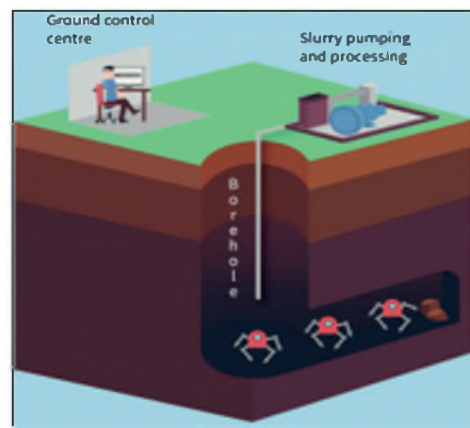
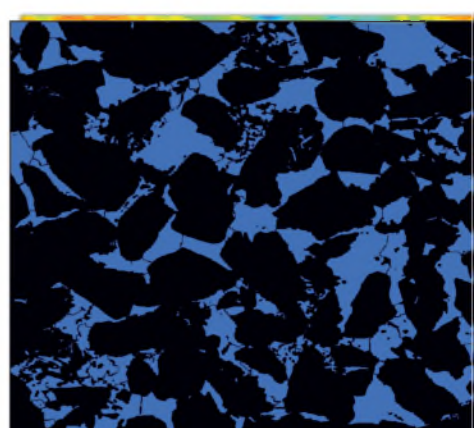
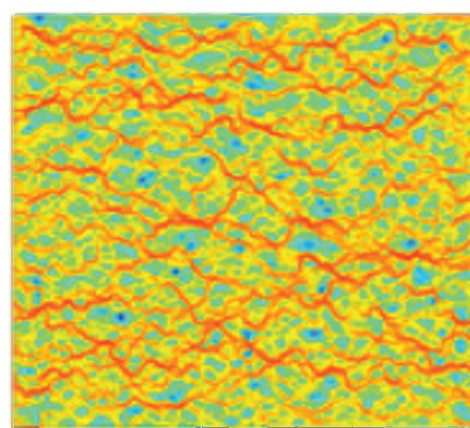
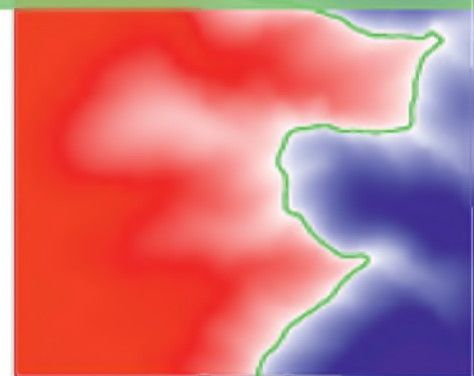
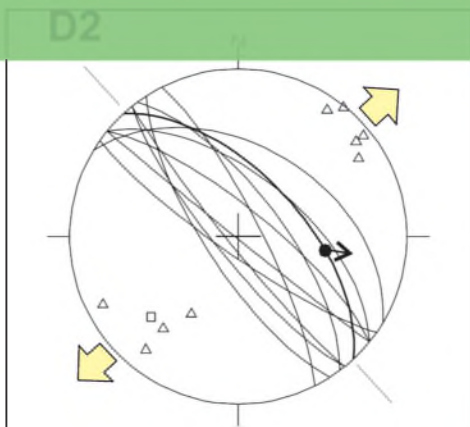


FÖLDTANI ÉS GEOFIZIKAI VÁNDORGYŰLÉS A JÖVŐ ÖSVÉNYEIN

Előadás-kivonatok, kirándulásvezető

Budapest, 2022. október 14–16.



© Copyright Magyarhoni Földtani Társulat, Magyar Geofizikusok Egyesülete, 2022
Minden jog fenntartva!

A konferencia védnöke:
DR. BIRÓ MARCELL
a Szabályozott Tevékenysége Felügyeleti Hatósága elnöke

Szerkesztette:
PIROS OLGA, KERCSMÁR ZSOLT

A szervezőbizottság:
MFT részéről: M. TÓTH TIVADAR elnök, tagok: BABINSZKI EDIT, HARTAI ÉVA, GEIGER JÁNOS,
KERCSMÁR ZSOLT, KRIVÁNNÉ HORVÁTH ÁGNES
MGE részéről: KOVÁCS ATTILA CSABA elnök, tagok: BERECZKI LÁSZLÓ, PETRÓ ERZSÉBET,
TIMÁR GÁBOR, ZELEI GÁBOR

