

**Pécsi Tudományegyetem**

**Földtudományok Doktori Iskola**

Dr. Sebe Krisztina

**A Délkelet-Dunántúl késő-miocén–kvarter szerkezetfejlődése**

Habilitációs tézisek

**2015**

**Pécs**

## *Bevezetés*

Doktori disszertációmban a Mecsek fiatal, neogén–kvarter szerkezetfejlődését vizsgáltam geológiai, geofizikai és geomorfológiai adatok és módszerek integrált alkalmazásával. A munka a Bodai Aleurolit (ma már Agyagkő) Formáció mint a nagy aktivitású radioaktív hulladékok potenciális befogadóköze kutatásához kapcsolódott, alapkérdése a terület hosszú távú tektonikai stabilitása volt. A disszertáció készítése során az eredmények mellett világossá váltak a továbblépést hátráltató tényezők is, melyek közül a legfontosabb a pannon-tavi képződmények sztratigráfiájának elavultsága a területen: a Dunántúli-középhegységgel és a medenceterületekkel ellentétben a Mecsekben és környékén nem történt meg a rétegsor átfogó lito- és biosztratigráfiai újraértékelése az elmúlt két évtized Pannon-tóra vonatkozó új ismereteinek tükrében. A Pannon-tó üledékeinek lerakódása a Kárpát-medence DNy-i részén egybeesett a neotektonikai fázis kezdetével, a medenceléptékű kompressziós feszültségtér kialakulásával, így lerakódási koruk ismerete elengedhetetlen a tektonikai események datálásához.

Ez az időbeli egybeesés jó lehetőséget kínál alapkutatási kérdések megválaszolására is. A Kárpát-medence geodinamikai történetében a termális süllyedéssel jellemzett poszt-rift fázis és a kompresszió uralta medenceinverzió közti váltás nem pillanatszerű volt, hanem egy átmeneti időszakot jelentett, amikor a termális süllyedést kompressziós események szakították meg (Csontos 1995). Az inverzió DNy-on kezdődött a késő-miocénben és innen terjedt tova ÉK felé (Fodor et al. 2005). Kezdeti szakaszáról viszonylag kevés ismerettel rendelkezünk, mind pontos idejét, mind mechanizmusát illetően. Ennek nyomozására DNy-on kínálkozik lehetőség, ahol a kompresszió legkorábban lépett fel és a Pannon-tó üledékeinek lerakódása a legtovább tartott, így rendelkezésre álltak deformálható szintektonikus üledékek.

A PhD fokozat megszerzése után az egyetemre visszakérülve lehetőségem nyílt tudományos kutatási pályázatok benyújtására a fenti kérdések vizsgálata céljából. Azóta posztdoktori OTKA-projekt, Magyary Zoltán- és Bolyai János-ösztöndíj, valamint PTE pályázatok támogatásával vizsgálom a Mecsek és környéke fiatal fejlődéstörténetét. Előadásomban a jelenleg is intenzíven folyó munka eddigi eredményeit mutatom be. Ezek a téma jellegéből fakadóan számos szakemberrel való együttműködés során születtek, közülük Konrád Gyula, Csillag Gábor, Magyar Imre, Sztanó Orsolya és Pazonyi Piroska nevét emelem ki. Szakdolgozat, diplomamunka és TDK-munka keretében földtudományi, földrajz és biológia szakos hallgatók kapcsolódtak be a kutatásba.

