmelékanyaga – a nyilvánvaló párhuzamok mellett (pl. a plagioklászban gazdag, neutrális vulkanitok törmelékének uralkodó jellege) – lényegesen eltérő, tehát a két egység paleozoos metaüledékes képződményei közvetlenül nem feleltethetők meg egymásnak (Mészáros, 2015; Kiss, 2017; Mészáros et al., 2017, 2019; továbbá saját megfigyelések).”

Részletesebb adatsorral, grafikus összehasonlítással kellene alátámasztani az állítást, mindamelllett, hogy hivatkozások szerepelnek a témakört tárgyaló publikációkra. A közölt adatok alapján akár egy fáciesterület kissé eltérő kifejlődéseiként is lehet értelmezni a képződményeket.

A Szalatnaki Agyagpala Formáció két kifejlődési területének jellemzésekor mind a Szalatnaki-, mind a Horváthertelendi-egység rétegsorában megvizsgáltam a forrásterületre utaló törmelékes szemcséket. Értekezésem vonatkozó részeit az alábbiakban idézem:

Horváthertelendi-egység: „Kemizmus alapján a vulkanitokon belül egyértelműen az intermedier vulkanitok uralkodnak (68,2%; szövet: porfíros mikroholokristályos, trachitos), a savanyú (2,9%; szövet: szferolitos, porfíros mikroholokristályos/felzites) és a bázikus (1,2%; szövet: átalakult interszertális) változatok aránya nem jelentős.” (34. oldal)

„A Hh–1 fúrásból vizsgált homokkövek vázalkotó szemcséi, továbbá a kavicsok minőségi és mennyiségi összetétele alapján a forrásterületen egyértelműen a plagioklászban gazdag neutrális–savanyú (szub)vulkáni kőzetváltozatok domináltak, amelyekhez idősebb törmelékes és – alárendelten – karbonátos kőzetek társultak.” (50. oldal)

Szalatnaki-egység: „Kemizmus alapján a (meta)vulkanitokon belül egyértelműen az intermedier változatok uralkodnak (szövet: porfíros mikroholokristályos, trachitos, pilotaxitos), kisebb arányt képviselnek a bázisos vulkáni és szubvulkáni kőzetváltozatok (szövet: porfíros interszertális, mandulaköves, szubofitos). A savanyú (szub)vulkanitok (dácitos jelleggel) megjelenése bizonytalan, mennyiségük egyértelműen alárendelt.” (44. oldal)

„A Szalatnaki-egység reprezentatív fúrásaiból vizsgált homokkövek vázalkotó szemcséi, továbbá a kavicsok minőségi összetétele alapján a kapcsolódó forrásterületen plagioklászban gazdag neutrális–bázisos (szub)vulkáni kőzetváltozatok uralkodtak, amelyekhez kisebb arányban üledékes kőzetek társultak.” (50. oldal)

Opponensemnek valószínűleg elkerülte a figyelmét, hogy a két kifejlődési terület törmelékösszetételében megfigyelt hasonlóságok (intermedier vulkanitok gyakorisága, üledékes kőzettörmelékek jelenléte) mellett lényeges különbség is van: amíg a Horváthertelendi-egységben a savanyú kemizmusú vulkáni és szubvulkáni kőzetváltozatok is jellemzőek a bázikus változatok alárendelt szerepe mellett, addig a Szalatnaki-egységben a bázisos vulkáni és szubvulkáni kőzetváltozatok a jellemzőek, a savanyú vulkanitok előfordulása viszont egyértelműen alárendelt.

Értekezésemben utaltam arra, hogy a teljes minták (fúrómagok) hiányában a Szalatnak–3 fúrás rétegsorának pontos kőzetösszetétele, a forrásterület közettani összetételére utaló mennyiségi leírása nem adható meg. A csupán minőségi jellemzők nem teszik lehetővé, hogy azokból részletesebb adatsort, grafikus összehasonlítást készítsünk. Véleményem szerint ez könnyen túlértelmezéshez vezethet. A megfigyelt párhuzamok alapján a két területet nem különítettem el egymástól, tézisszerűen (1. tézis utolsó bekezdése) is hangsúlyoztam, hogy azok elkülönítését – a jelenlegi ismertségi szinten – még tagozatként sem tartom indokoltak. Ez szerintem összhangban van Opponensem azon véleményével, hogy „egy fáciesterület kissé eltérő kifejlődéseiként is lehet értelmezni a képződményeket”.

52. o. „Az üledékes összlet metamorf átkristályosodását és képlékeny deformációját követően fellépő fluidummigrációs folyamatok közül az adulártartalmú kvarc-szilikát-karbonát kitöltésű erek mindkét egységben jellemzőek, ezért korrelációs szempontból paleohidrologiai kapcsolat jelzésére alkalmasak lehetnek.” Ezek koráról tudunk többet annál, hogy követik a képlékeny deformációt? Közvetlenül követik?

Köszönöm Opponensem kérdését. Sajnos az adulártartalmú kvarc-szilikát-karbonát kitöltésű erek koráról jelenleg nincs pontos információ. Közvetett módon becsülhető a koruk, amennyiben az érpetrográfiailag hasonló jellegű, a Tésenyi Homokkő Formációban kimutatott kvarc-szilikát-karbonát kitöltésű erekkel rokonítjuk azokat. Az értekezésemben részletezett korreláció alapján ezek a második (késő variszkuszi: kora–középső permi; ~275–260 millió év) mineralizációs eseménnyel hozhatók összefüggésbe (80. és 83. oldal).

58. o. *A Bohémiai-masszívum szilúr képződményeinek és a Szalatnaki Agyagpalának a korrelációs lehetőségét vizsgálva írja a Szerző: „Nyilvánvaló, hogy a Szalatnaki Agyagpala Formáció karbonátközeteket nem tartalmazó, ősmaradványokban szegény kifejlődése, továbbá ősmaradványmentes, polimikt, uralkodóan sziliciklasztos metahomokkővet és metakonglomerátumot tartalmazó rétegsora nem párhuzamosítható ezekkel a disztális képződményekkel (Mészáros et al., 2019).”*

Mit értünk párhuzamosítás alatt? Ha kőzetazonosságot, akkor elfogadható, de ha izokron, összefüggő képződési területet – és ez lenne a kívánatos –, akkor ezek lehetnek „párhuzamosítható” heteropikus kifejlődések. Ugyanez a probléma a Tésenyi Homokkő és Radlovaci Komplexum összehasonlításában is. Ilyen szempontból kiválóan értékelt/értelmezett a Szalatnaki és a Malopolskai egység kapcsolata.

Köszönöm az észrevételt, továbbá azt, hogy Opponensem felhívta a figyelmemet a kérdés más oldalról történő lehetséges megközelítésére. Válaszomban először azokat az általános szempontokat mutatom be, amelyek az értekezésemben ismertetett megközelítés alkalmazására vezettek.

Ahogy értekezésem bevezetőjében, továbbá Opponensem bírálatára válaszolva a bevezető megjegyzéseknél részleteztem, munkámban litosztratigráfiai alapú, azaz – a rétegtani korreláción belül – kőzettani korrelációt végeztem. Ennek során a kőzettestek kőzettani jellemzőit tártam fel ásványtani, kőzettani és geokémiai módszerek segítségével, majd azokat hasonlítottam össze lokális és regionális szinten. A kőzettani korrelációkor nem teljes kőzetazonosságot várunk el, hanem hasonló képződési környezetben kialakult, hasonló összetételű és fejlődési történetű asszociációkat. Természetesen ez az összehasonlítás az ismert, vagy feltételezett kornak megfelelően történt, tehát azonos korúnak vélt kifejlődéseket vettem össze. A litosztratigráfiai besorolást segíti (de annak nem szükséges és elégséges feltétele) a rétegtani helyzet (pl. kor) ismerete, ezért nem értek egyet azzal, hogy az izokron összefüggő képződési terület vizsgálata a kívánatos, kőzetazonosság nélkül.

Az összefüggő képződési területen (üledékképződési környezetben) belül a karakterisztikus bélyegekké rendelkező kőzettesteket tekintetem fácieseknek (litofácieseknek), azok kapcsolatának vizsgálatakor (pl. az üledékgyűjtőn belül, azaz lokális léptékben) az oldalirányban egymással összefogazódó kőzettesteket tekintetem heteropikusnak, ahogy azt a releváns szedimentológiai munkák (pl. Reading, 1985; Tucker, 1991 és hivatkozásai) definiálták.

Rátérve a felvetett problémákra, felmerül a kérdés, hogy milyen szempontok szerint definiálható az izokron összefüggő képződési terület regionális léptékben? Ha a szilur példánál

maradunk, Opponensem felvetése szerint a Szalatkai Agyagpala Formáció rétegsora heteropikus fáciesű (és így rokonítható) lehet a Bohémiai-masszívum hasonló korú szilur rétegsoraival, függetlenül attól, hogy azokat milyen kőzetek alkotják. Ebben az esetben egy ösföldrajzi korrelációban hova helyezzük el a Szalatkai Agyagpala Formáció képződési területét? Hogyan pontosítható az ösföldrajzi kép? Azonos korú képződmények lehetnek ugyan, de azon túl, hogy a közép-európai szilur üledékes kifejlődésekhez tartoznak, sem szerkezeti kapcsolat nem adható meg közöttük, sem a litológiai sajátosságok nem mutatnak semmilyen egyezést.

Értekezésem vonatkozó alfejezetében részleteztem, hogy Verniers et al. (2008) a szilur üledékképződés jellegének általános jellemzésekor vezették be a proximális és a disztális típusú kifejlődéseket, mint területileg elkülönülő, ezáltal a korreláció során eredményesen használható bélyegeket. A legnagyobb kiterjedésű és legrészletesebben tanulmányozott területek – Perigondwana és Északi-Gondwana – bemutatása alapján durvaszemcsés sziliciklasztos terrigén üledékek kizárólag a proximális típusba sorolt területeken, azaz az észak-afrikai szárazulat közelében (ez a típus Közép-Európában nem jelenik meg), illetve a Baltika-terrénumhoz (a szilur üledékképződés szempontjából önálló paleokontinens) tartozó területeken (pl. Małopolska-masszívum, Szentkereszt-hegység, Lengyelország) figyelhetők meg. A disztális típusú kifejlődésekben általános jellemző a terrigén beszállítás hiánya vagy alárendelt szerepe. A többnyire kis vastagságú (helyenként <50 m) szilur rétegsort csupán fekete pala vagy medencefáciesű mészkő és meszes agyagkő váltakozása építi fel. A Cseh (Bohémiai)-masszívumban számos területen (pl. Prágai-medence) előforduló, ősmaradványokban gazdag szilur képződmények az Északi-Gondwana és Perigondwana disztális kifejlődését képviselik (értekezésemben az 57. oldalon tárgyalom ezt). Ennek megfelelően, bár izokron képződmények lehetnek, a Cseh-masszívum szilur képződményei regionálisan eltérő területnek (Északi-Gondwana és Perigondwana), más paleokontinensnek felelnek meg, míg a Szalatkai Agyagpala Formáció a baltikai eredetű durvatörmelékes kifejlődést képviseli (korban nem, de térben és litológiailag elkülönülnek). A regionális léptékű térbeli elkülönülés (más paleokontinenshez kapcsolódó üledékképződésről van szó) véleményem szerint egyértelműen kizárja azt, hogy a Prágai-medence (Cseh-masszívum) és a Szalatkai Agyagpala Formáció szilur kőzeteinek egykori üledékei azonos üledékgyűjtő medencében, egymással oldalirányban összefogazódva, azaz heteropikus fácieseket képviselve halmozódtak volna fel. A korban és térben is rokonítható Małopolska-masszívum szilur kifejlődéseivel litológiai hasonlóságot (nem kőzetazonosságot) is felfedeztem, ami a korreláció alapja volt. Ezt Opponensem kiválóan értékelt/értelmezett résznek tekintette, amit nagyon köszönök.

A Tésenyi Homokkő és a Radlovaci Komplexum összehasonlítására vonatkozó válaszra a későbbiekben térek ki, mert ahhoz kapcsolódóan Opponensem egy külön megjegyzést is megfogalmazott.

Reading, H. G. 1985: Sedimentary Environments and Facies, Blackwell Scientific Publications, Oxford, Second Edition, 615 p.

Tucker, M. E. 1991: Sedimentary Petrology, An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks, Blackwell Science, Second edition, 260 p.

Verniers, J., Maletz, J., Kříž, J., Žigaitė, Ž., Paris, F., Schönlaub, H. P. & Wrona, R. 2008: Silurian, In: McCann, T. (ed.): The Geology of Central Europe: Precambrian and Palaeozoic, Geological Society of London, 249–302.

65-66. o. A felsorolt adatokat is grafikus ábrázolással lehetne érthetőbbé és értelmezhetőbbé tenni.

Köszönöm az észrevételt, a grafikus ábrázolás valóban segítette volna az adatok értelmezhetőségét. Ez részben terjedelmi okokból maradt ki az értekezésemből, részben azért, mert a kapcsolódó

mérések szerzőtársam munkája révén valósultak meg (Fintor & Varga, 2020), ezért az adatok bővebb tárgyalását nem szerettem volna beépíteni a dolgozatomba.

Fintor, K. & Varga, A. 2020: Paleofluid Fingerprint as an Independent Paleogeographic Correlation Tool: An Example from Pennsylvanian Sandstones and Neighboring Crystalline Rocks (Tisia Composite Terrane, S Hungary), *Geofluids* 2020, Paper: 3568986, 24 p.