Műszaki szerkesztő, DTP:
PIROS OLGA

Kiadja:
Magyarhoni Földtani Társulat (MFT), Magyar Geofizikusok Egyesülete (MGE)

Felelős kiadó:
M. TÓTH TIVADAR (MFT)
KOVÁCS ATTILA CSABA (MGE)

Támogatók:

AGS, ENGIE, Föcik, Geo-Log, Geomega, Mingeo, MTA Könyvtár, NKA, NKFIH,
Oil & Gas Development, OMBKE, TDE



ISBN: 978-963-8221-89-6

Tartalom

Előszó	5
Plenáris előadások	
HOLODA ATTILA: Európa energetikájának aktuális helyzete	9
TARI GÁBOR: Vulkanit és vulkanoklasztit rezervoárok: áttekintés globális példákkal	10
Előadások	
BADA, GÁBOR, DOMBRÁDI, ENDRE, PEFFER, MIKE, SAATHOFF, BLAINE: Gádoros Geothermal Concession: A breakthrough in geothermal energy utilization in Hungary?.....	13
BOZSÓ GÁBOR, KÓBOR BALÁZS, MEDGYES TAMÁS: A szegedi távfűtés geotermikus átalakítása.....	15
GELENCSÉR ORSOLYA, ÁRVAI CSABA, MIKA LÁSZLÓ TAMÁS, BREITNER DÁNIEL, SZABÓ CSABA, FALUS GYÖRGY, SZABÓ-KRAUSZ ZSUZSANNA: A hidrogéntárolás geokémiai vonatkozásai – kísérleti és modellezési tanulmány	16
MUHAMMAD LUQMAN HASAN, TIVADAR M. TÓTH: Lithology identification and internal structure reconstruction of Mezősas field using well logs and discrimination function analysis	18
KÁZMÉR MIKLÓS, GYŐRI ERZSÉBET, KRZYSZTOF GAIDZIK: Római kori földrengések Pannóniában és Dáciában	21
KISS JÁNOS: Relatív térbeli fizikai paraméter-eloszlások a Tokaji-hegységben és a Nyírségben (Eltemetett vulkánmorfológiai elemek kimutatása gravitációs és mágneses mérési adatok alapján).....	25
LORBERER ÁRPÁD FERENC: Új fővárosi hévízkutató fúrások eredményeinek bemutatása.....	28
M. TÓTH TIVADAR: Repedezett fluidumtárolók DFN-modell alapú hidrodinamikai értékelési lehetőségei.....	32
MÁDAI FERENC, MÓRICZ FERENC: EIT-label minősítés elvárásai nemzetközi mesterszakok esetében a TIMREX nyersanyagkutató közös képzés példáján	34
MÁDAI FERENC, NÉMETH NORBERT: Egy koncepció az innovatív, robotizált ércbányászatra – a ROBOMINERS projekt	38
MIKLÓS DÓRA GEORGINA, JÓZSA SÁNDOR, SZAKMÁNY GYÖRGY, KASZTOVSZKY ZSOLT, HARSÁNYI ILDIKÓ, GMÉLING KATALIN, KOVÁCS ZOLTÁN: Vörös homokkövek összehasonlító kőzettani, geokémiai és mikromineralógiai vizsgálati eredményei	42
MOLNÁR BENCE, GALSA ATTILA: Felszín alatti vízáramlás és hőtranszport sztochasztikus permeabilitású közegekben.....	45
NJERU RITA MWENDIA, MATTHIAS HALISCH, JANOS SZANYI: Investigating the process of physical clogging during geothermal water reinjection into sandstone	48
PINJUNG ZSOLT, MIKITA VIKTÓRIA, KOVÁCS BALÁZS, SZANYI JÁNOS: Szeged környéki szénhidrogén- és termásvíztermelés hatása a Dunántúli Formációcsoport nyomásvizonyaira.....	51

