

Környezettörténet éves felbontással

A K 67.583 sz. OTKA pályázat zárójelentése

Kázmér Miklós

Eötvös Loránd Tudományegyetem,
Óslénytani Tanszék
Budapest
mkazmer@gmail.com

A környezettörténet talán erdőtörténetként született, történeti ökológiaként nevelgették a botanikusok és a történészek és most a földtudományok művelői is helyet kérnek társaságukban. Célunk, hogy a történeti forrásokkal megközelíthető időszakokat minden rendelkezésre álló – természettudományi, régészeti és történettudományi – eszközzel vizsgáljuk.

A geológia, az archeológia és a história ugyanazt az eseménysort vizsgálják, csak más szempontból, más források alapján és eltérő vizsgálati módszerekkel. Eltérő léptékű – évmillió, évezredes, éves – időskálájuknak van egy átfedő szakasza: ez az ember tevékenységének, különösen pedig az írásbeliségnek az ideje. Mindhárom diszciplína közös jellemzője, hogy véletlenszerűen és mindig hiányosan megőrződött dokumentációból kísérli meg kiolvasni a múltat. A geológia nagy könnyebbsége, hogy forráskritikájának általában nem része a hamisítványok kiszűrése: a természet nem hamisít, legfeljebb nem értjük, amit mond.

A régészet az emberkéz alkotta tárgyi emlékeket kutatja, az emberi tevékenység nyomait keresi, vizsgálja. Az emberalkotta tárgyak fejlődési sora alapján – újabban fizikai módszereket segítségül hívva – állítja fel kronológiáját.

A történettudomány, a história az ember alkotta írott, rajzolt dokumentumok széles skálájának felhasználásával az emberi társadalom történetét kívánja megírni. Forrásai elsősorban írott és rajzolt dokumentumok, melyeket – valódiságuk és időbeliségük gondos ellenőrzése után – mint az emberi tevékenység, viselkedés és gondolkodás tanúit használja fel a humán történelem menetének, mozgatórugóinak, törvényszerűségeinek vizsgálatában (KÁZMÉR, 2009a).

E három tudományterület módszertanát, világlátását kívántuk alkalmazni olyan események megismerésében, amelyek a társadalom valamely szeletének életét alapvetően befolyásolták. Eredményeinket – a megjelent publikációk tükrében – az egyes szakterületek szerint csoportosításban az alábbiakban mutatjuk be röviden.

Környezetünk évszázados történetére alapvetően három tudományág, a geológia, az archeológia és a história szolgáltat adatokat. Ezeket esetünkben kiegészíti a dendrokronológia, amely vizsgálati módszerként adódhat hozzá bármelyik témához. Projektünk ezen területek szemléletmódjával és módszereivel nyert információkat kísérelt meg egymással párhuzamba állítani, korrelálni és egymás tükrében értelmezni.

1. táblázat. A környezettörténeti folyamatok, a vizsgált helyszínek és publikációink kapcsolata a geológia-archeológia-történelem-triászával.

	Téma	Altéma	Publikáció	Geológia	Archeológia	História	Dendro-kronológia
<i>Egyedi események</i>							
a-c	Földrendések	Margat	Kázmér (2008), Kázmér & Major (2010, 2011)	X	X	X	
		Chiang Mai	Kázmér et al. (2011)	X	X	X	
		Prambanan	Kázmér & Hariyadi (2011)	X	X	X	
d	Vulkán-kitörések	Szantorin	Kern (2008)	X		X	X
e	Árvíz	Biwa-tó	Imada et al. (2008), Sho & Kázmér (2008, 2009)	X		X	X
f	Fagy	Kelemen-havasok	Kern & Popa (2008)	X		X	X
<i>Folyamatok</i>							
a	Növekedés	Otolit	Kern et al. (2012)	X			X
b	Rovarrágás	Gyapjaslepke-gradáció	Hatvani (2008)			X	X
c	Erózió		Kóródy et al. (2009a, b)	X		X	X
d,	Környezet-szennyezés	Urán	Siklóssy et al. (2011)	X		X	X
e		Kén	Kern et al. (2009c)			X	X
f	Vízszint	Balaton	Kern (2009), Kern et al. (2009)	X		X	X
g-k	Éghajlat	Hőmérséklet	Popa & Kern (2008), Kern & Popa (2008, 2009), Kern et al. (2013)	X		X	X
		Csapadék	Kern et al. (2009, 2011a,b), Fang et al. (2012a,b)	X		X	X
l	Tektonika		Kázmér & Taborósi (2012a,b), Taborósi & Kázmér (2013)	X	X	X	
m	Evolúció		Hadid et al. (2012)	X		X	

Az elfogadott projekt meglehetősen szabadságot adott a tényleges kutatási résztémák kiválasztásában és ezzel a lehetőséggel éltünk is.