67-69. o. A Tésenyi Homokkőről és a Radlovaci Komplexumról közölt kőzetösszetételi adatok (amelyeknek grafikus bemutatása szintén kívánatos lett volna), hasonlóságot mutatnak. A különbségek visszavezethetők akár heteropikus kifejlődésbeli eltérésekre. A két kifejlődési terület – vékonycsiszolat-vizsgálatok alapján – kiemelt eltérései az utólagos metamorf elváltozásokra vonatkoznak, ami kevéssé cáfolja az esetleges eredeti kifejlődésbeli kapcsolatot. Szerző a geokémiai rokonságot is eltérőnek látja, ezt diagramokon szemlélteti. A 46. ábra értelmezése, – amely szerint „a két képződmény geokémiaileg elkülönül” –, nem meggyőző. A háromszögdiagramokról annyi szűrhető le biztosan, hogy egyik területnek sincs köze az óceáni szigetívekhez, de mindkettőnek van affinitása az egyéb lemeztektonikai szituációkhoz, mindkettőnek leginkább a kontinentális szigetívekhez és a passzív peremekhez, kisebbrészt az aktív peremekhez. A végkövetkeztetésből, amely szerint „Az egykori üledékgyűjtő medencék térben és/vagy időben elkülönültek egymástól (Fintor & Varga, 2020), továbbá eltérő fejlődési utat jártak be a jelenleg megfigyelhető bélyegeg kialakulásáig”, csak az utóbbi megállapítás, az eltérő fejlődési út látszik bizonyítottnak.

Köszönöm Opponensem megjegyzését, de úgy vélem, részben a földtani háttérrel kapcsolatos bizonyos megállapítások, részben a közölt kőzetösszetételi adatok egy része elkerülte a figyelmemet. A felvetett probléma megvilágításához ezeket emelem ki.

A Tésenyi Homokkő (felső karbon) és a Radlovaci Komplexum (karbon összetet is tartalmazó, bizonytalanul felső devon–alsó perm) összehasonlításakor megbízható és pontos korbesorolás nem áll rendelkezésre, a két kifejlődési terület térben és litológiaiailag is elkülönül, ezért nem tartottam kiterjeszhetőnek a dél-dunántúli kifejlődés jellegét a korrelációban. Ezt a megállapítást arra alapoztam, hogy a szlavóniai szigethegységből (Papuk, Radlovaci Komplexum) ismert nagyon kisfokú és kisfokú metamorfitek alapvetően sekélytengeri eredetű protolitből keletkeztek, azaz tengeri üledékgyűjtőben rakódtak le, továbbá szervesen kapcsolódnak az idősebbnek vélt metaüledékes rétegsorhoz (Jerinić et al., 1994; Biševac et al., 2013). Értekezésemben ezeket a földtani háttérrel kapcsolatos információkat a 67. oldalon közöltem. Ettől eltérően a Tésenyi Homokkő kontinentális karbon kifejlődésként értelmezett összlete valószínűleg közvetlenül települ a kristályos aljzatra (pl. Fülöp, 1994; Jámbor, 1998), annak rétegtani kapcsolata sem idősebb, sem tengeri üledékgyűjtőben lerakódott képződménnyel nem bizonyított. Császár (2005) azt is felvetette, hogy a Szlavóniai–Drávai-terrénumon belül önálló Szlavóniai-szubterrénumot kellene elkülöníteni (jelenleg nincs ilyen), mert a földtani felépítés alapjaiban eltér a Baksai- vagy a Babócsai-szubterrénumétól. A Tésenyi Homokkő Formáció részletes kőzetösszetételi vizsgálatát PhD (és az azt megelőző) kutatásom keretein belül végeztem, ezért az ahhoz kapcsolódó, az összetételi adatokat grafikusán is részletesen tárgyaló leírások (pl. Varga et al., 2001, 2003, 2007) nem kerültek bele MTA doktori értekezésembe. Terjedelmi okokból ez utóbbi csak a legfontosabb megállapításokat tartalmazta, amit a Tésenyi Homokkővel kapcsolatos alfejezet bevezetőjében szintén jeleztem (61. oldal, első bekezdés). Tekintettel arra, hogy a Radlovaci Komplexum karbonként elkülönített szakasza elsősorban finomtörmelékes metaüledékes kőzetekből áll, a két

képződmény összetételének grafikus bemutatása a szemcseméretből adódó különbségek miatt megbízhatóan nem valósítható meg.

Az érintett két képződmény litológiai jellegeinek különbségét a 67–71. oldalakon tárgyaltam. Ezek közül a következőket emelem ki: a Tésenyi Homokkő Formáció nagy vastagságú rétegsora agyagkő, aleurolit, homokkő és konglomerátum váltakozásából épül fel, a Radlovaci Komplexum kis kiterjedésű, karbon besorolású kifejlődése finomszemcsés agyagpalából és metahomokkőből áll. A Tésenyi Homokkő Formáció kőszénzinórokat, kőszenes (és növénymaradványos) agyagkő betelepüléseket tartalmaz, míg a Radlovaci Komplexum teljes rétegsora szerves szenet nem, vagy csak alárendelt mennyiségben tartalmaz. A Tésenyi Homokkő Formáció homokkő és konglomerátum betelepülései polimikt összetételűek, a szemcsék változatos forrásközetekből származnak, míg a Radlovaci Komplexum karbon besorolású metahomokkővei (metakonglomerátum nem ismert az adott szakaszban) dominánsan felzikus magmás kőzetekből származhatnak. Mindkét képződmény törmelékanyaga uralkodóan felzikus átlagos összetételt mutat (ami általános hasonlóság), de lényegesen eltérő a szemcsék forrása. Ahogy azt értekezésemben részleteztem, a Tésenyi Homokkő szemcseösszetétele jóval változatosabb és éretlenebb jellegű (a káliföldpát kiemelt gyakoriságával, pl. 44. ábra), abban számottevő mennyiségű savanyú vulkanit (mint felzikus magmás komponens, döntően kiömlési kőzetek törmeléke jelenik meg), továbbá üledékes és metamorf kőzettörmelék szintén megtalálható. Ettől eltérően a Radlovaci Komplexum karbon metahomokkő kifejlődésében a szemcsék uralkodóan ásványtöredékekből, kvarcból, kisebb arányban plagioklászból és muszkovitból állnak, kőzettörmelék sehol sem szerepel a leírásokban. Ezt a jóval egyszerűbb szemcseösszetételt lokális forrással, variszkuszi felzikus kőzetek eróziójával magyarázták: „Overall, data show that the Radlovac Complex represents the detritus of the local Variscan crust characterized by granitoid bodies, migmatites and migmatitic gneisses typical for the Papuk Complex” (Biševac et al., 2013). A geokémiai összehasonlításban a különbség abban nyilvánul meg a bemutatott diagramokon (függetlenül a lemeztectonikai affinitástól, aminek vizsgálatára önmagukban ezek a diagramok nem elegendőek), hogy a Tésenyi Homokkő Formációt képviselő minták La- és Zr-tartalma általában kisebb, mint a Radlovaci metapszammitokra vonatkozó érték.

A rétegtani és kőzetösszetételi adatok bemutatott különbsége számomra egyértelműen eltérő és elkülönülő üledékképződési környezetet jelez (sekélytengeri vs. kontinentális), szignifikánsan eltérő forrásközetekkel, ezért nem tudok egyetérteni Opponensem azon megjegyzésével, hogy a két képződmény kőzetösszetételi adatai hasonlóságot mutatnak, továbbá a kiemelt eltérések az utólagos metamorf elváltozásokra vonatkoznak. A Tésenyi Homokkő Formáció és a Radlovaci Komplexum karbon üledékképződési környezete nagy valószínűséggel egymástól elkülönült, majd mint önálló kőzetblokkok, eltérő fejlődési utat jártak be (pl. a Radlovaci Komplexumban variszkuszi metamorfózis, továbbá alpi felülbélyegzés szintén igazolt).

A Radlovaci Komplexum részletes kőzettani és geokémiai vizsgálatát a közelmúltban valósították meg (Biševac et al., 2009, 2010, 2013), amit a felső karbon metahomokkővek forrásterületének meghatározását érintve saját vizsgálattal is kiegészítettem. Az üledékképződésre (pl. forrásterület jellege) és az utólagos folyamatokra (pl. metamorfózis, deformáció jellege) utaló kőzettani és geokémiai bélyegek eltérőek, a két képződmény ezért litológiai alapon sem feleltethető meg egymásnak. Miután a kor bizonytalan, térben és litológiailag nincs kellő mértékű hasonlóság a pozitív korrelációhoz, értekezésemben arra a következtetésre jutottam, hogy „Az egykori üledékgyűjtő medencék térben és/vagy időben elkülönültek egymástól (Fintor & Varga, 2020), továbbá eltérő fejlődési utat jártak be a jelenleg megfigyelhető bélyegek kialakulásáig.” Ez a megállapítás teljes mértékben nem zárja ki az egykori heteropikus jellegét, azaz az „izokron összefüggő képződési területet”, de tudomásom szerint erre jelenleg nincs semmilyen bizonyíték.

- Biševac, V., Balen, D., Tibljaš, D. & Španić, D. 2009: Preliminary results on degree of thermal alteration recorded in the eastern part of Mt. Papuk, Slavonia, Croatia, *Geologia Croatica* 62/1, 63–72.
- Biševac, V., Balogh, K., Balen, D. & Tibljaš, D. 2010: Eoalpine (Cretaceous) very low- to low-grade metamorphism recorded on the illite-muscovite-rich fraction of metasediments from South Tisia (eastern Mt Papuk, Croatia), *Geologica Carpathica* 61/6, 469–481.
- Biševac, V., Krenn, E., Finger, F., Lužar-Oberiter, B. & Balen, D. 2013: Provenance of Paleozoic very low- to low-grade metasedimentary rocks of South Tisia (Slavonian Mountains, Radlovac Complex, Croatia), *Geologica Carpathica* 64/1, 3–22.
- Császár, G. 1998: A rétegtan alapjai: a rétegtan és a rétegtani osztályozás, In: Bérczi, I. & Jámor, Á. (szerk.): Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana, MOL Rt. és MÁFI kiadványa, Budapest, 9–27.
- Császár, G. 2005: Magyarország és környezetének regionális földtana, I. Paleozoikum–paleogén, Egyetemi tankönyv, Budapest, 328 p.
- Fintor, K. & Varga, A. 2020: Paleofluid Fingerprint as an Independent Paleogeographic Correlation Tool: An Example from Pennsylvanian Sandstones and Neighboring Crystalline Rocks (Tisia Composite Terrane, S Hungary), *Geofluids* 2020, Paper: 3568986, 24 p.
- Fülöp, J. 1994: Magyarország geológiája, Paleozoikum II., Akadémiai Kiadó, Budapest, 447 p.
- Jámor, Á. 1998: A Tiszai nagyszerkezeti egység karbon üledékes képződményei rétegtanának ismertetése. In: Bérczi, I. & Jámor, Á. (szerk.): Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana, MOL Rt. és MÁFI kiadvány, Budapest, 173–185.
- Jerenić, G., Pamić, J., Sremac, J. & Španić, D. 1994: Palynological and organic-petrographic data on very low- and low grade metamorphic rocks in the Slavonian Mountains (Northern Croatia), *Geologia Croatica* 47, 149–155.
- Varga, A., Szakmány, Gy., Józsa, S. & Máthé, Z. 2001: A nyugat-mecseki alsó-miocén konglomerátum karbon homokkő kavicsainak és a Tésenyi Homokkő Formáció képződményeinek petrográfiai és geokémiai összehasonlítása, *Földtani Közlöny* 131/1–2, 11–36.
- Varga, A., Szakmány, Gy., Máthé, Z. & Józsa, S. 2003: Petrology and geochemistry of Upper Carboniferous siliciclastic rocks (Téseny Sandstone Formation) from the Slavonian-Drava Unit (Tisza Megaunit, S Hungary) — summarised results, *Acta Geologica Hungarica* 46, 95–113.
- Varga, A., Szakmány, Gy., Árgyelán, T., Józsa, S., Raucsik, B. & Máthé, Z. 2007: Complex examination of the Upper Paleozoic siliciclastic rocks from southern Transdanubia, SW Hungary—Mineralogical, petrographic, and geochemical study. In: Arribas, J., Critelli, S. & Johnsson, M. J. (eds.): *Sedimentary Provenance and Petrogenesis: Perspectives from Petrography and Geochemistry*, Geological Society of America Special Paper 420, 221–240.

80.o. A Tésenyi Homokkővel kapcsolatban „A megfigyelt átalakulási bélyegek azt sugallják, hogy időben ez a második fázis a mórági-típusú granitoidhoz (Dinnyeberki) kapcsolódó, teléres–eres uránércesedéssel (Vincze et al., 2011) fed át, az ehhez társuló átalakulási zóna peremi része érintheti a Tésenyi Homokkő rétegsorának alsó – a kristályos aljzathoz közeli – részét (Fintor & Varga, 2020).” Kevés az adat ehhez a megállapításhoz, különösen, ha a Tésenyi Homokkő és a mórági jellegű granitoidok egykori – a maitól lényegesen eltérő – ősföldrajzi helyzetére gondolunk. Nem véletlen a Szerző óvatos fogalmazása: „sugallják”.

Köszönöm Opponensem megjegyzését. A kérdéses értelmezés alapjaként valóban kevés adat szolgált, de sajnos a feltártsági viszonyok miatt nincs mód további minta vizsgálatára. Tekintettel arra, hogy mélyfúrásról van szó, ráadásul annak kőzetanyaga napjainkban már korlátozottan férhető hozzá, csupán a néhány mintából származó adatra támaszkodhatunk a paleohidrológiai és fluidumevolúciós kapcsolat feltárásakor. Számos más földtudományi kutatási területen előfordul, hogy kevés minta áll rendelkezésre (pl. meteoritok vizsgálata, köpenyzárványok kutatása), de az azokból nyerhető adatok akár litoszféra léptékű következtetések levonásához vezetnek. Véleményem szerint a kevés adat nem a munkahipotézis megfogalmazását és a reálisan elképzelhető következtetések levonását korlátozza, hanem azok bizonytalanságát növeli, amit a megfogalmazásban érzékeltettem. Földtörténeti léptékű (jelen esetben a múltban százmillió éves nagyságrendben történt) események rekonstrukciójakor még nagyszámú adat esetén sem lehet

100%-os bizonyossággal megállapítani összefüggéseket. Kutatásom során törekedtem arra, hogy a vizsgált mintákból nyerhető geológiai információkat körültekintően dokumentáljam, azokat lektorált és referált publikációkban tettem közzé. Az értelmezés során hasonló körültekintéssel jártam el, minden esetben lektorált és referált publikációkban közölt adatokkal és értelmezésekkel összevetve jártam körül a kérdéses problémát. Úgy gondolom, a bizonytalanság megfogalmazása része a tudományos munkának. Amennyiben a jövőben lehetőség nyílik újabb minták vizsgálatára, az értekezésemben megfogalmazott következtetés ellenőrizhető, módosítható, pontosítható és akár cáfolható is. Ehhez azonban további mintákra és azok részletes vizsgálatára lenne szükség.