SÁRDY JULIANNÁ: Geoturizmus, mint lehetőség és küldetés a Bakony–Balaton UNESCO Globális Geoparkban	52
SZANYI JÁNOS: Geotermia – Feltámadás?	56
SZARKA LÁSZLÓ: Rendkívül időszerű problémákról.....	57
SZONGOTH GÁBOR, KOVÁCS ATTILA CSABA, GALSA ATTILA, HEGEDÜS SÁNDOR: Milyen mértékben lehet a geotermikus energia gyors bővítésére számítani a jelenlegi energia-válságban?	60
SZŰCS JÓZSEF GÁBOR, GALSA ATTILA, BALÁZS LÁSZLÓ: Szén-dioxid tározók nukleáris mélyfúrás-geofizikai módszerrel történő vizsgálatának modellezése.....	61
TÓTH EMESE, M. TÓTH TIVADAR: Töréssűrűség becslés lyukgeofizikai adatok alapján a Bodai Agyagkő Formációban.....	63
TÓTH TAMÁS, HÁMORI ZOLTÁN, KÓBOR MIKLÓS, WÓRUM GÉZA, KÁDI ZOLTÁN, NÉMETH VIKTÓRIA, BARANYA SÁNDOR, KOZÁR SZABOLCS: Mederfejlődés geofizikai monitorozása. Kombinált módszerek és hosszútávú idősorok egyedi lehetőségei	65
TÖRÖK ISTVÁN, PÜSPÖKI ZOLTÁN: Karotázs mérések értelmezésének támogatása mesterséges intelligencia alkalmazásával.....	66
BÁNHIDI ISTVÁN, VALCZ GYULA: A szénhidrogének eredete. A biogén és az abiogén elmélet. A replenishment (CH-telepek újratöltődésének) elmélete	67
WÓRUM GÉZA, KOROKNAI BALÁZS, TÓTH TAMÁS, KOROKNAI ZSUZSA, FEKETE-NÉMETH VIKTÓRIA, KOVÁCS GÁBOR: Young geological deformations in Hungary: introducing the latest regional neotectonic map.....	68

Kirándulásvezető

KERCSMÁR ZSOLT (szerk.) BUDAI TAMÁS, HÉJA GÁBOR, KÓNYA PÉTER, PALOTAI MÁRTON, SZABADOSNÉ SALLAY ENIKŐ: Szemelvények a Dorogi- és a Zsámbéki-medence rendszeres földtani térképezésének legújabb eredményeiből.....	69
---	----

Római kori földrengések Pannóniában és Dáciában

KÁZMÉR MIKLÓS^{1,*}, GYŐRI ERZSÉBET², KRZYSZTOF GAIDZIK^{2,3}

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, Őslénytani Tanszék, Budapest

²Mobilis Föld Kutatócsoport, Budapest

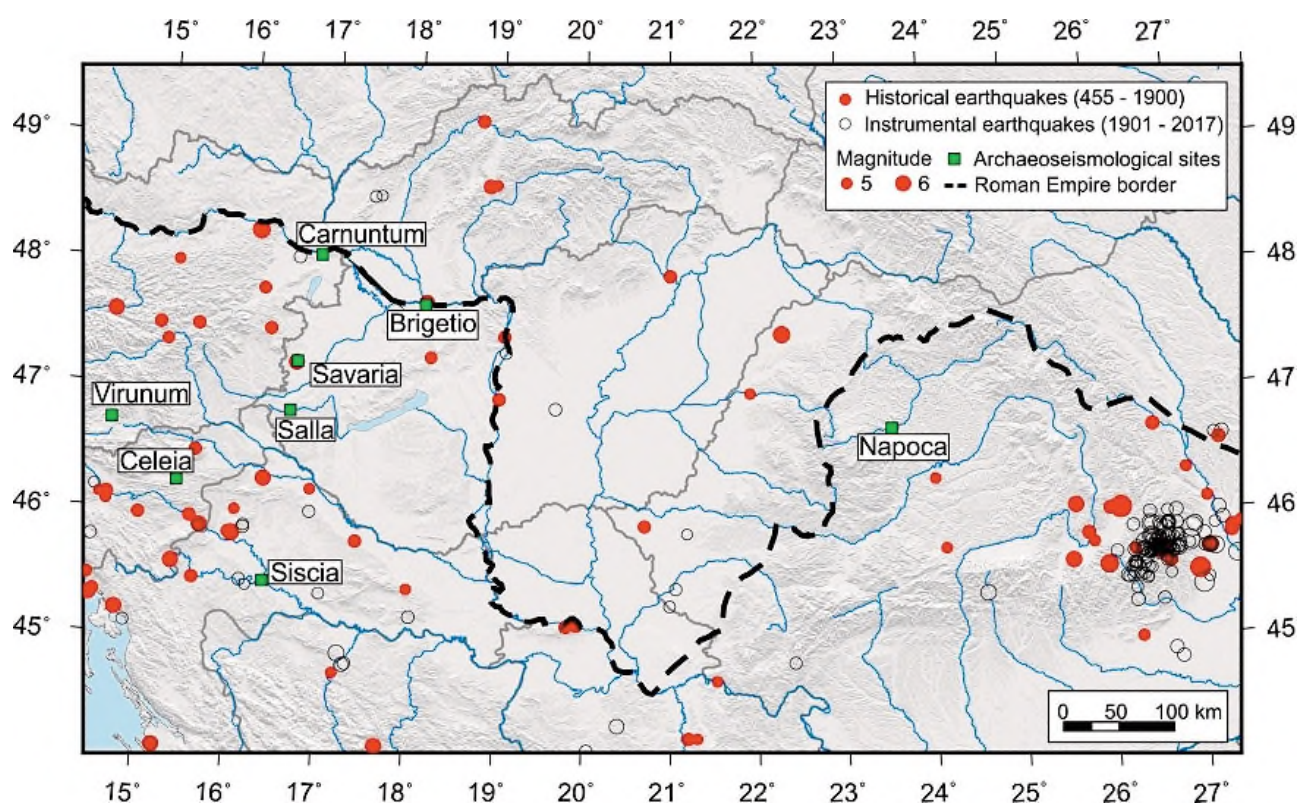
³ELKH Kövesligethy Radó Szeizmológiai Observatórium, Budapest