### *Célkitűzés*

A Kárpát-medence nyugati peremén a részmedencék (pl. Zalai-medence) tavi rétegsorában kimutatták, hogy az inverzió a süllyedési ráták differenciálódásával kezdődött, még a termális süllyedés utolsó szakaszában (Uhrin 2011). Nem ismert azonban, hogy hogyan zajlott a két tektonikai fázis közti átmenet a kiemelt alaphegységi területeken. Munkámban a következő kérdéseket igyekszem megválaszolni: Milyen kinematikájú szerkezeti események zajlottak és pontosan mikor? Elfedték-e a Pannon-tó üledékei az alaphegységet? Ha igen, milyen mértékben és mennyi ideig? Milyen szinszediment deformáció érte őket? Általánosságban: mikor váltotta fel emelkedés az általános medencesüllyedést és ez időben hogyan viszonyult a kompresszió első megjelenéséhez? Mi volt ezután a ma fedetlen alaphegység emelkedéstörténete? E kérdések megválaszolásához kiemelten a Dél-Dunántúl egyik legjelentősebb töréses övét, a Mecsekalja-övet vagy Mecsekalja diszlokációs zónát vizsgálom, de a kutatások kiterjednek a tágabb környezetre, beleértve a Villányi-hegységet is. A kiemelt alaphegység fő mozgásai a Mecsekalja-öv mentén zajlottak, és érintették a zónában ma erősen tektonizált helyzetben előforduló pannon-tavi üledékeket is. A célok megvalósításához a részben már rendelkezésre álló szerkezetföldtani mérések mellett rétegtani-ősföldrajzi kérdéseket is tisztázni kell: áttekinteni a Mecsek környékének pannon-tavi képződményeit, tisztázni az egyes képződmények tulajdonságait, térbeli helyzetét, egymáshoz való viszonyát, lerakódási környezetüket és korukat.

### *Módszerek*

A komplex módszertanú munka a pannon-tavi rétegsor rétegtani, szerkezetföldtani és szedimentológiai elemzésére koncentrál, de tanulmányozza a fiatalabb képződményeket is. A tektonikai események korolása elsősorban a pannon-tavi üledékek rétegtanának biosztratigráfiára alapozott revíziójára támaszkodik. A munka része a fúrési rétegsorok és felszíni feltárások szisztematikus, együttes vizsgálata, archív ősmaradványadatok feldolgozása és újak gyűjtése, a lito- és biosztratigráfiai adatok egységes értelmezése. A medenciléptékű képbe való beilleszthetőség végett az értékelés során törekszünk a medencebeli és peremi összletek korrelációjára. Ehhez felhasználjuk a már kidolgozott biosztratigráfiai beosztásokat, az üledékes egységek besorolásánál pedig az MTA Rétegtani Albizottság Neogén II. (Pannóniai) munkabizottságának kialakítás alatt álló litosztratigráfiai

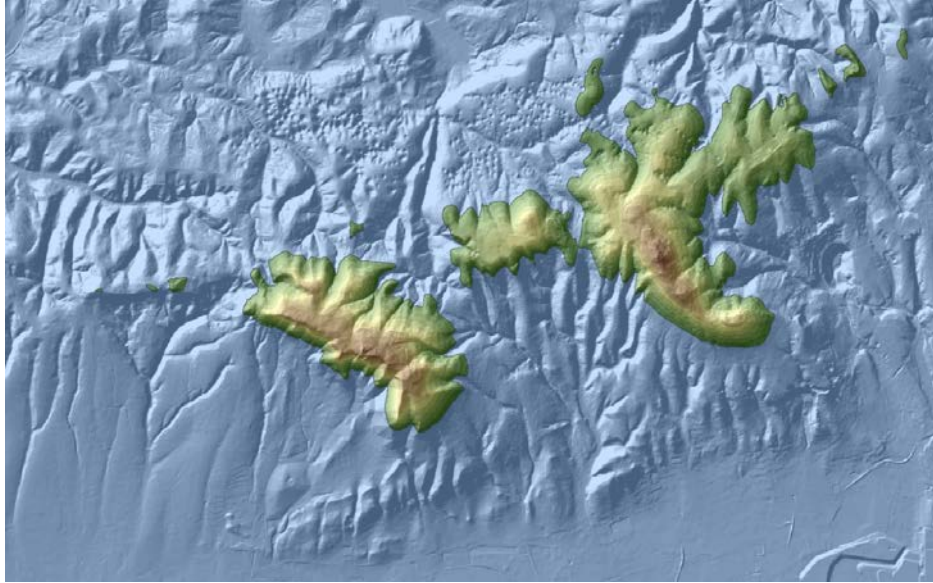
nevezéktanát alkalmazzuk. Az új őslénytani adatok túlnyomórészt célzott molluszkagyűjtésekből, kisebb részben mikropaleontológiai (szerves vázú mikroplankton) vizsgálatokból származnak. A gyűjtést földrajzilag nagy területet lefedő helyekről, különböző litológiájú összletekből végeztük. A munka során előkerült számos más ősmaradvány is, elsősorban makroflóra, melyek szintén fontos ősföldrajzi adatokat hordoznak. Az alaphegység emelkedéstörténetének számszerűsítéséhez a Villányi-hegységben módszertani újjáértékelésként őslénytani adatokat alkalmazunk.