86. oldal, 56. ábra. A bemutatott „tövisszerű kvarcszilánkok” többsége (háromból kettő) keresztezett nikolok között undulál. Ez ellentmondani látszik a vulkáni szórt eredetnek, különösen, hogy Szerző megállapítja: „A rétegszilikátok jellemző paramétereinek alapján a képződést nem érte számottevő metamorf hatás...”

Köszönöm a megjegyzést, a képen szereplő kvarcszilánkok között valóban megfigyelhetők unduláló kioltásúak, eredetükre azonban nem ez alapján következtettem. Annak ellenére, hogy évtizedekkel ezelőtt a magmás kvarc és a metamorf kvarc elkülönítésére használták az unduláló kioltási jelleg megjelenését, ez a gyakorlat ma már kerülendő. A kvarc kristályplasztikus deformációja nyilvánulhat meg ebben a jellemzőben (pl. Blenkinsop, 2000; Götze & Zimmerle, 2000; Paschier & Trouw, 2005), amit lokális deformáció is kiválthat, nem szükséges hozzá regionális metamorf hatás. Ilyen értelemben nem vethető össze a rétegszilikátok kapcsolódó, jellemző paramétereivel.

A Korpádi Homokkő Formáció közeteiben a kvarcszilánkokon túl más szemcsék is utaltak piroklasztikus eredetre: a jól hasadó földpát szilánkos, tövisszerű formáját szintén kimutattam, továbbá egykori vulkáni üvegszilánkok utáni pseudomorfózákat írtam le (52. és 54. ábra).

Blenkinsop, T. 2000: Deformation Microstructures and Mechanisms in Minerals and Rocks, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 150 p.

Götze, J. & Zimmerle, W. 2000: Quartz and silica as guide to provenance in sediments and sedimentary rocks, Contributions to Sedimentary Geology 21, 1–91.

Paschier, C.W. & Trouw, R. A. J. 2005: Microtectonics, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg

87. o. Pratt (2001) előkelő folyóiratban megjelent, a szeptáriás konkréciókra vonatkozó szeizmikus genetikai modellje véleményem szerint erősen vitatható, ezért a szinszediment vulkanizmust kísérő földrengések bizonyítékának tekinteni a Korpádi Homokkő felső részében előforduló ilyen konkréciókat túl merész és szükségtelen is. Ezek a szeptáriás konkréciók megtalálhatóak a teljes permi és alsó triász törmelékes sorozat minden ártéri és playa tavi, valamint árapályövi síksági üledékében. (Az értelmezést elfogadva a legaktívabb, leginkább földrengéses időszakot a negyedidőszaki löszbakák jeleznek – stabil Európa területén is.)

Elfogadom Opponensem azon véleményét, hogy szerinte vitatható Pratt (2001) modellje. Bírálataiban azonban ezzel kapcsolatban nem említett az ellentmondásra utaló konkrétumokat, ezért válaszómban nincs módomban érdemben reagálni erre a vitatott kérdésre.

Pratt (2001) modellje a konkréciókban megfigyelt szeptáriás repedések kialakulására adott egy akkoriban újszerű magyarázatot (szeizmikus genetikai modell), amit információim szerint azóta sem cáfoltak. A szerző a közelmúltban is az adott szakterületen a legrangosabb (D1 presztízű) tudományos folyóiratokban publikál (pl. Pratt & Rule, 2021), ami alapján úgy vélem, szakmailag

nem kifogásolható, hogy az általa kidolgozott modellt alkalmaztam a dél-dunántúli permii rétegsorban megfigyelt szeptáriás repedések genetikájának értelmezésekor.

Szeretném jelezni, hogy ez a szeizmikus genetikai modell nem a széles körben elterjedt karbonátkonkréciók kialakulását magyarázza, hanem a diagenezis bizonyos stádiumában lévő konkréciók belsejében kialakuló deformációs bélyegek, a szeptáriás repedések létrejöttét. A szeizmikus aktivitás jelzésének így szükséges, de nem elégséges feltétele a karbonátkonkréció. A modell ilyen értelemben paleoszeizmográf proxiként használható, ahogy azt Pratt (2001) is jelezte, de nem paleoszeizmométerként, azaz a földrengések erősségéről segítségükkel nem kaphatunk információt. A geológiai rekord ismertsége és megőrződési potenciálja nyilvánvalóan jóval kedvezőbb a fiatalabb képződmények esetében, mint a paleozoikum kontinentális rétegsorokra vonatkoztatva.

Pratt, B. R. 2001: Septarian concretions: internal cracking caused by synsedimentary earthquakes, *Sedimentology* 48, 189–213.

Pratt, B. R. & Rule, R. G. 2021: A Mesoproterozoic carbonate platform (lower Belt Supergroup of western North America): Sediments, facies, tides, tsunamis and earthquakes in a tectonically active intracratonic basin, *Earth-Science Reviews* 217, 103626

87-89. o., 55. ábra. A hopper-kőso utáni dolomit pszeudomorfozák talán értelmezhető diagenetikus nyeregdolomitként is. Jól látható undulációt is mutatnak.

Köszönöm Opponensem megjegyzését, de ebben a kérdésben nem tudok teljes mértékben egyetérteni feltételezett javaslatával. Az értekezésemben közölt leírás (és a kapcsolódó ábrák) szerint a kérdéses szöveti elemek természetesen jelenleg diagenetikus eredetű dolomit fázisok (unduláló kioltással), de az üledékképződés szempontjából a kulcskérdés az elsődleges ásvány jellege (ezt helyettesíti pszeudomorfozáként most a dolomit), ami biztosan nem nyeregdolomit volt. A következőkben ezt a kérdést két részben tárgyalom, először a nyeregdolomittal kapcsolatos vonatkozásokra térek ki, majd a prekursor ásvány szempontjából fejtem ki válaszomat.

A szakirodalom szerint a nyeregdolomit (*saddle/baroque dolomite*) olyan durvakristályos dolopátit, amelyet szabályosan vagy szabálytalanul görbült kristályhatárok és hasadás, továbbá unduláló kioltás jellemez (pl. Radke & Mathis, 1980: „*curved crystal faces and cleavage, and sweeping extinction*”; Spötl & Pitman, 1998; Garaguly et al., 2018; Haas & Hips, 2020 és hivatkozásaik). Petrográfiailag cementként (ekkor a szabad pórustérből kristályosodik) és helyettesítő ásványfázisként egyaránt megjelenhet (pl. Radke & Mathis, 1980). A cementként megjelenő, jellegzetes habitusú, vékonycsiszolatban is könnyen azonosítható (nem síklapokkal határolt romboéderes, hanem „kifelé domborodó”, körívszerűen görbült lapmetszetű) forma gyakran hidrotermális dolomitosis indikátora (pl. Davies & Smith, 2006), de Mississippi-valley típusú ércesedésekhez is kapcsolódhat (Haas & Hips, 2020 és hivatkozásaik). Értekezésemben a Tésenyi Homokkő Formáció jellegzetes érköltéseinek szerepelnek ívelt lapú, unduláló kioltású dolomitkristályok, amelyek az ércementációban vettek részt (38. ábra, 64. oldal). A helyettesítő formánál azonban az ívelt kristályhatárok gyakran rosszul fejlettek, ezért ekkor valóban a kioltás jellege a leginkább diagnosztikus bélyeg (Spötl & Pitman, 1998). A részletes genetikai felülvizsgálat alapján a diagenezis során a nyeregdolomit kialakulása a tengervíznél nagyobb sótartalmú (~18–25 g/g% NaCl eq.), gyakran szulfát- és szénhidrogén-tartalmú paleofluidumokra utal, továbbá olyan kőzet-brine (azaz túlsós pórúsvíz) kölcsönhatásokat jelez, amelyekből megemelkedett hőmérsékletre (~60–150 °C) lehet következtetni. Ez általában az olajablak hőmérsékletének felel meg (Radke & Mathis, 1980; Spötl & Pitman, 1998; Haas & Hips, 2020 és

hivatkozásaik). Tekintettel arra, hogy a szakirodalom szerint ez az unduláló kioltású dolomitváltozat a mélybetemetődés tartományában képződik, az 54. és az 55. ábrákon bemutatott, a kontinentális kifejlődésű Korpádi Homokkő Formációt képviselő homokkőminták mátrixában, továbbá az azokban elkülöníthető, áthalmazott agyagkőklasztok és gumók belsejében (azok határákor minden esetben elvégződve) elhelyezkedő prekursor kristályok eredeti ásványfázisa nem lehetett nyeregdolomit. A helyettesítés következtében a pszeudomorfózák alakja szolgáltatathat információt a feltételezett elsődleges (az üledékképződési környezethez kötődő) ásványra.



Az értekezésem 54. és 55. ábrájából kiemelt fotók (fent) a jellemző petrográfiai bélyegek berajzolásával (0,5–1 mm átmérőjű kristályok): a jelölt kristálymetszetek köré rajzolható négyszög szögei 90° körüliek (négyzet), amely oldalaihoz képest a pszeudomorfóza lapjai bemélyednek; megfigyelhető egyes sarkok torzult, vázkristályos növekedése, továbbá a pszeudomorfóza metszete egymásra közel merőleges hasadási nyomvonalakat mutat. A morfológiai analógiaként bemutatott néhány milliméteres nagyságrendű vázkristályos kőso fotóit Basyoni & Aref (2015, Fig. 4, h; lent, nagyobb fotó) és Philippi et al. (2011, Fig. 18, d; lent, kisebb fotó) munkáiból vettem át

Nagy sótartalmú, szulfátos pórúsvíz leggyakrabban tengeri, illetve evaporatív környezetben jelenik meg, ahol a bepárlódás következtében kősó és szulfátásványok (pl. gipsz, anhidrit) kiválása zajlik (pl. Reading, 1985; Warren, 2006). A dél-dunántúli permiai rétegsorból (Bodai Agyagkő Formáció) elsődleges szulfátok nyomait és kősó utáni pszeudomorfózákat egyaránt leírtak (ez utóbbiban meghatározó szerepem volt), azokat a playa tavi, valamint sós iszaplapály környezettel hozták összefüggésbe (Konrád et al., 2010; Máthé & Varga, 2012). Áttekintve a lehetséges elsődleges ásványfázisok morfológiai és petrográfiai jellemzőivel kapcsolatos releváns munkákat, értekezésemben arra a következtetésre jutottam, hogy a Korpádi Homokkő Formációba sorolt mintáknál a jelenleg diagenetikus dolomitból álló pszeudomorfóza eredetileg szintén kősó (halit) lehetett. Erre a bemélyedő (inkább homorú) lapú, közel szabályos, négyzethez hasonló (de kifelé semmi esetre sem domborodó) metszetek, a sarkok, továbbá egyes kristályok vázkristályszerű, lépcsős növekedése, az egymásra közel merőleges hasadási nyomvonalak együttese alapján következtettem.

- Basyoni, M. H. & Aref, M. A. 2015: Sediment characteristics and microfacies analysis of Jizan supratidal sabkha, Red Sea coast, Saudi Arabia, *Arabian Journal of Geosciences* 8, 9973–9992.
- Davies, G. R. & Smith, L. B. 2006: Structurally controlled hydrothermal dolomite reservoirs facies: an overview, *AAPG (Am. Assoc. Pet. Geol.) Bulletin*, 90, 1641–1690.
- Garaguly, I., Varga, A., Raucsik, B., Schubert, F., Czuppon, Gy. & Frei, R. 2018: Pervasive early diagenetic dolomitization, subsequent hydrothermal alteration, and late stage hydrocarbon accumulation in a Middle Triassic carbonate sequence (Szeged Basin, SE Hungary), *Marine and Petroleum Geology* 98, 270–290.
- Haas, J. & Hips, K. 2020: A rejtelmes dolomit, *Földtani Közlöny* 150/2, 233–266.
- Konrád, Gy., Sebe, K., Halász, A. & Babinszki, E. 2010: Sedimentology of a Permian playa lake: the Boda Claystone Formation, Hungary, *Geologos* 16, 27–41.
- Máthé, Z. & Varga, A. 2012: "Ízesítő" a permiai Bodai Agyagkő Formáció öskörnyezeti rekonstrukciójához: kősó utáni pszeudomorfózák a BAT-4 fúrás agyagkőmintáiban, *Földtani Közlöny* 142, 201–204.
- Filippi, M., Bruthans, J., Palatinus, L., Zare, M. & Asadi, N. 2011: Secondary halite deposits in the Iranian salt karst: general description and origin, *International Journal of Speleology* 40/2, 141–162.
- Radke, B. M. & Mathis, R. L. 1980: On the formation and occurrence of saddle dolomite, *Journal of Sedimentary Petrology*, 50, 1149–1168.
- Reading, H. G. 1985: *Sedimentary Environments and Facies*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, Second Edition, 615 p.
- Spötl & Pitman, 1998: Saddle (baroque) dolomite in carbonates and sandstones: a reappraisal of a burial-diagenetic concept, In: Morad, S. (ed.): *Carbonate Cementation in Sandstones*, International Association of Sedimentologists Special Publication 26, 1–26.
- Warren, J. K. 2006: *Evaporites: sediments, resources and hydrocarbons*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1035 p.