⁴Sziléziai Egyetem, Földtudományi Intézet, Sosnowiec, Lengyelország

*mkazmer@gmail.com

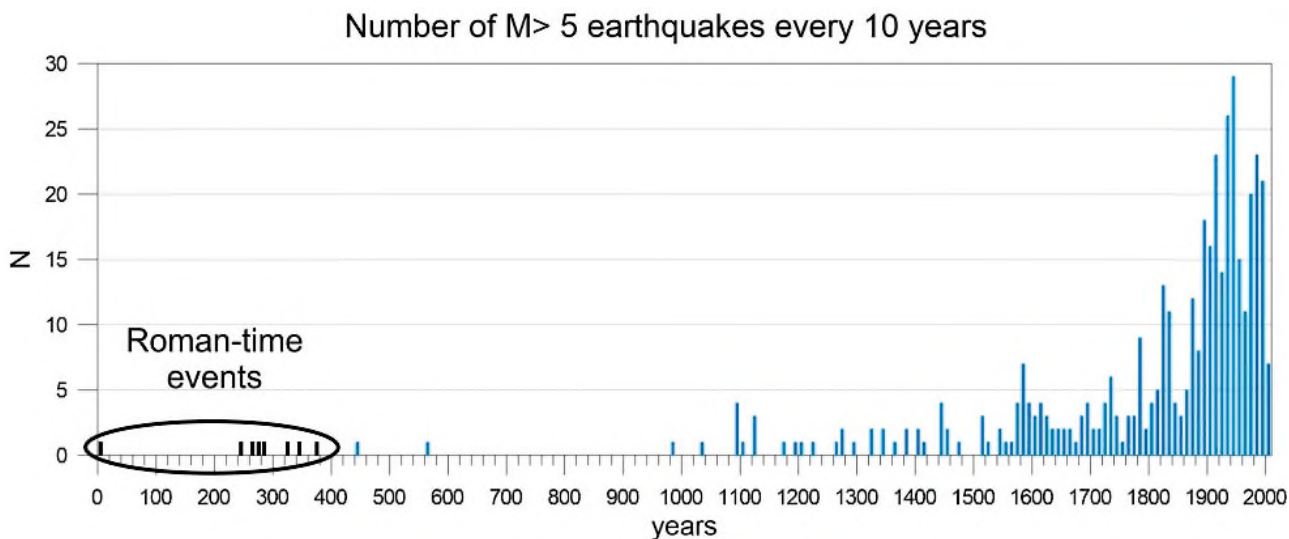
A Kárpát-Pannon-régió műszeres és történelmi adatokon alapuló földrengési katalógusa teljesnek tekinthető a 20. századra, legalábbis az $M \geq 5$ eseményeket illetően. A megelőző két évezredből azonban csak a rengéseknek mintegy 5%-át ismerjük, 95%-uk ismeretlen maradt (KÁZMÉR, GYŐRI 2020). Mindössze négy esemény szerepel a katalógusban az első évezredből (ZSÍROS 2000); ezek egyike azonban hamis adat (ALEXANDRE 1991). A maradék hátról egy Savaria (456 AD, VARGA 2019), egy valahol a mai Horvátországban történt (567 AD, HERAK et al. 1996), a 984-es esemény pedig az 1. ábrán bemutatott területen belül bárhol történhetett (RÉTHLY 1952). A hiányok lehető pótlására kívánjuk az archeoszeizmológia módszereit bevezetni (MEGHRAOUI et al. 2021), először is a római korra.