### *Új tudományos eredmények*

1. A hagyományosan „alsó-pannóniai”-ként említett mecseki fehér mészmárgák viszonylag homogén rétegsora nem tartalmaz elzártásra, sekély vízre, időszakos kiszáradásra utaló üledékeket. Az összletből gyűjtött fauna szublitorális környezetet és 9-11 millió éves kort (*Congeria czjzeki* molluszkazóna) jelez. Ez alapján a pannóniai korszak első felében a Mecsek közelebbi és távolabbi előterében nem a korábban leírt lagúna, hanem nyíltvízi környezet lehetett jellemző. A rétegsor litosztatigráfiai szempontból a Csákvári Agyagmárga helyett inkább a nyíltvízi Endrődi Marga Formációval rokonítható (cf. Magyar et al. 2004). A makroflóra-leletanyag és a rétegsor litológiája alapján ekkor a hegységnek viszonylag jelentős része még szárazulat volt, a klíma meleg, viszonylag kevés és/vagy időszakos csapadékkal.
2. A helyi származású anyagból felépülő partközeli törmelékes összlet, a Kállai Formáció kevesebb kavicsot és több homokot tartalmaz, mint a Dunántúli-középhegységben. Kifejlődése a Kelet-Mecsekben jobban hasonlít a középhegységihez, esetenként felismerhető a helyi delták szerkezete; uralkodóan gránit lepusztulásából származó törmelék alkotja. A Nyugat-Mecsekben nem jellemzőek a delták és a jellemző szemcseméret finomabb. A publikált molluszkadaatok újraértékelése és az új gyűjtések alapján ezek az üledékek, beleértve az „alsó-pannóniainak” leírt (pl. Ferenczi 1937, Kleb 1973) feltárásokat, túlnyomórészt fiatalok, a Prosodacnomya zónába (<8 Ma) tartoznak. A Kállai Formáció fő tömegének faunával igazolt kora így jóval fiatalabb a Dunántúli-középhegységben megállapítottnál.
3. A Pannon-medencét feltöltő, távolról hordalékot szállító nagy progradáló deltarendszer üledékeit, a korábbi Somlói és Tihanyi Formációkat az Újfalu Formáció

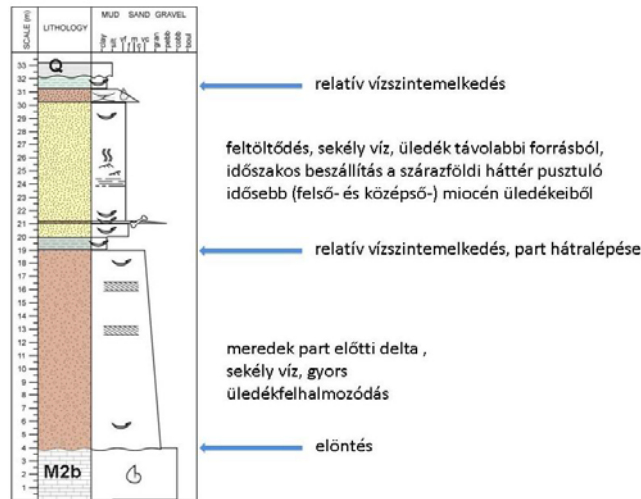
részének tekintjük (Magyar 2010, Sztanó et al. 2013). Ezek kifejlődése szintén eltér a dunántúli-középhegységitől. A sekélyvízi kifejlődésekben kevesebb a lignitréteg, nincs vagy alig van mocsári fauna, a csigák dominálta és gyökeres növényzettel benőtt litorális környezetnek alig van nyoma. Mind a makroszkópos litológiai jellegek (helyi anyagú homok- és kavicsbetelepülések), mind a mikromineralógiai adatok arra utalnak, hogy az alpi-kárpáti eredetű hordalékhoz hozzákeveredett a helyi forrásból származó anyag. Őslénytani adatok alapján az Újfalui Formáció Mecsek környéki üledékei szintén a *Prosodacnomya/Congeria rhomboidea* molluszkazonákba tartoznak, azaz 8 Ma-nél fiatalabbak.