99. o. A 63. ábra. 2016-os publikációra hivatkozva írja a Szerző, hogy „amennyiben kizárólag az elvi rétegoszlopnak megfelelő kőzetrétegtani egységeket követjük–felmerülhet annak a lehetősége, hogy a »riolitszint« (gyengén/erősen összesült lapillitufa) hiányában a piroklasztitához tartozó, összesülést azonban nem mutató felső részt korábban a Gyűrűfüi Riolit helyett a Cserdi Konglomerátum Formációba sorolták, ahogy erre már több munka (Varga, 2009; Varga et al., 2013) utalt.” Ez valóban előfordulhatott ott, ahol a Cserdi Formáció riolitban gazdag konglomerátuma riolit agglomerátumra települt, ha volt ilyen. De nem értem, miért következne ebből, hogy „A hasonló kőzettani kifejlődés következtében ezért nem zárható ki, hogy a Gyűrűfüi/Korpádi, Cserdi/Korpádi vagy Kővágószőlősi (Bakonyai Tagozat)/Korpádi Formációk helyett egyes mélyfúrású szelvények rétegsorát a részben heteropikus Cserdi/Bodai vagy Bakonyai/Bodai egységekbe sorolták”. Ez a Nyugat-Mecsek környezetében – a megkutatottság ismeretében – kizárható. A Mecsek–Villányi-hegység közötti néhány fúrás esetében a dokumentáció jelzi, ha volt bizonytalanság a litosztratigráfiai besorolásban.

Köszönöm, hogy Opponensem felhívta a figyelmemet arra, hogy ezt a kérdést esetleg nem fejtettem ki kellő részletességgel az értekezésemben. Válaszomban próbálom ezt pótolni. Munkám során elsősorban a mélyfúrási szelvények értelmezése alapján levonható következtetéseket fogalmaztam meg, területileg pedig kutatásaim nem korlátozódtak a Nyugati-Mecsekre és közvetlen környezetére (bár a kérdéses ábra a felszíni feltárás újvizsgálatát ismertető tanulmányban jelent meg; Szemerédi et al., 2016).

A Dél-Dunántúl (és a teljes Tiszai-főegység) permi rétegsorában komoly kőzettani marker szerepet tulajdonítottak a „kvarcporfir lávaár” szintnek, amit a feké és a fedő közötti lepelszerű lávafolyás termékeként értelmeztek (pl. Jámbor, 1964). Ahogy egy korábbi kérdésre adott válaszban már részleteztem, a nem megfelelő kőzettani besorolás miatt fel sem merült az eltérő összesülési tartományok elkülönítésének az igénye (pl. Barabásné Stuhl 1988b, 107. oldal: *„Előljáróban közölni kell, hogy a fúrások dokumentációiban a riolitok makroszkópos leírása – specialisták híján – igen általánosított, összefoglaló jellegű, részletesebb megfigyelések nélküli.”*). Igaz, hogy a régi leírásokban helyenként említenek riolit agglomerátumot (pl. Barabásné Stuhl, 1988b; Barabás & Barabásné Stuhl, 1998), de ilyen fáciest a képződmény felülvizsgálata eddig nem igazolt (pl. Hidasi et al, 2015; Szemerédi et al. 2016, 2017, 2020). A mélyfúrások során, amennyiben a tömött, lávaszerű megjelenésű kőzetet harántolták, az alatta települő finomszemcsés vörös agyagkő–homokkő összletet a Korpádi Formációba, a felette települő durvaszemcsés, vulkanitklasztokat tartalmazó képződményt a Cserdi Formációba sorolták. A „kvarcporfir” vastagságában megfigyelhető különbségeket pedig általában az utólagos (permen belüli) erózió hatásának tekintették. Amennyiben nem harántolták a lávaszerű megjelenésű „kvarcporfirt”, továbbá a triász Jakabhegyi Homokkő közvetlen fekéjében olyan vörös, finomszemcsés (aleurolit, homokkő) képződményt harántoltak, amelynek fekéje eróziós diszkordanciával vagy tektonikusan kristályos, illetve feltételezett karbon képződmény volt, azt a Korpádi Homokkő Formációba sorolták be (Barabásné Stuhl, 1988b; Barabás & Barabásné Stuhl, 1998). Ha viszont az „egyhangu aleurolit” összletre éles litológiai határral konglomerátum vagy zöld homokkő települt, a finomszemcsés rétegsort a Bodai Agyagkő Formációval (a régi leírásokban „Bodai Aleurolit”) azonosították (Barabásné Stuhl, 1988a, 1988b). A litosztratigráfiai besorolásnál számos esetben (diszkordáns/tektonikus határok esetén is) a látszólagos települési helyzetet vették elsődlegesnek, a tényleges kőzettani jellemzőket nem, vagy csak felületesen tárták fel (pl. Bisse–1 és Szava–5 fúrás). A jelentésekben szereplő litológiai információk felhasználhatóságát tovább korlátozza, hogy a finomtörmelékeny kőzeteket többnyire aleurolitnak nevezték (agyagkő általában említve sincs), a durvatörmelékeny összletekben pedig a szemcsék tényleges koptatottságától függetlenül a kavics (akár koptatatlan vagy szögletes jelzővel) megnevezést alkalmazták (ez utóbbi kérdést részletesebben a Korpádi Homokkő felülvizsgálatakor érintettem; Varga et al. 2014).

A permi rétegsorban vörös–vörösbarna, finomtörmelékeny, helyenként karbonátkonkréciókat tartalmazó agyagkő–homokkő több litosztratigráfiai egységben is domináns lehet (jelenleg ilyen a Túronyi, a Korpádi és a Bodai), továbbá a durvatörmelékeny képződmények sem különíthetők el litológiai alapon minden esetben egyértelműen egymástól. A permi rétegsort számos szerkezeti elem (pl. vetőzóna) tagolja, a fúrások rétegsorának besorolása ezért korábban nem volt problémamentes. A fúrási dokumentációk áttekintése során egyértelművé vált számomra, hogy több bizonytalanság megfogalmazódott a korábbi litosztratigráfiai besorolásokkal kapcsolatban, amelyekre összefoglaló tanulmányaiban Barabásné Stuhl (1988a, 1988b) számos esetben felhívta a figyelmet. Ezek áttekintését és értelmezését szintén figyelembe vettem a kérdéses ábra (mint elvi genetikai modell) megrajzolásakor.

Barabásné Stuhl (1988a, 82–83. oldal): a Túrony–1 fúrás rétegtani besorolásával kapcsolatban: „Első rétegtani és korbesorolását JÁMBOR Á. és SZEDERKÉNYI T. végezte el. Nevezett szakemberek a DK-Dunántúl földtani felépítésének akkori ismeretességi foka alapján úgy vélték, hogy a Tu-1sz. fúrással egy folyamatos /és a Ny-Mecsek-ben már jól ismert/ paleozoós-mezozoós sorozatot tártak fel, ... Ebből következően a fúrás szelvényében a jakabhegyi alatt települő tarkaszinú, törmelékes sorozatot a Ny-mecseki felső-permmel /a jelenlegi Kővágószőlősi Formációval/ -, míg ennek fekéjében következő Turonyi Formációt a mecseki felső-perm bázisképződményével, akkor az alsó-perm felső-tagozatának tartott vörös aleurolit összlettel /a jelenlegi Bodai Aleurolit Formációval/ azonosították.”

A 63. ábrán szereplő elvi modell (ami csupán egyszerűsített képződési vázlat az egymás mellett megjelenhető, eltérő genetikájú litológiai típusok bemutatására) nem földtani szelvény, amire a szövegen túl az is utal, hogy sem égtáji megjelölés, sem méretarány nem szerepel rajta. Egyik célja annak bemutatása, hogy horzsakő- és hamuár esetén nem egyenletes a felszín befedése, tehát lehet olyan kifejlődési terület, ahol nincs lávaszerű megjelenésű erősen összesült ignimbrit (azaz nem jelenik meg a „kvarcporfir lávaár” a kérdéses szelvényben). Ebben a helyzetben a finomtörmelékes, vörös agyagkőre egy durvaszemcsés képződmény (ami a nem összesült piroklasztit) közvetlenül települ. Megfogalmazásom nem korlátozódott a nyugati-mecseki előfordulásokra, nem egy konkrét területre (völgyre, lelőhelyre) vonatkozott, hanem általános, elvi szinten próbálta szemléltetni a lehetséges kitöltési helyzetek eltérő fácieseit.

- Barabás, A. & Barabásné Stuhl, Á. 1998: A Mecsek és környéke perm képződményeinek rétegtana. In: Bérczi, I. & Jámbor, Á. (szerk.): Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana, MOL Rt. és MÁFI kiadvány, Budapest, 187–215.
- Barabásné Stuhl, Á. 1988a: A Dél-Baranyai dombság és a Villányi hegység permi képződményeinek kutatásáról készített összefoglaló jelentés III. fejezete a perm fekéképződményeiről, Kéziratoss jelentés, MÉV Adattár (J–3278/III), 121 p.
- Barabásné Stuhl, Á. 1988b: A Dél-Baranyai dombság és a Villányi hegység permi képződményeinek kutatásáról készített összefoglaló jelentés IV. fejezete a permi képződményekről, Kéziratoss jelentés, MÉV Adattár (J–3278/IV), 301 p.
- Hidasi, T., Varga, A. & Pál-Molnár, E. 2015: A Gyűrűfüi Riolit kőzetmintáinak vizsgálata a Mecseki Ércbányászati Vállalat „Vulkanitok, etalon kollekció” csiszolatgyűjteményének felhasználásával: nyugat-mecseki preparátumok, Földtani Közöly 145/1, 3–22.
- Jámbor, Á. 1964: A Mecsek hegység alsópermi képződményei. Kéziratoss jelentés, MÁFI Adattár, Budapest, 113 p.
- Szemerédi, M., Varga, A., Lukács, R. & Pál-Molnár, E. 2016: A Gyűrűfüi Riolit Formáció kőzettani vizsgálata a felszíni előfordulások alapján (Nyugati-Mecsek), Földtani Közöly 146/4, 335–354.
- Szemerédi, M., Varga, A., Lukács, R. & Pál-Molnár, E. 2017: A Gyűrűfüi Riolit Formáció kőzettani vizsgálatának eredményei a Villányi-hegység északi előterében, Földtani Közöly 147/4, 357–382.
- Szemerédi, M., Lukács, R., Varga, A., Dunkl, I., Józsa, S., Tatu, M., Pál-Molnár, E., Szepesi, J., Guillong, M., Szakmány, Gy. & Harangi, Sz. 2020: Permian felsic volcanic rocks in the Pannonian Basin (Hungary): new petrographic, geochemical, and geochronological results, International Journal of Earth Sciences 109/1, 101–125.
- Varga, A., Raucsik, B. & Szakmány, Gy. 2014: Az alsó-permi Korpádi Homokkő Formáció törmelékes kőzeteinek ásványtani és kőzettani jellemzői a Túrony–1 fúrássban (Szlavóniai–Drávai-terrénum), Földtani Közöly 144/4, 211–230.

101. o. A) Korpádi Homokkő egyes tulajdonságai „egyértelmű bizonyítékai az intenzív bepárlódásnak” valamint „Tekintettel arra, hogy a dél-dunántúli permi összletben a kiterjedt playa tavi és iszaplapály környezetben kialakult rétegsor a Bodai Agyagkő Formációba tartozik (pl. Árkai et al., 2000; Konrád et al., 2010; Máthé & Varga, 2012), felmerül annak a lehetősége, hogy a Korpádi Homokkő Formáció fiatalabb szakasza ezzel összefogazódó – részben heteropikus – fáciese lehetett.” A Korpádi Homokkő ártéri kifejlődései természetesen jelezhetnek ilyen eseményeket, csakúgy, mint a rétegsorban jóval feljebb elhelyezkedő Kővágószőlősi Formációéi is. Ezek a bélyegek nem elegendők ilyen horderejű megállapításhoz. Nem beszélve arról, hogy ha a

Korpádi Homokkő felső része egyidejű a vulkáni működés kezdetével és ezek a rétegek összefogazódnak a Bodai Agyagkővel, akkor a Bodai Agyagkő egyidős – és heteropikus – kell legyen a Gyűrűfűi Riolittal is. Túl szűk az előfordulási terület ahhoz, hogy a Cserdi és a Gyűrűfűi kiékelődésével a Korpádi Homokkő bárhol a Bodai Agyagkő heteropikus fáciese legyen.

Köszönöm, hogy Opponensem felhívta a figyelmemet erre a bonyolult kérdéskörre, amit értekezésemben más szemszögből közelítettem meg. Ez lehet az oka annak, hogy az értelmezésünk nincs teljes összhangban. A Korpádi Homokkő nyugati-mecseki altípusában az általam bemutatott, intenzív bepárlódásra utaló közettani bélyegek nem korlátozódnak a karbonátkonkréciók megjelenésére (amelyek ismertek a Kővágószőlősi Formációból is). Azokat genetikai alapon pedogén, valamint a felszín alatti víz szintjéhez köthető (*groundwater*) kontinentális karbonátfelhalmozódási szintekként (*calcrete*) azonosítottam. Ez a fácies nem feleltethető meg közvetlenül az általános ártéri kifejlődési kategóriának, attól szűkebb, kiváló környezet- és klímajelző közetasszociációként szolgál.