Eredményeinket a fenti táblázat alapján csoportosítjuk: A) egyedi események; B) folyamatok leírása.

A) EGYEDI ESEMÉNYEK

- a) *Földrendések* – Két nagyobb, egymásra következő földrengés által okozott sérüléseket azonosítottunk Margat (arabul al-Marqab) keresztres várában, Szíria tengerparti régiójában. V- és U-alakú falsérülések, egyoldali és szimmetrikus sarokomlások, valamint a falak megnyúlását történeti és régészeti módszerekkel datáltuk. A keresztres időszakra (Kr. u. 1170–1285) datált idősebb sérülések ÉK-DNy rezgés következtében keletkeztek, valószínűleg az 1202-es földrengés következtében. Az 1285-ben kezdődött muzulmán uralom idején keletkezett sérülések ÉNy-DK rezgésirányról tanúskodnak. Az ugyanazon épületen elkülönített két rezgésirány két epicentrumhoz való kapcsolása az újdonság. A

- sérülések régészeti és történeti azonosítása tette lehetővé annak felismerését, hogy a libanoni Baalbek közelében kipattant 1202-es földrengés súlyosabb volt az eddig feltételezetténél (Margatban >VIII MSK intenzitás) (KÁZMÉR, 2008; KÁZMÉR & MAJOR, 2010, 2011).
- b) Történeti források súlyos földrengésről emlékeznek meg 1545-ben Chiang Maiban, Thaiföld északi részén. Régészeti módszerekkel azonosítottuk a romboló mechanizmust (talajfolyósodás), és meggondolásokat tettünk a rengést okozó törésre és a visszatérés gyakoriságára (KÁZMÉR et al., 2011).
 - c) A Prambanan szentély (Jáva) súlyosan megsérült a 2006-os yogyakartai földrengésben. Az ismert paraméterű rengés hatását térképeztük a szentélyen, mintegy inverz módszerként az archeoszeizmológiai vizsgálatok módszertani megalapozásához (KÁZMÉR & HARIYADI, 2011).
 - d) *Vulkánkitörések* – a Szantorin kitörésének dátumát tévesen értelmező TREVISANATO (2007) cikk helyreigazítása dendrokronológiai adatok alapján (KERN, 2008).
 - e) *Árvíz* – a Biwa-tó (Japán) történeti forrásokból ismert, 1896. évi, őszi, extrém magas és tartós árvízének anatómiai nyomát azonosítottuk a tó melletti egyik kolostor *Celtis sinensis* fájának törzsében. A rákövetkező év korai pásztyája szokatlanul vékony lett, az edények pedig kis átmérővel, rendezetlenül helyezkedtek el. Ezen a hosszú élettartamú fafajon világszerte – Ázsiában pedig még sehol, semmilyen fán – még nem végeztek ilyen vizsgálatot. Ezzel megteremtettük a lehetőségét a pusztító árvizek történelminél régibb korokban való felismerésének, visszatérési gyakoriságuk meghatározásának (IMADA et al., 2008; SHO & KÁZMÉR 2008, 2009).
 - f) *Fagy* – a Kelemen-havasok erdőhatár-menti cirbolyafenyőinek az évgyűrűkben rögzült fagyási sérülései a 18. század végén és a 19. század elején koncentrálnak (valamint a 20. század elején). A roncsoló tavaszi fagy előfordulásának hiánya a 20. század java részében lehetővé tette az erdőhatár 60-90 méterrel való megemelkedését (KERN & POPA, 2008). Az erdőhatár emelkedése világszerte felismert tény – a közvetlen mechanizmus azonban helyről helyre változik. Tudomásunk szerint a növekedési időszakra eső fagyok hiányának mint okozónak ez az első megállapítása.