4. A poszt-rift termális süllyedés folyamán megjelenő első kompressziós esemény hatása Pécs-Danitzpuszta homokbányájában tanulmányozható. A Mecsek-alja-öv egyik vetője mentén zajló feltolódás a rétegsor gyűrődését, töréses deformációját, a rétegdőlés folyamatos változását eredményezte. Az esemény kora a szintektonikus üledékekből gyűjtött molluszkafauna alapján 9,5-10 Ma közé tehető (*Congeria czjzeki* kron). Ezt még nem a mai (neotektonikus) kompressziós feszültségtér létrejöttéhez kapcsolhatjuk, hanem a szarmata végi inverzióhoz (Horváth et al. 2006) hasonlóan a poszt-rift fázison belül egy átmeneti, rövid idejű eseménynek tekinthetjük.
5. 8 Ma környékén erőteljes transzgresszió indult meg, a peremi területek mindenhol víz alá kerültek, amit a Kállai Formációba sorolható kavicsos-homokos összlet lerakódása jelez (1. ábra). Ez az esemény vagy helyi (regionális) tektonikus süllyedéssel, vagy általános vízszintemelkedéssel magyarázható, mely utóbbinak nyomait a Kárpát-medencében másutt is kimutatták (Magyar 2010, Juhász et al. 2007). Valamivel később, de még ugyanebben a biokronban érte el az északról progradáló nagy deltarendszer is a Mecsek környékét.



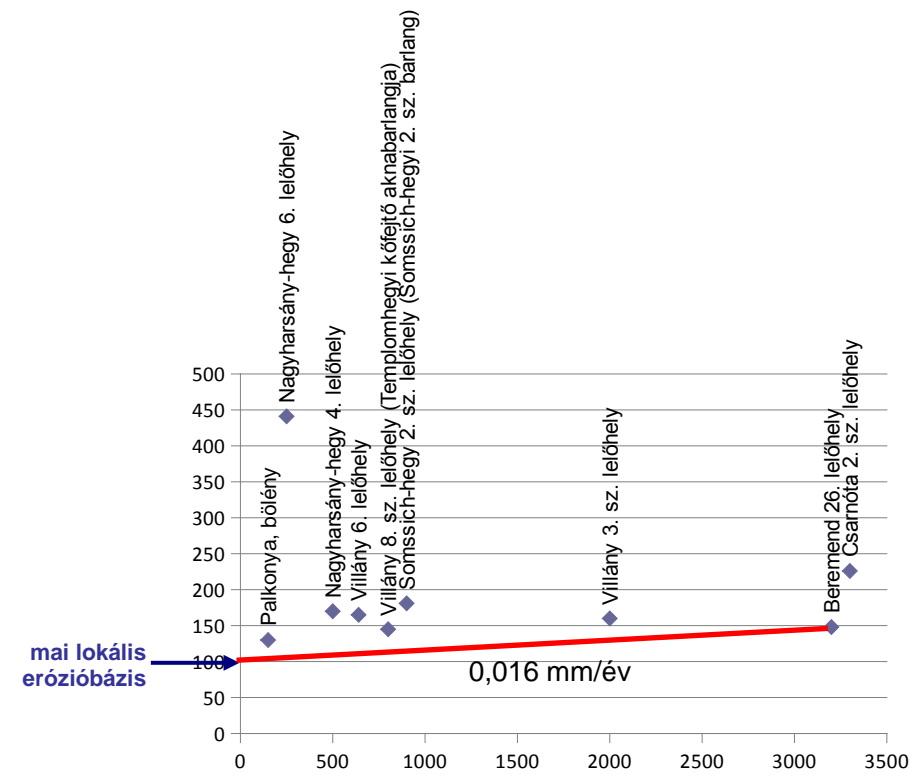
**1. ábra** A Mecsek ősföldrajzi képe a Prosodacnomya kronban (8-6 Ma), a legnagyobb vízborítottság idején, a minimális bizonyított elöntést feltételezve. A vízfelszín fölé emelkedő szigetek kiterjedése minden valószínűség szerint ennél is kisebb volt.