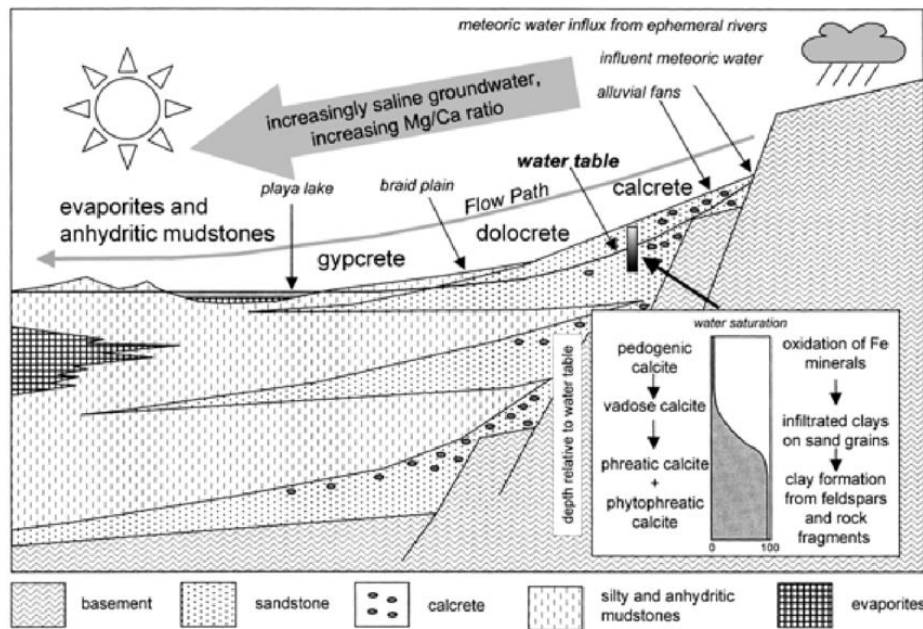
Értekezésemben bemutattam, hogy a *calcrete* kifejlődéseken túl a Bisse-1 fúrásban dolomitosodott lemezek, továbbá dolomittal, albittal és kalcittal kitöltött üregek („fészkek”) jellemzik a finomszemcsés közetváltozatot (ilyen litofácies eddig csak a Bodai Agyagkőből ismert). A 9015. számú fúrás homokkőmintáiban, valamint a XV. szerkezetkutató fúrás által feltárt aleurolit-homokkő közettípusban az egyértelműen áthalmazott agyagkölasztokban vázkristályszerű kősó utáni pszeuromorfózákat ismertem fel. Ezek a megfigyelések együttesen vezettek arra a következtetésre, hogy „*a Korpádi Homokkő tárgyalt altípusa – valószínűleg forró és száraz éghajlati viszonyok mellett kialakult alluviális törmelékkúp alsó (disztális) és oxidatív fáciesét képviselte, ami playa jellegű üledékekkel, illetve piroklasztitokkal fogazódott össze.*” Figyelembe véve a hasonló jellegű üledékképződési környezetek rekonstrukcióit (pl. Reading, 1985; Tucker, 1991; Alonso-Zarza, 2003; Worden & Burley, 2003), a Korpádi Homokkő Formáció *calcrete*-szinteket tartalmazó kifejlődésével egyidőben, azaz annak heteropikus fácieseként evaporitok (beleértve a kősót) képződésével társult sós iszapsíkság-playa környezetnek is lennie kellett az egykori üledékgyűjtő medencében.

A fenti fáciesértelmezés mellett megállapításomat az alábbiakra építettem:

- egy folyamatos rétegsorban az egymás mellett előforduló (heteropikus) fáciesek egymás felett szintén megjelennek (Walther-féle fácies törvény, pl. Reading, 1985);
- a durvatörmelékes kifejlődés a medenceperemeken (alluviális törmelékkúp) jellemző, az a medence belseje felé finomszemcsés fáciesekkel fogazódik össze (Reading, 1985; Tucker, 1991);
- a dél-dunántúli perm-i rétegsorban a playa tavi és iszaplapály környezetben kialakult rétegsor a Bodai Agyagkő Formációba tartozik, ami részben heteropikus a Cserdi Formáció durvatörmelékes képződményeivel;
- a Gyűrűfűi Riolit nem lepelszerűen fedi a Korpádi Homokkő Formációt, nem „kvarcporfir lávaár” (azaz megjelenése az üledékgyűjtőben alapvetően lokális), tehát folyamatos rétegsor esetén az idősebbnek tartott Korpádi Homokkő közvetlen fedője lehet a Cserdi és/vagy a Bodai Formáció.

Ezek együttesen azt jelzik, hogy folyamatos rétegsor esetén (a jelenleg elfogadott rétegtani táblázat így ábrázolja a nyugati-mecseki litosztratigráfiai egységeket) a Cserdi, a Bodai és a Korpádi Formációknak legalább részben heteropikus fáciesűnek kellene lennie, hiszen a Korpádi Formáció heteropikus egy playa képződménnyel, felette pedig ismert egy playa kifejlődés, amit a Bodai Agyagkő Formációba sorol a hazai rétegtan. Ezt a lehetséges helyzetet próbáltam

érzékelteni a 65. ábrán (106. oldal) bemutatott rétegoszlopon. Ebben az értelmezésben a medenceperem durvatörmelékes kifejlődését elsődlegesen a Cserdi, a döntően homokkő–agyagkő kőzetegyüttest (és calcrete, dolocrete szinteket) tartalmazó átmeneti fácies részben a Korpádi (azokban a mélyfúrásokban, ahol ezt a kifejlődést ebbe a formációba sorolták), az időszakosan kiszáradó playa rendszert pedig a Bodai Agyagkő képviseli. Az egykori üledékképződési környezet kiterjedését, az alluviális törmelék-kúp–playa rendszer méretét véleményem szerint nem lehet megadni a jelenlegi előfordulási terület alapján, hiszen azt a többfázisú eróziós és tektonikai események jelentős mértékben felülírták.



A fluviális–alluviális, forró és száraz eogenetikus rezsim üledékképződési fáciesének és jellemző ásványos összetételének vázlatrajza (Worden & Burley, 2003; Fig. 11). *Calcrete* kialakulása a tektonikusan kialakult medence peremén jellemző, *dolocrete* valamivel beljebb jelenik meg a folyási út mentén, míg gipszkérgek közvetlenül a playa-tó közelében jellemzőek

A folyamatos rétegsor és a részben heteropikus kifejlődési jelleg feltételezésekor a fentiek túl alapvetően azokból a kőzettani korrelációs bizonyítékokból indultam ki, hogy mind a Korpádi, mind a Bodai Formáció kőzettani bélyegei alapján igazolható az intenzív bepárlódás (pl. playa környezet, halit megjelenésével), ami a permii perióduson belül a maximális ariditási fázissal van összhangban (Schneider et al., 2006). A Gyűrűfői Riolit korhatározásának legújabb eredményei (Szemerédi et al., 2020) szintén ezt a rétegtani helyzetet jelzik. A vulkáni aktivitás és a Korpádi Homokkő üledékképződése közötti kapcsolatot értekezésemben a piroklasztikus eredetű szemcsékre, továbbá a szeptáriás konkréciók szeizmikus genetikai modelljére építettem. Nem volt célom a Bodai Agyagkő kutatásával kapcsolatos eredmények bemutatása, azokat nem is részleteztem MTA doktora értekezésemben. A vulkáni aktivitás és a képződési alsó szakasza közötti feltételezett kapcsolat bemutatására válaszként a BAT-4/2 fúrásban alárendelten előforduló kőzetváltozatot szeretném megemlíteni. Ebben megfigyelhető eróziós réteghatár nélkül, izolált, homokfrakcióba eső szemcsék formájában egyértelműen vulkáni (piroklaszt) eredetű ásvány- és kőzettörmelék szemcsék figyelhetők meg az agyagkőben. A playa tavi környezetbe ezek az egyedi szemcsék vagy a forrásterületen még konszolidálatlan formában megtalálható laza

felszíni üledékből származhattak nagyobb elöntések eredményeként (bár eróziós nyomok nem alakultak ki), vagy onnan eolikus úton juthattak a finomszemcsés üledékképződési környezetbe.



Homokméretű szemcséket tartalmazó betelepülések a Bodai Agyagkő Formáció agyagkő kifejlődésében (BAT-4/2 fúrás, balra fent: 1175,7 m; balra lent: 906,45 m). A szemcsék között jelentős mennyiségű a szilánkos kvarctöredék (jobbra fent), valamint a horzsakő és vulkáni kőzettörmelék eredetű fragmentum (jobbra középen és lent); a kőzetmikroszkópi fotókon a lépték 100 μ m

Értekezésemben érintettem azt a lehetőséget is, hogy a vulkanizmus időben elkülönülő, többfázisú eseményt is képviselhet (101–102. oldal). Ekkor természetesen egyértelműen nem

bizonyítható sem a heteropikus jelleg, sem az adott egységek tekintetében folyamatos rétegsor. A hiátus mértékét – tényleges koradatok nélkül – nem lehet megbecsülni. Ekkor viszont az érintett képződmények sem jelenhetnek meg a rétegtani táblázatban folyamatos kifejlődésű összletekként. Álláspontomat az értekezésben szereplő vonatkozások szó szerinti idézésével szeretném bemutatni:

„A lokális korreláció során természetesen az a lehetőség sem zárható ki, hogy – az európai permokarbon medencékhez hasonlóan (pl. Schneider et al., 2006; Vozárová et al., 2009) – időben elkülönülő kitörési események zajlottak a területen, ezért a Korpádi Homokkő Formáció vizsgált kőzeteiben megjelenő szórt piroklastos szemcsék idősebbek, így nincsenek közvetlen kapcsolatban az ismert korú kristálygazdag lapillitufával (Gyűrűfüi Riolit Formáció). Ezt az alternatív hipotézist azonban kevésbé tartom valószínűnek, mert a dél-dunántúli és a dél-alföldi előfordulási területekről jelenleg rendelkezésre álló korok (Szemerédi et al., 2020) minden esetben fiatalabbak, mint a nyugati-mecseki felszíni feltárásból származó radiometrikus koradatok.”

- Alonso-Zarza, A. M. 2003: Palaeoenvironmental significance of palustrine carbonates and calcretes in the geological record, *Earth-Science Reviews* 60, 261–298.
- Reading, H. G. 1985: *Sedimentary Environments and Facies*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, Second Edition, 615 p.
- Schneider, J. W., Körner, F., Roscher, M. & Kroner, U. 2006: Permian climate development in the northern peri-Tethys area – The Lodève basin, French Massif Central, compared in a European and global context, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 240, 161–183.
- Szemerédi, M., Lukács, R., Varga, A., Dunkl, I., Józsa, S., Tatu, M., Pál-Molnár, E., Szepesi, J., Guillong, M., Szakmány, Gy. & Harangi, Sz. 2020: Permian felsic volcanic rocks in the Pannonian Basin (Hungary): new petrographic, geochemical, and geochronological results, *International Journal of Earth Sciences* 109/1, 101–125.
- Tucker, M. E. 1991: *Sedimentary Petrology, An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*, Blackwell Science, Second edition, 260 p.
- Vozárová, A., Ebner, F., Kovács, S., Krätner, H-G., Szederkényi, T., Krstić, B., Sremac, J., Aljinović, D., Novak, M. & Skaberne, D. 2009: Late Variscan (Carboniferous to Permian) Environments in the Circum Pannonian Region, *Geologica Carpathica* 60/1, 71–104.
- Worden, R. H. & Burley, S. D. 2003: Sandstone diagenesis: the evolution of sand to stone. In: Burley, S. D. & Worden, R. H. (eds.): *Sandstone diagenesis: Recent and Ancient*, Blackwell Publishing, Oxford, 3–44.

101. o. B) „a Korpádi Homokkő Formáció kőzetei a piroklastit »feletti« települési helyzetben is megjelenhetnek”. Ha jól értelmezem, akkor ez a „feletti” megjelenés azt jelenti, hogy az egykori térszínen a Korpádi Homokkő – korábbi erózió következtében – magasabb tengerszint feletti helyzetben is előfordulhat, mint az erózióval kimélyített mélyebb térszínen rá települő vulkanoszediment képződmények. Ha így van, akkor a „kiemelt” Korpádi Homokkővel érintkező illetve fedő, később lerakódott üledékek már nem heteropikus kifejlődései annak, hanem attól eróziós diszkordanciával határolódnak el. További probléma, hogy egy folyamatosan süllyedő folyóvízi medencében – mint amilyen a permi törmelékes sorozat lerakódási területe – mindig a legmélyebb területek feltöltődése zajlik (meanderező folyók, tavak által), így nem jöhet létre olyan, száz, de a modell szerint (63. ábra) inkább több száz méter mélységű eróziós forma, amit majd a vulkáni törmelék kitölthetne. Semmi nyoma annak, hogy a Korpádi Homokkő képződése során vagy azt követően a terület ily mértékben kiemelkedett és lepusztulási térszinné vált volna. Ez már az elméleti lehetőségnek olyan kategóriája, amelynek nincs köze a tárgyalt területhez. Ez a modell ellentmondásban van a Szerző két állításával is: egyrészt azzal, hogy a Korpádi Formáció folyamatos/üledéksorának felső rétegei a vulkáni működés kezdetével egy időben rakódtak le, másrészt azzal, hogy elképzelhetőnek tartja e formációnak a Bodai Agyagkővel való összefogazódását.

Az előző két megjegyzéshez hasonlóan, Opponensem adott felvetése szintén a 63. ábrán szereplő elvi genetikai modellt, illetve az ahhoz szorosan kapcsolódó rétegtani értelmezést érinti. Válaszom ezért logikailag kötődik az előző két pontban kifejtett megállapításokhoz. Szeretném e helyen is kiemelni, hogy a 63. ábrán nem valós térbeli arányokat tükröző földtani szelvény (a feltártsági és ismertségi viszonyok ezt nem teszik lehetővé), nem medenceléptékű modell látható, hanem csupán egy egyszerűsített képződési vázlat az egymás mellett elméleti alapon elképzelhető, eltérő genetikájú litológiai típusok bemutatására egy egykori topográfiai mélyedés (pl. völgykitöltés, kanyon) elvi példáján. Ennek megfelelően méretarány nem szerepel rajta, nem volt céлом száz, esetleg több száz méter mélységű eróziós formát megjeleníteni. Az áttekinthetőség érdekében – az opponensi megjegyzést követő sorrendben – az eróziós diszkordancia lehetőségével, a topográfiai viszonyok kérdésével, valamint a folyóvízi medence feltöltődésével kapcsolatos álláspontomat az alábbiakban külön-külön ismertetem.