B) FOLYAMATOK

- a) *Növekedés* – Kiváló megtartású, 11 millió éven át aragonitként megőrződött halotolitok (hallókövek) egyedfejlődési korát és testméretét határoztuk meg a mai halállományra zoológusok által kidolgozott módszerek segítségével (ez is egyfajta inverzió – részről az egészre való következtetés). Ez különleges ökológiai vizsgálatok lehetőségét nyújtja a Pannon-tó eddig ilyenre fel nem használt plankton szervezetei tekintetében (KERN et al., 2012).
- b) *Rovarrágás* – Gyapjaspille hernyójának 20. századi kártételére vonatkozó erdészettörténeti adatok és dendrokronológiai-faanatómiai vizsgálatok alapján azonosítani tudtuk történetileg ismert kártételek időpontját a faszervezeti eltérésekkel. Ezzel megteremtettük az alapokat a kártétel hosszú történeti rekonstrukciójára és annak a klímaváltozással való összefüggésének vizsgálatára (HATVANI, 2008a,b).
- c) *Erózió* – Eltérő területhasználatnak a felárkolódásra és az erózióra való hatását vizsgáltuk terepi felmérés, digitális terepmodell, birtoktérképek és dendrokronológiai adatok alapján. Vízmosságok korát az általuk kitakart gyökerek korával írtuk le, megállapítva hogy a művelési ág változása mérhető

eróziósebesség-változást jelent a térszínileg alatta levő horhosokban (KÓRÓDY et al., 2009a,b).

- d) *Környezetszennyezés* – a mecseki négyévtizedes uránbányászat környezeti hagyatékát mértük cseppkőben és erdei fenyő évgyűrűiben. A felhalmozódott urán és más nehézfémek (Cu, Zn, Mn, U), valamint a szálló porhoz köthető elemek (Si, Al, Th) koncentrációja szoros korrelációt mutat a bányanyitással, a műveléssel és a bezárással. A párhuzamosan mért, egymást kiegészítő környezeti rekordok vizsgálata hűbb képet ad elmúlt idők környezetszennyezéséről, mint ha csak egyetlen archívumot vizsgálnánk (SIKLÓSY et al., 2011).
- e) A Kelemen-havasok egy lelőhelyének cirbolya-kronológiája 1966 és 1986 között meglepő eltéréseket mutatott az egyébként jól korreláló hőmérséklettől (ennek értelmezése nem mindig egyértelmű – akár szomszédos fák is mutathatnak merőben eltérő évgyűrűmintázatot (FANG et al., 2012a). Az anomália az évgyűrűk – LA-ICPMS-sel kimutatott – magas kéntartalmával esett egybe, ami a közeli kénbánya működését jelzi. Az anomálishan széles évgyűrűket feltehetően a robbantáskor használt ammónium-nitrát mint műtrágya okozta (KERN et al., 2009c).
- f) *Vízszint* – A Balaton éves közepes vízállásaira vonatkozó történeti idősorokat vetettük össze az 1746-ig visszanyúlóan elkészült tölgy évgyűrű-vastagsági adatokkal. Ez lehetővé tette a Balaton vízállásának rekonstrukcióját 250 évre visszamenően. A legfőbb befolyásoló tényező az éves csapadékösszeg (KERN, 2009; KERN et al., 2009b).
- g) *Éghajlat* (hőmérséklet / csapadék) – Elkészült az első, 1000 év hosszúságú dendrokronológiai skála a Kárpátokban recens és szubfosszilis cirbolyafenyőre. Az évgyűrű-idősor jól korrelál a műszeres hőmérsékleti adatokkal éves és évtizedes időtávon egyaránt. A nyári középhőmérsékletet rekonstruáltuk Kr.u. 1163-2005 közötti időszakra, amelyre megfelelő a fedettség. A kis jégkorszak 1370 és 1630 között mutatkozott jól felismerhetően. A mai melegedési időszak csak az 1980-as évektől kezdve látszik az adatokban (POPA & KERN, 2009).
- h) A bihar-jegységi Porcika-jégbarlang padozati jegének rétegsorát elemeztük trícium-koncentráció szempontjából. A légköri atomkísérleteket követő trícium-kihullás a beszivárgó csapadékkal került a jégbarlangba és hiánytalanul megőrződött. Az 1963-as maximum helyének felismerése 96 cm mélységben lehetővé tette a jég változó gyarapodási sebességének kiszámítását és a jégtömb ~500 éves korának beclését (KERN et al., 2009b). Ez a kronológia alapja lesz további (izotóp)kémiai méréseknek és a klímaváltozás egy újfajta archívumának feldolgozásához (lásd még KERN et al., 2011a,b).
- i) Tölgymintákon elsőként mértünk külön-külön korai és késői pásztát, illetve stabil szénizotóp-összetételt. A korai pászta szélessége csekély kapcsolatot mutat a havi csadaékösszeggel, ill. középhőmérséklettel. A késői pászta a legjobb információhordozó: a legmagasabb korrelációt mutatja a havi és évszakos éghajlati paraméterekkel. A késői pászta adatsora legjobban a júniusi csapadékösszeg történeti rekonstrukciójára alkalmas. A késői pászta szélesség-indexe és a stabil szénizotóp-összetétel kombinált indexe dokumentálja legpontosabban a Nyíregyháza környéki – és várhatóan a kelet-magyarországi régió – csapadéktörténetét (KERN et al., 2013).
- j) Közép-kínai Pinus tabulaeformis kronológiára alapozott 400 éves éghajlattörténet erős szárazságot jelez az 1630-as évektől és az 1920-as években (FANG et al., 2012b). Ezeknek történelmi és politikai kihatásával a későbbiekben még foglalkozni kívánunk.