6. Valószínűleg már a neotektonikus inverziós fázishoz (cf. Bada et al. 2007) köthetők azok a szinszediment vetőmozgással magyarázható, túlnyomórészt transzpressziós jellegű szerkezetek, amelyek a legnagyobb területen elterjedt, biosztratigráfiai alapon 8 Ma utáni peremi homokösszletekben láthatók, és így megadják az inverziós fázis kezdetének korát.
7. Ettől az időponttól a Pannon-tó feltöltődéséig (itt ~6,5 Ma, Magyar et al. 2013) a szerkezeti mozgások és a tőszintváltozások többször változó, a medencebelsőben tapasztalhatónál bonyolultabb összjátéka határozta meg az ősföldrajzi és üledékképződési viszonyokat. Erre utal a korábbi tavi üledékek újrafeldolgozása (2. ábra), valamint a litorális és szublitorális üledékek és faunák váltakozása, illetve keveredése is. Az egymást gyorsan, egy biokronon belül követő relatív süllyedés és kiemelkedés tovább erősítik azt a képet, hogy a medenceinverzió megindulása ezen a területen sem egy határozott lépésben, hanem rövidebb, akár ellentétes kinematikájú tektonikai események során történhetett.



2. ábra Relatív vízszintingadozások megnyilvánulása a Mórággyi-rög déli peremén, a himesházi homokbánya pannóniai rétegsorában

8. A Pannon-tó feltöltődése után a korábbi ismeretekkel összhangban emelkedést, rátolódást, transzpressziós tektonikát lehetett kimutatni a Mecsekben. A mozgások a Mecsekalja-öv mentén zajlottak, ahol az alaphegységi kőzetblokkok oldalirányú „kiszökése” is nyomozható volt. Míg a Mecsekben a késő-miocén–kvarter hiátus miatt az események pontos korolására nincs lehetőség, a Villányi-hegységben biosztratigráfiai adatok segítségével pontosítani tudtuk a szerkezetfejlődésre vonatkozó ismereteket ebben az időszakban. Viszonylag gyors, 0,1 mm/év rátájú posztmiocén exhumációt (emelkedést) követően a 3,3 Ma utáni időszakban a függőleges mozgások erős lassulása (0,016 mm/év) vagy stagnálása jellemző (3. ábra). Az elhanyagolható mértékű késő-pliocén–kvarter vertikális mozgást az emelkedő Mecsek és a süllyedő Dráva-medence közti átmeneti helyzettel magyaráztam. Ez alátámasztja a Dél-Dunántúlra feltételezett nagy hullámhosszú gyűrődés modelljét (Fodor et al. 2005).



**3. ábra** Az alaphegység exhumációját jelző, ősmaradvány-tartalmú feltárások korának és magasságának összefüggése a Villányi-hegységben

#### Hivatkozások

- Bada G., Horváth F., Dövényi P., Szafián P., Windhoffer G., Cloething, S. 2007: Present-day stress field and tectonic inversion in the Pannonian basin. *Global and Planetary Change* 58, 165–180.
- Csontos, L., 1995. Tertiary tectonic evolution of the Intra-Carpathian area: a review. *Acta Vulcanol.* 7/2, 1–13.
- Ferenczi I. 1937: Adatok a Pécs környéki harmadkori medencerész földtani viszonyainak ismertetéséhez. *Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1929-32-ről*, pp. 365-406.
- Fodor L., Bada G., Csillag G., Horváth E., Ruskiczay-Rüdiger Zs., Palotás K., Síkhegyi F., Timár G., Cloething, S., Horváth, F. 2005: An outline of neotectonic structures and morphotectonics of the western and central Pannonian Basin. *Tectonophysics* 410, 15-41.
- Horváth, F., Bada, G., Szafián, P., Tari, G., Ádám, A., Cloething, S. 2006: Formation and deformation of the Pannonian basin: Constraints from observational data. In: Gee, D.G.,