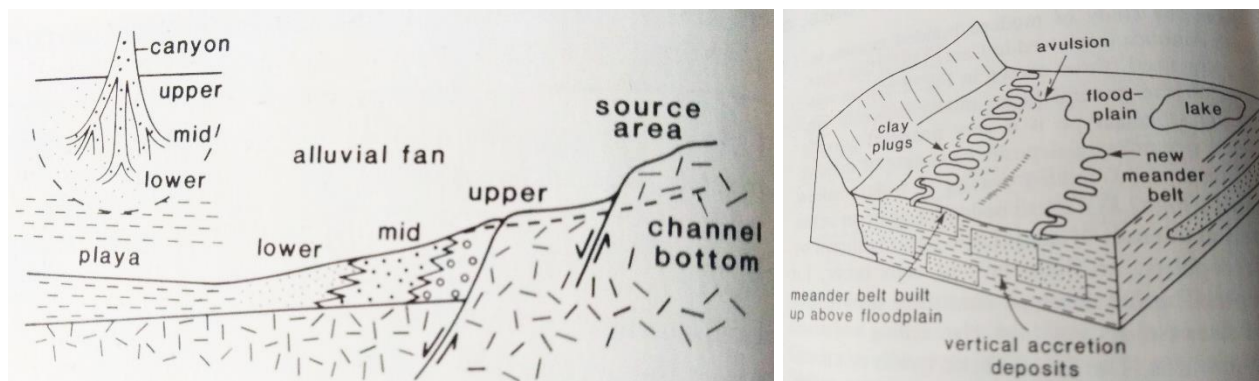
A kérdéskör tárgyalásakor értekezésemben abból indultam ki, hogy egy forró és száraz éghajlati viszonyok mellett kialakult alluviális rendszerhez kapcsolódó kontinentális üledékképződési környezetben (mint amilyen a Korpádi Homokkő kialakulását eredményezhette) egymás mellett eltérő fáciesek létezhetnek (heteropikus kifejlődési területek formájában). A törmelékkúpon és környezetében az időszakos, esetenként heves esőzések mély kanyonok, folyóvölgyek bevágódását eredményezhetik, amelyekben a horzsakő- és hamuár nagy távolságokra eljuthat. A Korpádi Homokkő mai kőzeteinek megfelelő összlet egykor az alluviális törmelékkúp finomszemcsés, disztális kifejlődéseként részben pedogén folyamatok hatása alatt álló, felszíni-felszínközeli üledék volt. Ez az üledékösszlet az egykori alluviális rendszer szerves része volt, nem pedig annak fekéje (nem egy konszolidálódott, idősebb képződmény), ami korábbi erózió következtében különböző tengerszint feletti magasságban is megtalálható volt. Szigorú értelemben véve egy kontinentális rétegsorban természetesen nem várható el folyamatos üledékképződés, továbbá gyakoriak lehetnek a belső eróziós folyamatok (pl. playa tavi környezet teljes kiszáradását követő elöntés eredményeként, heves esőzések következtében lezúduló időszakos folyók mederbevágódása vagy gravitációs törmelékfolyások eredményeként), ezek a geológiai léptékben rövid idő alatt kialakuló (pl. évszakosan ismétlődő) belső eróziós felszínnek eróziós réteghatárok kialakulását okozzák, de véleményem szerint nem indokolják az egyes alegységek (litofáciesek) eróziós diszkordanciával történő elhatárolását (nincs bizonyíték nagyobb, millió éves nagyságrendű rétegtani hiányra). A finomszemcsés üledékre közvetlenül települő durvaszemcsés üledékes kifejlődés ezért – kontinentális viszonyok mellett folyamatosnak tekinthető rétegsorban – heteropikus fáciest képviselhet (a Walther-féle fáciestörvénynek megfelelően).

A reliefviszonyok kérdésekor kiindulási alapnak a nemzetközi szakirodalomban széles körben elfogadott azon álláspontot tekintettem, amely szerint a közép-európai késő paleozoikumi medencék kinyílását alapvetően a variszkuszi orogenezis késő-, valamint posztorogén fázisaihoz kapcsolódó termális süllyedés, riftesedés és extenziós tektonika határozta meg, kiterjedt vulkanizmussal. Az ekkor felnyílt medencék, árkok biztosították a permi üledékképződés térszínét (pl. Legler et al., 2011; Hübner et al., 2021 és hivatkozásaik; továbbá értekezésem 49. ábrájának jobboldali oszlopa). A tektonikus eredetű, vetőkkel határolt medencék (pl. árkok, félárkok, pull-apart medencék) vetőhöz közeli, nagyobb szintkülönbséghez tartozó kifejlődése gyakran alluviális törmelékkúp környezetű, ami arid éghajlaton a peremtől távolodva playa fáciesbe megy át (pl. Tucker, 1991; Worden & Burley, 2003). A rétegsor vertikális kiépülését az aktív törmelékkúp progradációja vagy retrogradációja határozza meg a háttér kiemelkedésének mértékétől függően. Ennek megfelelően a közép-európai permi kontinentális üledékgyűjtő medencék kialakulásáért felelős a tektonika, ami a helyi domborzati viszonyokat meghatározta, azaz a kiemelkedés (illetve

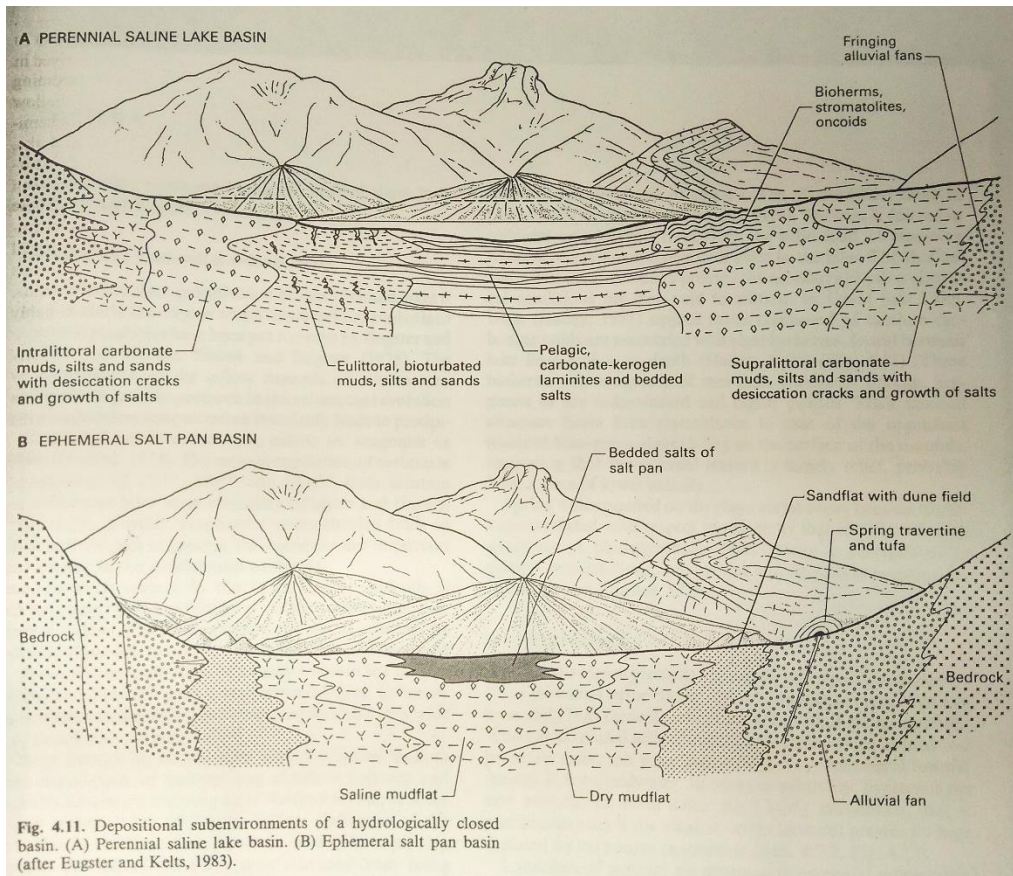
az árkok lesüllyedése) előfeltétele volt annak, hogy a Korpádi Homokkő üledékképződése megindulhasson.

Az extenziós tektonikához kapcsolódva a késő paleozoikumi Közép-Európában a riftesedéshez kötődő magmatizmus hatalmas intrakontinentális kaldera-formáló kitöréseket eredményezett, amelyek kőzetegyüttese jelenleg számos területen nagy kiterjedésű és vastagságú vulkanit és piroklasztit összletek formájában tanulmányozható (pl. Szemerédi et al., 2020 és hivatkozásai; Hübner et al., 2021). A kitörések nagyságrendjét jól érzékelteti Hübner et al. (2021) tanulmánya, akik az alsó permi vulkáni rendszerben $\sim 1056 \text{ km}^3$ becsült térfogatú vulkáni komplexumot is leírtak, a kristálygazdag riolitos ignimbritekben pedig az erősen–mérsékeltén összesült kifejlődés vastagsága a 400 m-t is elérte. Részben a feltártsági viszonyok, részben az egykori fúrások rendelkezésre álló maganyagának hiányosságai miatt nem becsülhető meg a Gyűrűfői Riolitot kialakító esemény(ek) nagyságrendje. A 63. ábrán bemutatott elvi képződési modell hozzávetőleges arányainak érzékeltetésére csupán a feküvel közvetlenül érintkező, zöldesszürke, nem összesült, kompaktált piroklasztittal kapcsolatban állnak rendelkezésre megbízható adatok. Ez a kőzetkifejlődés a felszíni feltárás környezetében kb. 1,5 m átfúrt vastagságú (9008. és 9015. számú fúrások; Jámbor, 1964, 66. oldal), a XV. szerkezetkutató fúrásban kb. 7,6 m (az értekezésemben bemutatott 60. ábra egyszerűsített rétegoszlopa alapján).

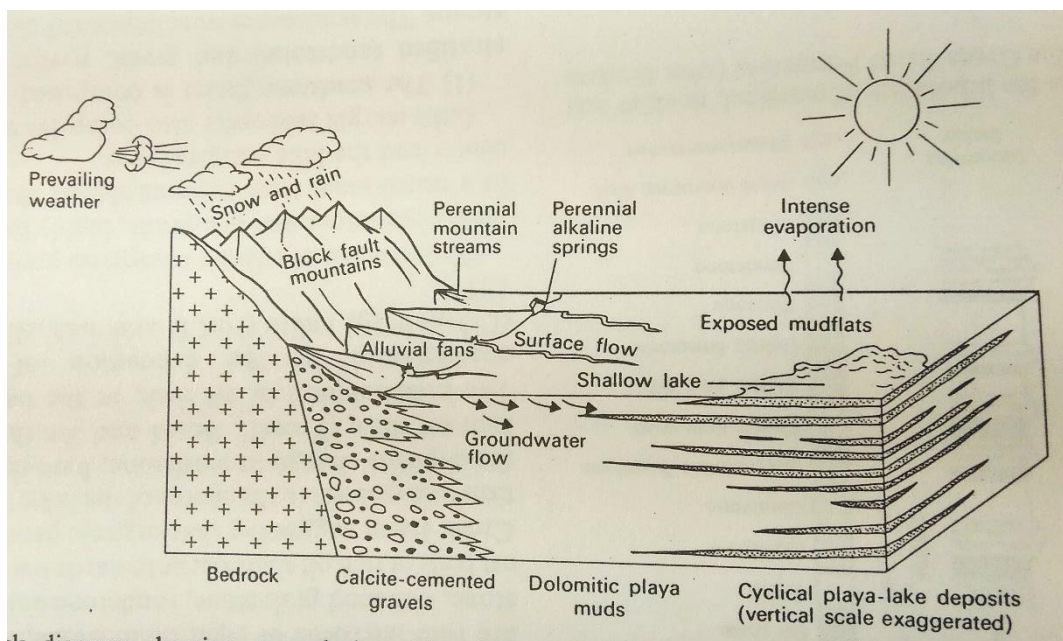
A folyóvízi medence feltöltődésének kérdéskörét értekezésemben teljesen más szemszögből közelítettem meg, mint Opponensem, ez lehet az oka annak, hogy eredményeim nincsenek összhangban a véleményével. A Korpádi Homokkő Formáció érintett altípusának rétegtani és öskörnyezeti jellemzői alapján értekezésemben azt kizárólag az alluviális törmelékkúp–playa környezetre megalkotott üledékképződési környezetbe illesztettem. A releváns szedimentológiai modellek (pl. Reading, 1985; Tucker, 1991; Worden & Burley, 2003) ebben a környezetben nem számolnak meanderező folyókkal, hiszen az evaporitok (gipsz, anhidrit, kősó) kiválásával társuló, időszakos vízfolyásokkal táplált, esetenként teljesen kiszáradó playa környezetben általában nincs elegendő vízutánpótlás meanderező folyók kialakulásához.