- k) Az osztrák Alpok és a horvátországi Velebit jégbarlangjaiból vett fűrőmagok korát trícium-koncentrációjuk alapján számítottuk. A karsztvíz és a felszíni víz jéghez való hozzájárulásának mértékét vezetőképesség-méréssel állapítottuk meg. A stabil izotóp-, nehézfém- és félfém koncentráció az epikarsztban végbemenő oldódás idejét tükrözi, ill. a csapadékhozzájárulás mértékére ad információt, közvetve pedig a csapadékot szállító szél irányára és erősségére (KERN et al., 2011a,b). A jégbarlangok rétegsorában rejlő környezettörténeti információ kinyerése azért is sürgető feladat, mert ezek az egyedülálló (közepes földrajzi szélességeken és közepes tengerszint feletti magasságokon megtalálható) archívumok a klíma melegedésével egyre gyorsabban tűnnek el (KERN & PERȘOIU, 2013).
- l) *Tektonika* – Az új reliefet létrehozó tektonikai folyamatok nagyon nehezen kvantifikálhatók. Legpontosabban a tenger és a szárazföld határán mérhető a kiemelkedés és a süllyedés geológiai, régészeti és történeti módszerekkel. Tengerparti színlőkben (KÁZMÉR & TABOROŠI, 2012a) vizsgáltuk a biológiai eróziókat (KÁZMÉR & TABOROŠI, 2012b) és a part karsztosodásának (TABOROŠI & KÁZMÉR, 2013) kitett felszíneket azzal a szándékkal, hogy deciméteres pontossággal leírassuk a relatív tengerszintváltozást.
- m) *Evolúció* – Végül, de nem utolsó sorban, a környezeti tényezők – geológiai és történeti archívumokból ismertek egyaránt – meghatározók (lehetnek) az evolúcióban. A földikutyák (Spalacinae) az evolúciókutatások jól ismert alanyai, mert földalatti, izolált életmódjuk szinte predestinálja őket a gyors fajképződésre. DNS-ük mintázatait elemeztük éghajlati és topográfiai barrierék függvényében. A fajképződés molekuláris órán alapuló idejét korreláltuk a domborzati nagyformák (Kárpátok, Boszporusz-Dardanellák, Anatóliai-plató) kialakulásának idejével, olyan egyezéseket kimutatva, melyek igazolják a topográfiai fejlődés evolúciós hatásait (HADID et al., 2012).

Összefoglalóan – a különféle természeti, régészeti és történeti archívumok integrált vizsgálata olyan új eredményekre vezet, amelyeket izolált módszertannal nem kaphatunk meg. Az emberi tevékenység idejére eső földtani folyamatok tanulmányozásánál célszerű és szükséges a természettudományos (geológiai), régészeti és történeti módszertan teljes tárházának bevetése. Az emberi szemmel észrevehetetlen, lassú folyamatok és a hirtelen, katasztrófális események egyaránt jól leírhatók, datálhatók és magyarázhatók a természetes eredetű és az ember teremtette rekordok összetett elemzésével és értelmezésével. Ezt tekintjük környezettörténetnek.