- Stephenson, R.A. (eds): European Lithosphere Dynamics, Geological Society, London, Memoirs, 32, pp. 191-206
- Juhász Gy., Pogácsás Gy., Magyar I., Vakarcz G. 2007: Tectonic versus climatic control on the evolution of fluvio-deltaic systems in a lake basin, Eastern Pannonian Basin. *Sedimentary Geology* 202, 72–95.
- Kleb B. 1973: A mecseki pannon földtana. A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve LIII/3, pp. 750-943.
- Magyar I. 2010: A Pannon-medence ősföldrajza és környezeti viszonyai a késő miocénben. GeoLitera Kiadó, Szeged, 140 p.
- Magyar I., Juhász Gy., Szuromi-Korecz A., Sütő-Szentai M. 2004: A pannóniai Tótkomlói Mészmarga Tagozat kifejlődése és kora a Battonya-pusztaföldvári-hátság környezetében. *Földtani Közlöny* 133, 521-540.
- Sztanó O., Magyar I., Szónoky M., Lantos M., Müller P., Lenkey L., Katona L., Csillag G. 2013: A Tihanyi Formáció a Balaton környékén: típusjelvény, képződési körülmények, rétegtani jellemzés. *Földtani Közlöny* 143/1, 73–98.
- Uhrin A. 2011: Vízsztinváltozási ciklusok és kialakulásuk okai a késő-miocén Pannon-tó egyes részmedencéiben. PhD disszertáció, ELTE, Budapest, 127 p.

*A tézisek alapjául szolgáló publikációk*

- Budai S., Sebe K., Nagy G., Magyar I., Sztanó O. 2015: Lake level fluctuations and various delta types in a Pannonian (Upper Miocene) sedimentary sequence at Hímesháza (Eastern Mecsek Mountains, SW Hungary). In: Bartha I-R., Kriván Á., Magyar I., Sebe K. (szerk.): Neogene of the Paratethyan Region. 6th Workshop on the Neogene of Central and South-Eastern Europe. An RCMNS Interim Colloquium. Programme, Abstracts, Field Trip Guidebook. 2015.05.31-06.03, Orfű. Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, p. 23.
- Csillag G., Fodor L., Sebe K., Müller P., Ruzkiczay-Rüdiger Zs., Thamóné Bozsó E., Bada G. 2010: A defláció szerepe a Dunántúl hegységi és dombvidéki területeinek felszínfejlődésében (The role of wind erosion in the surface development of Transdanubia during the Quarternary). *Földtani Közlöny (Bulletin of the Hungarian Geological Society)* 140/3, 445-468.
- Hably L., Sebe K. 2015: Új késő-miocén melegkedvelő flóra Pécs-Danitzpusztáról. Abstract, In: Bosnakoff M., Dulai A. (szerk.): 18. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Varbó, 2015. Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető. Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, pp. 16-17.
- Konrád Gy., Sebe K. 2010: Fiatal tektonikai jelenségek új észlelései a Nyugat-Mecsekben és környezetében. *Földtani Közlöny* 140/2, pp. 445-468.
- Konrád Gy., Sebe K. 2013: Perm-triász és pannóniai törmelékes üledékek a Mecsekben. Kirándulásvezető, terepbejárás az MTA Szedimentológiai Albizottsága és az MFT Általános Földtani Szakosztálya szervezésében, 2013.04.12-13., 38 p.
- Konrád Gy., Sebe K. 2014: Problems of integrating data of a complex fault zone into a database. Proceedings, XX Congress of the Carpathian-Balkan Geological Association, 24-26 September 2014, Tirana, Albania, Buletini Shkencave Gjeologjike, Special Issue 2014, Vol. 2, p. 461. [ISSN 0245-5276]