Az arid zónában kialakuló, playa környezettel társult alluviális törmelékkúp vázlatos fáciesmodellje (és felülnézeti rajza a bevágódó kanyonnal), valamint a meanderező folyóvízi (laterálisan migráló) üledékképződési rendszer vázlata Tucker (1991) alapján

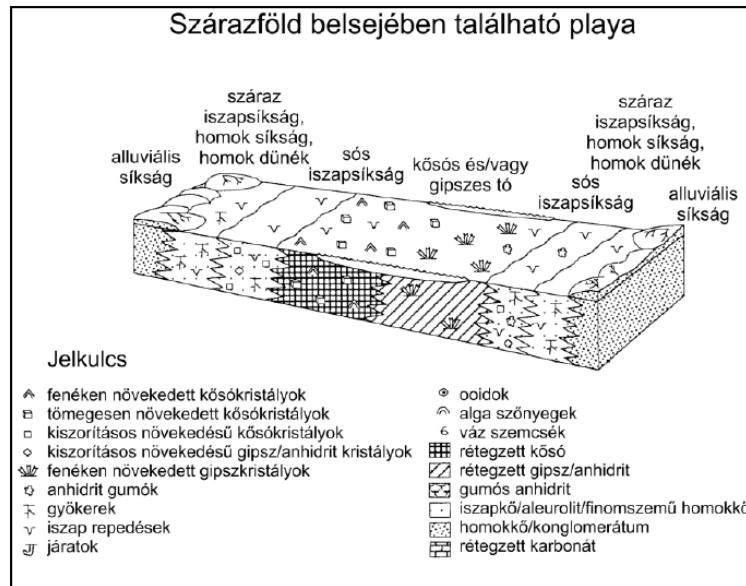


Üledékképződési környezetek hidrológiailag zárt medencében Reading (1985) alapján: a peremeken alluviális törmelékkúp, a belső, intenzív bepárlódással jellemezhető területen sós iszapsíkság alakulhat ki



Playa-tó és környezetének üledékképződési tömbszelvénye Reading (1985) munkájából

Tekintettel arra, hogy a perm viszonylag hosszú időtartama (~47 millió év) során humid és arid fázisok váltották egymást (pl. Schneider et al., 2006), a humid időszakokban természetesen léteztek meanderező folyók. A Korpádi Homokkő (és a Bodai Agyagkő) kőzetegyüttesében az intenzív bepárlódásra utaló bélyegek viszont arid éghajlati feltételekre (a kősó kiválása a maximális ariditási fázisra) utalnak. Ez összhangban van a Bodai Agyagkő Formáció őskörnyezeti értelmezésével, illetve képződési analógiájával is (Máthé, 2016).



A Bodai Agyagkő Formáció képződési környezetének analógiája Máthé (2016) munkájából. A szerző megjegyzi, hogy a medencét körülölelő hegységi övezet (azaz az alluviális törmelékű proximális része) előterében helyezkedik el az alluviális síkság. Meanderező folyók, illetve azokhoz kapcsolódó tavak nem jelennek meg az analógiaként alkalmazott őskörnyezeti vázlaton (pl. Lowenstein & Hardie, 1985)

A Villányi-hegység északi előterében megismert, intenzíven bioturbált altípus azonban – ahogy értekezésem 102. oldalán összegeztem – közvetlenül nem korrelálható a fenti, arid éghajlaton kialakult képződményekkel, kialakulása időszakosan nedves ártéri környezetben jellemző, ~500–900 mm/év átlagos csapadékmennyiség mellett (szubhumid–szemiarid klímán). A jövőben szeretném pontosítani ennek az altípusnak a korrelációját, amely során a meanderező folyóvízi környezet lehetőségét szintén figyelembe fogom venni.

Hübner, M., Breitzkreuz, C., Repstock, A., Schulz, B., Pietranik, A., Lapp, M. & Heuer, F. 2021: Evolution of the Lower Permian Rochlitz volcanic system, Eastern Germany: reconstruction of an intra-continental supereruption, *International Journal of Earth Sciences* 110, 1995–2020.

Jámbor, Á. 1964: A Mecsek hegység alsóperm képződményei. Kéziratoss jelentés, MÁFI Adattár, Budapest, 113 p.

Legler, B., Schneider, J. W., Gebhardt, U., Merten, D. & Gaupp, R. 2011: Lake deposits of moderate salinity as sensitive indicators of lake level fluctuations: Example from the Upper Rotliegend saline lake (Middle–Late Permian, Northeast Germany), *Sedimentary Geology* 234, 56–69.

Lowenstein, T. K. & Hardie, L. A. 1985: Criteria for recognition of salt-pan evaporites, *Sedimentology* 32, 627–644.

Máthé, Z. 2016: A Bodai Agyagkő Formáció (BAF) képződési környezete, In: Dályay, V. & Hámos, G. (szerk.): BAF kutatás 2013–2016 szakmai előadói nap kiadványa, Molnár Nyomda és Kiadó Kft., Pécs, 9–17.

Reading, H. G. 1985: *Sedimentary Environments and Facies*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, Second Edition, 615 p.

Schneider, J. W., Körner, F., Roscher, M. & Kroner, U. 2006: Permian climate development in the northern peri-Tethys area – The Lodève basin, French Massif Central, compared in a European and global context, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 240, 161–183.

- Szemerédi, M., Lukács, R., Varga, A., Dunkl, I., Józsa, S., Tatu, M., Pál-Molnár, E., Szepesi, J., Guillong, M., Szakmány, Gy. & Harangi, Sz. 2020: Permian felsic volcanic rocks in the Pannonian Basin (Hungary): new petrographic, geochemical, and geochronological results, *International Journal of Earth Sciences* 109/1, 101–125.
- Tucker, M. E. 1991: *Sedimentary Petrology, An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*, Blackwell Science, Second edition, 260 p.
- Worden, R. H. & Burley, S. D. 2003: Sandstone diagenesis: the evolution of sand to stone, In: Burley, S. D. & Worden, R. H. (eds.): *Sandstone diagenesis: Recent and Ancient*, Blackwell Publishing, Oxford, 3–44.

101. o. C) „elképzeltető az az alternatíva is, hogy a karbonátkonkréciós agyagkövet a piroklasztitot nem tartalmazó szelvényekben a Bodai Agyagkő Formációval, míg a piroklasztit fekéjében a Korpádi Homokkő Formációval azonosították”. Elképzeltető sokféle alternatíva, de a területéről kellő mennyiségű információval rendelkezünk ahhoz, hogy ebben kételkedjünk. Valóban számos érckutatató fúrás állt le a Kővágószőlősi Formáció harántolása után a Bodai Agyagkövet elérve, de hogy ezen talpképződmények bármelyike is a Korpádi Homokkőhöz tartozott volna, az a területen mélyült egyéb (különösen az ún. szerkezetkutató) fúrások ismeretében kizárható. (Zárójelben itt még megjegyezném, hogy a terület fúrási rétegsorait olyan szakemberek minősítették, akiknek ebben évtizedes gyakorlatuk volt. Iván László geofizikus csak a karotázsgörbe alapján felismerte a harántolt képződményeket és kijelölte azok határát. A felmerülő kérdésekre pedig olyan külső szakemberek bevonásával próbáltak választ adni, mint például Felvári Gyöngyi, Jámbor Áron, Szederkényi Tibor.)

Köszönöm, hogy Opponensem felhívta a figyelmemet arra, hogy az alternatívák felvázolását esetleg nem fejtettem ki kellő indoklással az értekezésemben. Egy korábbi megjegyzésre adott válaszomhoz hasonlóan, ezúttal is kiemelem, hogy munkám során elsősorban a mélyfúrási szelvények értelmezése alapján levonható következtetéseket fogalmaztam meg, területileg pedig kutatásaim nem korlátozódtak a Nyugati-Mecsekre és közvetlen környezetére. Valóban, a felszíni előfordulások és a számos szerkezetkutató fúrás rétegsorának ismerete alapján ez a terület jobban ismert, mint a Villányi-hegység és annak északi előtere előfordulásai vagy az alföldi permi képződmények. Mindazonáltal a rétegtani beosztás korábban sem volt problémamentes, ahogy erre válaszomban már példákat hoztam fel. Az alternatívák megfogalmazásakor nem a saját bizonytalanságomat fejeztem ki, hanem az egykori dokumentációkban szereplő leírások alapján felvetődő bizonytalanságokra, ellentmondásokra kívántam utalni. A szerkezetkutató fúrások közül az egyik kiemelt jelentőségű, a permi összletet nagy vastagságban harántoló XV. szerkezetkutató fúrás dokumentációja például a mélyítést követően kizárólag a rövid, helyenként áttekintő jellegű makroszkópos leírásra korlátozódott, majd az évekkel később megkezdődő anyagvizsgálatok előtt a kőzetanyag egy része (különösen a finomszemcsés, agyagos kifejlődések) a szabad ég alatt történő tárolás következtében megsemmisült (a kővágószőlősi magraktár 1999-es rendezéséhez, a magládák átrakásához kapcsolódó fotódokumentációt korábban Opponensem jóvoltából kaptam meg, amelyet e helyen is szeretnék ismételtlen megköszönni). Szeretném hangsúlyozni, hogy az alternatívák felvetésekor nem a rétegsorokat minősítő szakemberek eredményeit kérdőjelezem meg, hanem az általuk is felvetett bizonytalanságokra szeretném felhívni a figyelmet. Ezt szerintem szemléletesen érzékelteti az a tény, hogy a Túrony–1 fúrás rétegsorát az Opponensem által is nevesített elismert szakemberek közül Jámbor Áron és Szederkényi Tibor dokumentálta, akik azt tapasztalataik alapján a makroszkópos és rétegtani jellemzők figyelembevételével a Kővágószőlősi Homokkő és a Bodai Agyagkő Formációknak megfelelő egységekbe sorolták. Ezt a beosztást bírálta felül később Barabásné Stuhl (1988a), aki a két képződményt a Korpádi és a Túronyi Formációkba sorolta át, amivel megalkotott egy olyan, csak ebből az egyetlen mélyfúrásból leírt

litosztratigráfiai egységet (a Túronyi Formációt), amelynek rétegtani besorolása és korrelációja a mai napig sem oldódott meg.

E helyen szükséges megemlítenem, hogy eddigi szakmai pályafutásom során (1998-tól kezdődően) abban a szerencsés helyzetben voltam, hogy lehetőségem nyílt a dél-dunántúli paleozoikumi képződmények kőzetanyagának részletekbe menő megismerésére (a publikált szakcikkekén túl több ezer oldal kéziratot jelentés, több ezer méter fúrómag és több ezer gyűjteményi vékonycsiszolat információtartalmára támaszkodva), továbbá a területen dolgozó neves szakemberek közül több kutatóval személyes konzultációk lefolytatására. Szakmány György és Józsa Sándor szakmai vezetésével számos terepbejárásom és magszemlén vettem részt, ahol a felszíni feltárások mellett a mélyfúrások maganyagát is tanulmányozhattam, a kutatásaim során újraproszektált kőzetanyag kiválasztásában személyesen vettem részt. PhD fokozatom megszerzéséig lehetőségem nyílt többek között Wéber Bélával, Barabás Andorral, Barabásné Stuhl Ágnessel, Barabás Andrással, Majoros Györggyel, Hámos Gáborral, Máthé Zoltánnal érdemi konzultációkat folytatni. Több alkalommal egyeztettem Jámbor Áronnal (aki PhD értekezésem egyik bírálója is volt). Posztdoktori kutatásaim keretein belül – pécsi ösztöndíjas időszakom alatt – további terepi vizsgálatokat végeztem (elsősorban a Gyűrűfüi Riolit és a Cserdi Formáció feltárásainak újraproszektálásához kapcsolódva), valamint számos munkaórát (összesítve több hónapos nagyságrendben) eltöltöttem a kővágószőlősi anyagvizsgáló laboratóriumban, az adattárban és fúrómagraktárban (többek között az úgynevezett „Etalon-sorozat”, a XV. szerkezetkutató fúrás és a BAT-4 fúrás részletes felülvizsgálata érdekében). Szerencsésnek mondhatom magam, hiszen több alkalommal nyílt lehetőségem arra is, hogy a metamorf specialistaként elismert kutatók közül Opponensem által említett Lelkesné Felvári Gyöngyivel és Szederkényi Tiborral konzultáljak. Lelkesné Felvári Gyöngyinek (és Pál-Molnár Elemérnek) kiemelkedő szerepe volt abban, hogy a szilur képződményeket harántoló fúrások vizsgálati anyaga (fúrómagok, vágási maradékok, vékonycsiszolatok) a Szegedi Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszékének gyűjteményébe kerüljenek. Szederkényi Tibor, mint egykori tanszékvezető, szegedi tanárszaksos hallgatóként készített szakdolgozataim témavezetője volt, pécsi posztdoktori éveim során pedig számos, az aljzatkutatásokkal kapcsolatos kéziratát, jegyzetét adta át nekem, hogy ezzel is segítse kutatásaimat. A metamorf petrológia és az aljzatkutatással kapcsolatos vizsgálataim szempontjából M. Tóth Tivadar szerepét is feltétlenül ki kell emelnem. E helyen szeretném valamennyiüknek ismét megköszönni a pótolhatatlan segítséget, a stimuláló, szemléletformáló konzultációkat és a nélkülözhetetlen kutatási anyagokat.

Barabásné Stuhl, Á. 1988a: A Dél-Baranyai dombság és a Villányi hegység perm képződményeinek kutatásáról készített összefoglaló jelentés III. fejezete a perm feképződményeiről, Kéziratot jelentés, MÉV Adattár (J-3278/III), 121 p.

111. o. Nem egészen értem a fejtegetést, hogy üledékes rétegek rétegtani korrelációjában miért/hogyan játszanak szerepet a kialakulást követő, – többnyire feltehetően alpi – tektonikai hatások. Az 5. tézispontban is szerepel ilyen megállapítás: „továbbá a metamorf fejlődési út lényeges különbsége alapján a Szalatnaki Agyagpala Formáció attól egyértelműen eltérő képződmény”. A takaróroncsként számon tartott szalatnaki és horváthertelendi kőzetegyüttesek a variszkuszi tektonikai hatásokat tekintve is eltérőek lehetnek egymástól és még „önmaguk” egyéb előfordulásaitól is – ha majd megismerünk ilyeneket. Azonos formációkból felépülő különböző alpi takarók között is lehet lényeges különbség az elszenvedett átalakulásban, de még egy szerkezeti egységen belül is. Példaként éppen a Mecseki-egységből említhető, hogy a Jakabhegyi Homokkő jellemzően csak diagenetikus elváltozásokat szenvedett, de előfordul metakonglomerátumként is.