* * *

Összesen megjelent 30 tanulmányunk (ebből 20 angol nyelven). A 12 cikkünket közlő folyóiratok kumulatív impakt faktora 26,457. A zárójelentés megírásáig 69 független hivatkozást kaptunk ezekre a munkáinkra.

Két – magyar nyelvű – tanulmánykötetet jelentettünk meg, *Környezettörténet 1* és *2* címmel, összesen 800 oldal terjedelemben a Hantken Kiadó gondozásában (KÁZMÉR, 2009b, 2011).

Szintetizáló munkaként RÁCZ Lajos (2008): *Magyarország környezettörténete az újkorigig c.*, a MTA Történettudományi Intézete által közreadott kötete jelent meg.

Elkészült ezenkívül egy doktori értekezés (KERN, 2010) és egy szakdolgozat (HATVANI, 2008).

KERN Zoltán, akkor még doktoranduszként volt legaktívabb tagja a projektnek. Gazdag kutatói és publikációs tevékenységének köszönhetően 2013-tól egy Lendület pályázatot nyert el, *Experimental Palaeoclimatology* címmel.

Köszönet az OTKÁ-nak és minden, a projekttel kapcsolatba került kollégának a segítségért és a megértő türelméért.

Hivatkozott irodalom

- FANG Keyan, GOU Xiaohua, CHEN Fahu, LI Yingjun, ZHANG Fen, KÁZMÉR, Miklós (2012a): Tree growth and its association with climate between individual tree-ring series inferred from at three mountain ranges in north Central China. – *Dendrochronologia* 30/2, 113-119.
- FANG K, GOU X, CHEN F, FRANK D, LI J, KÁZMÉR M (2012b): Precipitation variability during the past 400 years in the Xiaolong Mountain (central China) inferred from tree rings. – *Climate Dynamics* 39, 1697-1707.
- HADID, Yarin, NÉMETH, Attila; SNIR, Sagi; PAVLÍČEK, Tomáš; CSORBA, Gábor; KÁZMÉR, Miklós, MAJOR, Ágnes; MEZHHERIN, Sergei; RUSIN, Mikhail; COŞKUN, Yüksel; NEVO, Eviatar (2012): Is evolution of blind mole rats determined by climate oscillations? – *PLoS ONE* 7/1, e30043, pp. 1–8.
- HATVANI Tibor (2008a): Gyapjaslepke gradáció nyomai tölgyek évgyűrűiben. Ifjú Szakemberek Ankétja, 2008., Baja.
- HATVANI Tibor (2008b): A gyapjaslepke (*Lymantria dispar*) levélrágásának nyoma tölgy évgyűrűiben. Szakdolgozat. ELTE Őslénytani Tanszék, Budapest.
- IMADA, Hisashi, SHO, Kenjiro & KÁZMÉR, Miklós (2008) *A 'flood ring' of the 1896 extreme flood seen in annual rings of an enoki tree at the shore of Lake Biwa*, Annual Conference of The Chubu Branch of JSCE (Japan Society of Civil Engineers) (In Japanese)
- KÁZMÉR M. (2008): Földrengések okozta sérülések Margat keresztes várában (al-Marqab, Szíria). In: TÖRÖK Á. & VÁSÁRHELYI B. (szerk.): *Mérnökgeológia – Kőzetmechanika 2008*. Mérnökgeológia-Kőzetmechanika Kiskönyvtár 7, 159–164, 4 ábra. Műegyetemi Kiadó, Budapest.