- Konrád Gy., Kordos L., Sebe K. 2010: Danitz-pusztai homokbánya, Pécs, Mecsek. Őslényvadászlat a Pannon-tó peremén. In: Haas J. (szerk.): A múlt ösvényein. Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, pp. 160-164.
- Konrád Gy., Sebe K., Halász A., Halmai Á. 2010: A Délkelet-Dunántúl földtani fejlődéstörténete – recens analógiák. Földrajzi Közlemények 134/3, 251–265.
- Ledő T., Konrád Gy., Sebe K. 2013: Extrusional deformation along a major transpressional mountain front: Mecsek Mts., SW Hungary. Abstract book, 11th Meeting of the Central European Tectonic Studies Group (CETeG), Várgesztes, Hungary, 24-27. April 2013., pp. 42-43.
- Nagy G., Magyar I., Sebe K. 2014: Késő-miocén molluszkafauna a Mórággyi-rög peremén (Himesháza). Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető, 17. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, 2014. május 29–31. Győr, p. 26.
- Rofrics N., Magyar I., Sebe K. 2014: Puhatestű fauna Pécs-Danitzpuszta késő-miocén korú mészmárgáiban. Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető, 17. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, 2014. május 29–31. Győr, p. 31.
- Sebe K. 2013: Ventifacts in the Mecsek region (SW Hungary) – climatic interpretation and tectonic implications. Zeitschrift für Geomorphologie 57/3, 305–323.
- Sebe, K., Konrád, Gy. 2009: Post-conference excursion: Paleogeographic relations of the Mecsek region and the Mecsek-alja Dislocation Zone. Field guide, 7th Meeting of the Central European Tectonic Studies Group (CETeG), Pécs, 13-16 May 2009, 9 p.
- Sebe K., Konrád Gy., Magyar I. 2013: A legmagasabban fekvő mecseki pannon-tavi üledékek helyzete és kora. Földtani Közöny 143/1, 445–468.
- Sebe K., Pazonyi P., Gasparik M., Szujó G. L. 2014: A Villányi-hegység emelkedéstörténete őslénytani adatok alapján. Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető, 17. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, 2014. május 29–31. Győr, pp. 31–32.
- Sebe K., Magyar I., Csillag G., Sztanó O. 2015a: A mecseki pannóniai üledékek rétegtana: új adatok, eredmények és kérdések. Konferenciaközlemény, in: Dályay V., Sámson M. (szerk.): Tisia Konferencia. Pécs, 2015. február 27-28. Magyarhoni Földtani Társulat, Pécs, pp. 72–76. ISBN 978-963-8221-56-8
- Sebe K., Pazonyi P., Gasparik M., Szujó G.L. 2015b: Uplift history of the Villány Hills (SW Hungary) based on paleontological data. Geophysical Research Abstracts 17, EGU2015-13518, 2015, EGU General Assembly 2015
- Sebe K., G. Csillag, A. Dulai, M. Gasparik, I. Magyar, I. Selmeczi, M. Szabó, O. Sztanó, A. Szuromi-Korecz 2015c: Neogene stratigraphy in the Mecsek region. In: Bartha I-R., Kriván Á., Magyar I., Sebe K. (szerk.): Neogene of the Paratethyan Region. 6th Workshop on the Neogene of Central and South-Eastern Europe. An RCMNS Interim Colloquium. Programme, Abstracts, Field Trip Guidebook. 2015.05.31-06.03, Orfű. Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, pp. 102-124. ISBN 978-963-8221-57-5
- Sebe K., Hably L., Dolezych, M. 2015d: New macroflora from the Upper Miocene of the Mecsek Mts., Hungary. In: Bartha I-R., Kriván Á., Magyar I., Sebe K. (szerk.): Neogene of the Paratethyan Region. 6th Workshop on the Neogene of Central and South-Eastern Europe. An RCMNS Interim Colloquium. Programme, Abstracts, Field Trip Guidebook. 2015.05.31-06.03, Orfű. Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, pp. 83-84.

- Sztanó O., Sebe K., Magyar I., Csillag G. 2015: Turbidites as indicators of paleotopography, Late Miocene Lake Pannon, Western Mecsek, Hungary. *Geologica Carpathica* 66/4, 331–344.
- Thamó-Bozsó E., Sebe K., Kónya P. 2014: An attempt to distinguish local and distal Upper Miocene deltaic sediments around the Mecsek Mountains (SW Hungary) based on mineralogical data. Abstract, in: Bábek, O., Matys Grygar, T., Uličný, D. (Eds.): Abstracts. Central European Meeting of Sedimentary Geology, Olomouc, Czech Republic, June 9 to 13, 2014. Palacký University, Olomouc, pp. 102-103.