Köszönöm az észrevételt, továbbá azt, hogy Opponensem felhívta a figyelmemet a kérdés más oldalról történő lehetséges megközelítésére. Eddigi szakmai pályafutásom során megismerhettem a kőzettan (üledékes, magmás és metamorf egyaránt) és a szedimentológia (karbonátszedimentológia és sziliciklasztos diagenézis) széles (és nyilván messze nem teljes) spektrumát. Tapasztalatom szerint az üledékes kőzetekhez kapcsolódóan a sziliciklasztos kifejlődések tanulmányozása más megközelítést igényel, mint a karbonátkőzeteké. Különösen igaz ez az értekezésemben tárgyalt paleozoikumi – többségükben ősmaradványmentes, kontinentális környezetben felhalmozódott – rétegsorokra, ahol számos esetben az őskörnyezeti korrelációhoz nélkülözhetetlen elsődleges üledékképződési bélyegek már nem ismerhetők fel a betemetődési diagenézis és az azt követő metamorf átalakulások felülbélyegző hatása miatt. Az ősmaradványok alárendelt szerepe, illetve hiánya miatt az érintett képződmények rétegtani korrelációja az őslénytani korreláció eszközeivel csak erősen korlátozottan végezhető el. Ennek megfelelően rétegtani korrelációjukban kiemelt szerepe van a kőzettani korrelációnak.

Kutatómunkám során abból indultam ki, hogy az egymástól távol lévő területek variszkuszi ősföldrajzi rekonstrukcióját megfelelő megbízhatósággal csak akkor lehet megtenni, ha az üledékképződést követő folyamatok összetételre és szövetre gyakorolt hatását lépésről lépésre (a lehető legfiatalabb fázistól kezdődően) visszakövetjük. Mind a klasszikus diagenetikus folyamatok, mint a szerkezeti diagenézis és a metamorfózis olyan átalakulásokkal járhatnak, amelyek során az ásványos összetétel, a szövet, sőt a kémiai összetétel is megváltozhat, helyenként a genetikai értelmezést befolyásoló látszólagos szöveti bélyegek alakulhatnak ki. Minél idősebb egy képződmény, minél több lokális és regionális esemény nyomát viseli, annál nehezebb lehet a protolit és az üledékképződési környezet rekonstruálása. Értekezésemben az alpi metamorf hatás vizsgálatának szerepe kettős volt: egyrészt, mint felülbélyegzést, „ezt is ki kellene vonni” ahhoz, hogy az őskörnyezeti viszonyokra utaló elsődleges jellemzőket minél pontosabban meg tudjuk adni. Másrészt a Tiszai-főegység belső felépítésében kiemelt szerepet kapnak az alpi takaróképződéshez kötődő egységek. Ezek összehasonlítása természetesen nem szolgáltat közvetlen támpontot a variszkuszi ősföldrajzi korrelációhoz, de a lokális korrelációban lényeges a tisztázásuk. Munkámban nem recens vagy fiatal üledékképződési környezetek összehasonlítását végeztem el, hanem több száz millió éves, eredeti környezetüktől elszakadt, az őket ért utólagos (diagenetikus, szerkezeti és metamorf) hatások nyomait viselő kőzettestek rekonstrukcióját kíséreltem meg, ami nem lehet független a jelen fizikai formájukig és helyzetükig vezető úttól.

Ki kell emelnem, hogy amennyiben a Tiszai-főegységet – mint összetett terepmentet vagy mikrokontinentst – egységes kéregfragmentumként kezeljük, akkor a korábbi szerkezeti fázisok (kaledóniai, variszkuszi) meghatározó szerepet tölthetnek be a terepment/szubterepegek egyesülésében (pl. Császár, 2005). Ezek prealpi helyzete nem vezethető le az egyesülést követő alpi fejlődéstörténet alapján, ahhoz – véleményem szerint – litosztratigráfiai egység, illetve terepment szintű rétegtani korreláció, majd ősföldrajzi rekonstrukció szükséges.

Rendkívül érdekes kérdésnek tartom Opponensem azon megállapítását, hogy a triász Jakabhegyi Homokkő Formációba sorolt kőzet a Mecseki-egységben metamorfózist szenvedett formában is előfordul (metakonglomerátum). Erre vonatkozóan Opponensem nem említett hivatkozást, a szakirodalomban pedig erre nézve semmilyen utalást nem találtam. A Tiszai-főegységet alkotó kőzetblokkok, szerkezeti egységek korrelációja és fejlődéstörténete szempontjából – véleményem szerint – kiemelt jelentőségű lenne ennek a kifejlődésnek a jobb ismerete (metamorfózis kora és jellege: nyomás, hőmérséklet, összetétel, deformáció).

A tudományos eredményeket összefoglaló tézisek értékelése

Nagyon köszönöm Opponensem pozitív véleményét az általam megfogalmazott legtöbb tézissel kapcsolatban. Az alábbiakban a részben vagy egészben megkérdőjelezhetőnek ítélt tézisek vonatkozásában szeretném ismertetni az álláspontomat.

5. tézis: a megfogalmazottakat nem tartom kellőképpen alátámasztottnak.

Értekezésemben a rétegtani korreláción belül elsősorban közettani korrelációt végeztem. A Szalatnaki Agyagpala Formáció regionális korrelációjakor Verniers et al. (2008) beosztását vettem alapul a szilur üledékképződés jellegének összehasonlításához. A legnagyobb kiterjedésű és legrészletesebben tanulmányozott területek – Perigondwana és Északi-Gondwana – bemutatása alapján durvaszemcsés sziliciklasztos terrigén üledékek kizárólag a proximális típusba sorolt területeken, azaz az észak-afrikai szárazulat közelében (ez a típus Közép-Európában nem jelenik meg), illetve a Baltika-terrénumhoz, mint önálló paleokontinenshez tartozó területeken (pl. Małopolska-masszívum, Szentkereszt-hegység, Lengyelország) figyelhetők meg. A gondwanai disztális típusú kifejlődésekben általános jellemző a terrigén beszállítás hiánya vagy alárendelt szerepe. A többnyire kis vastagságú (helyenként <50 m) szilur rétegsort csupán fekete pala vagy medencefáciesű mészkő és meszes agyagkő váltakozása építi fel. A Cseh-masszívumban számos területen (pl. Prágai-medence) előforduló, ösmaradványokban gazdag szilur képződmények ezt a disztális kifejlődését képviselik. Ennek megfelelően, bár izokron képződmények lehetnek, a Cseh-masszívum szilur képződményei regionálisan eltérő területnek (Északi-Gondwana és Perigondwana) felelnek meg, míg a Szalatnaki Agyagpala Formáció nagy valószínűséggel a baltikai eredetű durvatörmelékes kifejlődéshez tartozik (korban nem, de térben és litológiaiilag egyaránt elkülönülnek, oldalirányban nem fogazódhattak össze egymással egy kifejlődési területen belül, azaz nem heteropikus fáciesek lokális üledékgyűjtő léptékben). A korban és térben is rokonítható Małopolska-masszívum szilur kifejlődéseivel litológiai hasonlóságot (nem kőzetazonosságot) is felfedeztem, ami a korreláció – és így a megfogalmazott tézis – alapja volt.

Amennyiben önmagában az izokron jelleg elegendő ahhoz, hogy a Szalatnaki Agyagpala kőzetei és az attól a szilur üledékképződés idején regionálisan elkülönülő, jelenleg a Cseh-masszívumból ismert képződmények heteropikus fáciesek legyenek, akkor valamennyi azonos korú szilur képződmény (területi elterjedéstől és litológiától függetlenül) heteropikus. Ebben a tág megközelítésben véleményem szerint értelmét veszíti a regionális (és ösföldrajzi) korreláció.

7. tézis: az alátámasztására használt adatok alapján – mint fentebb is érintettem, véleményem szerint – nem zárható ki a Tésenyi Homokkő és a Radlovaci Komplexum rokonsága, heteropikus kapcsolata – akár egy kifejlődési területen belül.

A kapcsolódó kérdéskört érintő részletes válaszomban kifejtettem, úgy vélem, részben a földtani háttérrel kapcsolatos bizonyos megállapítások, részben a közölt kőzetösszetételi adatok egy része elkerülte Opponensem figyelmét. A rétegtani és kőzetösszetételi adatok bemutatott különbsége egyértelműen eltérő és elkülönülő üledékképződési környezetet jelez (Radlovaci Komplexum: sekélytengeri, finomszemcsés kifejlődés, közvetlen kapcsolat idősebb tengeri képződményekkel; Tésenyi Homokkő: kontinentális, durvatörmelékes, kőszéntartalmú kifejlődés, a kristályos aljzatra települve), szignifikánsan eltérő forráskőzetekkel. A Tésenyi Homokkő Formáció és a Radlovaci Komplexum karbon üledékképződési területe nagy valószínűséggel elkülönült egymástól, majd,

mint önálló kőzettestek, eltérő fejlődési utat jártak be (pl. a Radlovaci Komplexumban variszkuszi metamorfózis, továbbá alpi felülbélyegzés is igazolt). Természetesen – a tudományos megismerés korlátai miatt – teljes mértékben nem zárható ki az egykori heteropikus jelleg, azaz az „izokron összefüggő képződési terület”, de véleményem szerint erre jelenleg nincs litosztratigráfiai bizonyíték (azaz oldalirányban nem fogazódott össze a Tésenyi kontinentális üledék a Radlovaci Komplexum finomszemcsés, tengeri kifejlődésével egy üledékgyűjtő medencén belül). Az 5. tézisnél tett megjegyzéshez hasonlóan, ha az üledékképződés helyére és környezetére utaló kőzetösszetételt, a kapcsolódó átalakulásokat és a tektonometamorf fejlődési utat teljes mértékben elhanyagoljuk a korrelációnál, továbbá csak az izokron jelleget vesszük alapul, akkor valamennyi felső-karbon kifejlődés (területi elterjedéstől és litológiától függetlenül) heteropikus lenne egymással. Értekezésemben nem ezt a tág, regionális léptékű megközelítést alkalmaztam a fáciesek lehatárolásakor.

9. tézis: elfogadom, de az utolsó bekezdésben feltételes módon megfogalmazott állításokat én sem érzem kellőképpen bizonyítottak.

A konkrét megjegyzésre adott válaszomban részleteztem, hogy a bizonytalanság véleményem szerint természetes következménye a földtudományi megismerés korlátainak. Az adott tézisrész alapjául szolgáló kevés adat nem a munkahipotézis megfogalmazását és a reálisan elképzelhető következtetések levonását korlátozza, hanem azok bizonytalanságát növeli, amit a megfogalmazásban érzékeltettem. Földtörténeti léptékű (jelen esetben a múltban százmillió éves nagyságrendben történt) események rekonstrukciójakor még nagyszámú adat esetén sem lehet 100%-os bizonyossággal megállapítani összefüggéseket, ami a feltételes módban tett megfogalmazást indokolja.

10. tézis: a fentiekben megfogalmazott észrevételek szerint csak részben tudom elfogadni.

A 10. tézis a Tésenyi Homokkő Formáció ösföldrajzi kapcsolatának eredményeit foglalja össze. A kapcsolódó megjegyzésre adott válaszomban bemutattam, hogy véleményem szerint a karbon rétegsor korrelációja szempontjából lényegi kérdés, hogy az egykori üledékgyűjtő medence a Cseh-masszívumtól keletre vagy délnyugatra (esetleg délre) helyezkedett el. Elképzelhető, hogy a „Tari által felvetett probléma megoldódik akkor is, ha a Tiszai-főegységet nem nyugatra, hanem keletebbre toljuk”, ahogy azt Opponensem megjegyezte. A paleozoikum képződményekre ezt viszont eddig semmilyen korrelációs munka nem igazolta, hiszen az említett Szulc tanulmány középső triász fejlődéstörténetet taglalt. A karbon ösföldrajzi kép pontosítása és a kőzettani korreláció érdekében végeztem el az értekezésemben bemutatott összehasonlítást (kitérve a potenciális délnyugati, déli területekre is), aminek része volt a paleohidrológiai és a fluidumevolúciós kapcsolat feltárása. Ezek vezettek a kérdéses tézis első bekezdésében megfogalmazott új tudományos eredményekhez. Az általam alkalmazott megközelítés alapja az volt, hogy a következtetések levonása szempontjából a tudományos igényű összehasonlító kutatás relevánsabb eredménnyel járhat, mintha csupán a középső triász rekonstrukciót elfogadva „keletebbre toltam volna” a Tiszai-főegységet.

A 12. tézisben közli Szerző a Gyűrűfüi Riolit Formáció és a határoló képződmények kőzettani-ásványtani vizsgálatának fontos új eredményeit, de a belőlük levont ösföldrajzi és sztratigráfiai következtetésekkel (utolsó két bekezdés) nem értek egyet, azokat nem fogadom el.

A Korpádi Homokkő és a Gyűrűfői Riolit Formáció rétegtani és ősföldrajzi kapcsolatának feltárását, a klímajelző kőzettani bélyegek alapján feltételezhető őskörnyezetben az üledékképződés jellegét, a heteropikus fáciesek definiálását értekezésemben más szemszögből közelítettem meg, mint Opponensem. Ez lehet az oka annak, hogy az értelmezésünk nincs összhangban. A kapcsolódó megjegyzéseknél – szakirodalmi megállapításokkal alátámasztva – részletesen kifejtettem azokat a kulcsfontosságú szempontokat, amelyek alapján a tézisben szereplő következtetéseket levontam. Indokaim alapján a tézisben közölt új tudományos eredményeket fenntartom.

Végezetül megköszönöm Opponensemnek, hogy elvállalta MTA doktori értekezésem bírálatát. Külön köszönöm, hogy megjegyzéseivel, hasznos tanácsaival segítette munkámat. Ezeket a jövőben figyelembe veszem a litosztratigráfiai és korrelációs kérdések megválaszolásakor.

Szeged, 2022. április 26.

Tisztelettel:



Raucsikné Varga Andrea