- KÁZMÉR Miklós (2009a): Geológia, archeológia és história – a környezettörténet forrásai. *Geology, archaeology and history – sources to environmental history*. In: KÁZMÉR M. (szerk.): *Környezettörténet. Az elmúlt 500 év környezeti eseményei történeti és természettudományi források tükrében*. Hantken Kiadó, Budapest, pp. 11-20.
- KÁZMÉR Miklós (szerk.) (2009b): *Környezettörténet. Az elmúlt 500 év környezeti eseményei történeti és természettudományi források tükrében*. Hantken Kiadó, Budapest, 484 p.
- KÁZMÉR, M. (szerk.) (2011): *Környezettörténet 2 – Környezeti események a honfoglalástól napjainkig történeti és természettudományi források tükrében*. Hantken Kiadó, Budapest, 317 p.
- KÁZMÉR M. & HARIYADI, A. (2011): A Prambanan-szentély sérülései a 2006-os földrengésben (Yogyakarta, Indonézia). In: TÖRÖK Á. & VÁSÁRHELYI B. (szerk.): *Mérnökgeológia – Kőzetmechanika 2011*. Mérnökgeológia-Kőzetmechanika Kiskönyvtár 12, 347–356, 12 ábra. Hantken Kiadó, Budapest.
- KÁZMÉR, M., & MAJOR, B. (2010): Distinguishing damages of two earthquakes – archeoseismology of a Crusader castle (Al-Marqab citadel, Syria). In: SINTUBIN, M. STEWART, I., NIEMI, T. & ALTUNEL, E. (eds): *Ancient Earthquakes*. Geological Society of America Special Paper, 471, 186–199, 1 t., 13 figs, Boulder, Colorado.
- KÁZMÉR Miklós & MAJOR Balázs (2011): Két földrengés Szíriában – Margat várának archeoseizmológiája. In: KÁZMÉR, M. (szerk.): *Környezettörténet 2 – Környezeti események a honfoglalástól napjainkig történeti és természettudományi források tükrében*. Hantken Kiadó, Budapest, pp. 283–313.
- KÁZMÉR, M., SANITTHAM, K., CHARUSIRI, P., PAILOPLEE, S. (2011): Archaeoseismology of the AD 1545 earthquake in Chiang Mai, Thailand. In: GRÜTZNER, C., PÉREZ-LÓPEZ, R., FERNÁNDEZ STEEGER, T., PAPANIKOLAOU, I., REICHERTER, K., SILVA, P.G. & VÖTT, A. (eds): *Earthquake Geology and Archaeology: Science, Society and Critical Facilities*. 2nd INQUA-IGCP 567 International Workshop on Active Tectonics, Earthquake Geology, Archaeology and Engineering, 19-24 September 2011, Corinth (Greece). Proceedings Volume 2, 102-105.
- KÁZMÉR, M. & TABOROŠI, D. (2012a): Rapid profiling of rocky shores using a handheld laser distance meter. – *Journal of Coastal Research* 28 28/4, 964–969.
- KÁZMÉR, M. & TABOROŠI, D. (2012b): Bioerosion on the small scale – examples from the tropical and subtropical littoral. – *Hantkeniana* 7, 37-94, 96 figs, 1 t., Budapest.
- KERN, Z. (2008) Medical papyri and the date of the Minoan eruption of Santorini. – *Medical Hypotheses* 71/2 pp. 325.

- KERN, Z., POPA, I. (2008): Changes of frost damage and treeline advance for Swiss stone pine in the Calimani Mts (Eastern Carpathians, Romania). – *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 4, 39-48.
- KERN, Z. (2009): Balaton-felvidéki tölgyek évgyűrűszélességének kapcsolata a Balaton vízszintingadozásával. In: KÁZMÉR M. (szerk.): *Környezettörténet, Az elmúlt 500 év környezeti eseményei történeti és természettudományi források tükrében*. Hantken Kiadó, Budapest, pp.357–366.
- KERN Zoltán (2010): Éghajlati és környezeti változások rekonstrukciója faévgyűrűk és barlangi jég vizsgálata alapján. Egyetemi doktori értekezés, 118 p.
- KERN Z., GRYNÆUS, A., MORGÓS A. (2009a): Reconstructed precipitation for southern Bakony Mountains (Transdanubia, Hungary) back to 1746 AD based on ring widths of oak trees. – *Időjárás* 113/4, 299-314.
- KERN, Z., MOLNÁR, M., SVINGOR, É., PERȘOIU, A., NAGY, B. (2009b): High-resolution, well-preserved tritium record in the ice of Borțig Ice Cave, Bihor Mts, Romania. – *The Holocene* 19/5, 729-736.
- KERN, Z. & PERȘOIU, A. (2013): Cave ice – the imminent loss of untapped mid-latitude cryospheric palaeoenvironmental archives. – *Quaternary Science Reviews* 67, 1-7.
- KERN, Z., POPA, I., VARGA, ZS., SZÉLES, É. (2009c): Degraded temperature sensitivity of a stone pine chronology explained by dendrochronological evidences. – *Dendrochronologia* 27, 121-128.
- KERN, Z., FÓRIZS, I., PAVUZA, R., MOLNÁR, M., NAGY, B. (2011a): Isotope hydrological studies of the perennial ice deposit of Saarlhale, Mammuthöhle, Dachstein Mts, Austria. – *The Cryosphere* 5, 291-298.
- KERN, Z., SZÉLES, É., HORVATINČIĆ, N., FÓRIZS, I., BOČIĆ, N., NAGY, B. (2011b): Glaciochemical investigations of Vukušić Ice Cave, Velebit Mountain, Croatia. – *The Cryosphere* 5, 485-494.
- KERN, Z., KÁZMÉR, M., BOSNAKOFF, M., BAJNÓCZI, B., VÁCZI, T., KATONA, L. (2012) Incremental growth and mineralogy of Pannonian (Late Miocene) sciaenid otoliths – palaeoecological implications. – *Geologica Carpathica* 63/2, 175-178.
- KERN, Z., PATKÓ, M., KÁZMÉR, M., FEKETE, J., KELE, S., PÁLYI, Z. (2013): Multiple tree-ring proxies (earlywood width, latewood width, and $\delta^{13}\text{C}$) from pedunculate oak (*Quercus robur* L.), Hungary. – *Quaternary International* 293, 257-267.
- KÓRÓDY Gergely, KÁZMÉR Miklós, SZÉKELY Balázs (2009): Felszínfejlődés és területhasználat kapcsolata Bataapátiban (Mórág-Geresdi-dombság) – a vízmosások kialakulásának okai. In: KÁZMÉR M. (szerk.): *Környezettörténet. Az elmúlt 500 év környezeti eseményei történeti és természettudományi források tükrében*. Hantken Kiadó, Budapest, pp. 269–288.
- KÓRÓDY Gergely, KÁZMÉR Miklós, SZÉKELY Balázs (2009): Vízmosásfejlődés mérése gyökérkitakaródással (Bataapáti, Mórág-Geresdi-dombság). In: KÁZMÉR M. (szerk.): *Környezettörténet. Az elmúlt 500 év környezeti eseményei történeti és természettudományi források tükrében*. Hantken Kiadó, Budapest, pp. 367–380.
- POPA, I. & KERN, Z. (2008): Long-term summer temperature reconstruction inferred from tree-ring records from the Eastern Carpathians. – *Climate Dynamics* 32, 1107-1117.
- RÁCZ L. (2008): Magyarország környezettörténete az újkorig. MTA Történettudományi Intézete, Budapest, 261 p.
- SHO, K., KÁZMÉR, N. (2008): A flood ring of *Celtis sinensis* found in the following year of the 1896 autumn extreme flood of Lake Biwa, Japan., TRACE 2008: Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology, 27-30 April 2008, Zakopane, Poland.
- SHO, K. & KÁZMÉR, M. (2009): A „flood ring” of the 1896 extreme flood of Lake Biwa, seen in a *Celtis sinensis* tree nearby the lakeshore. – 2009 Annual Meeting of Tree-Ring Society of Japan, on 13/Sep/2009.
- SIKLÓSY, Z., KERN, Z., DEMÉNY, A., PILET, S., LEÉL-ŐSSY, SZ., LIN, K., SHEN, C.-C., SZÉLES, É., BREITNER, D. (2011): Speleothems and pine trees as sensitive indicators of environmental pollution – A case study of the effect of uranium-ore mining in Hungary. – *Applied Geochemistry* 26, 666-678.
- TABOROŠI, D. & KÁZMÉR, M. (2013): Erosional and depositional textures and structures in coastal karst landscapes. In: LACE, M.J., MYLROIE, J. (eds): *Coastal Karst Landforms*. Coastal Research Library 5. Springer-Verlag, Berlin (in press)
- TREVISANATO, S.I. (2007): Medical papyri describe the effects of the Santorini eruption on human health, and date the eruption to August 1603–March 1601 BC. – *Medical Hypotheses* 68, 446–449.