Carnuntum (KONECNY et al. 2019) és Virunum (DOLENZ 2007) potenciálisan rengések okozta pusztulása már régóta feltételezett régészeti adatok alapján. Savariára is vannak történelmi adataink (VARGA



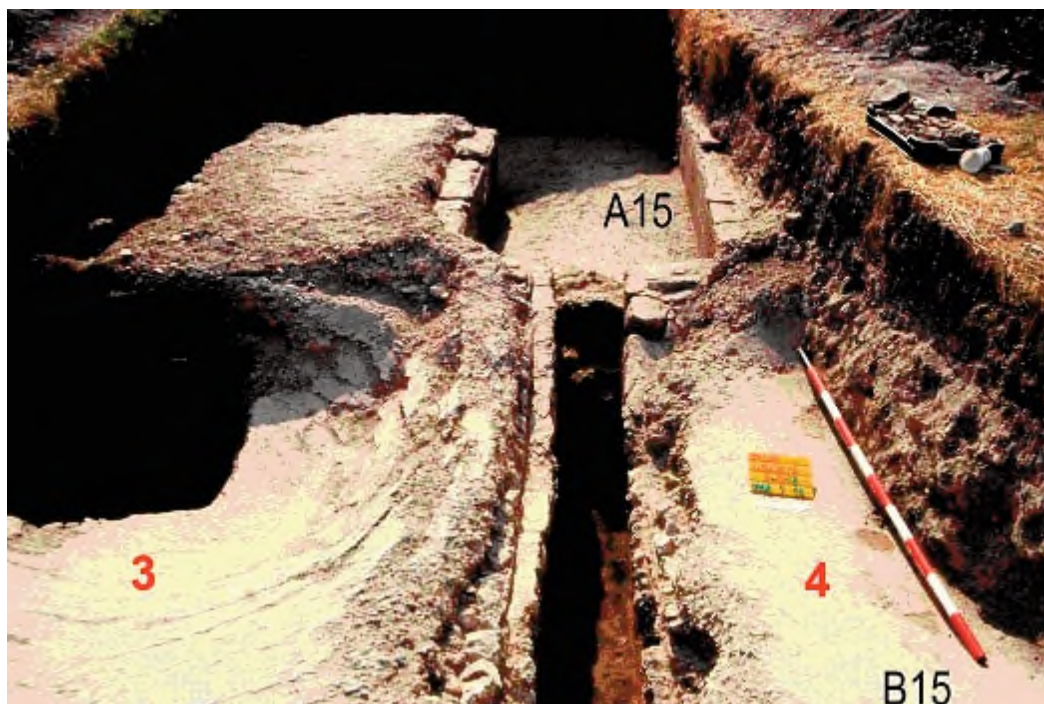
1. ábra. Archeoszeizmológiai bizonyítékok római kori földrengésekre (KÁZMÉR et al. 2022): Brigetio (DOBOSI, KÁZMÉR 2022), Carnuntum (KONECNY et al. 2019), Celeia (KÁZMÉR et al. 2022), Napoca (KÁZMÉR, RUSU 2022), Salla (REDÓ 2002), Savaria (VARGA 2019), Siscia (KÁZMÉR, ŠKRGLJA 2021), Virunum (DOLENZ 2007). Háttérben az $M \geq 5$ történelmi adatokkal dokumentált földrengések. A szaggatott vonal a Római Birodalom északi határát jelzi az 1-4. században (KÁZMÉR, GYŐRI 2020 után, módosítva)

2019). Az előadásban hat további helyszín (Brigetio, Savaria, Salla, Celeia, Siscia, Napoca) archeoszeizmológiai tanulmányozásának eredményeit vázoljuk fel, kitérve jelentőségükre az aktív vetők kezesését illetően.



2. ábra. Műszeres és történelmi adatok alapján ismert földrengések a Kárpát-Pannon-régióban és környezetében az utóbbi két évezredben. Az M>=5-ös rengéseket ábrázoltuk évtizedes bontásban (KÁZMÉR, GYÓRI 2020, módosítva). Bekarikázva: archeoszeizmológiai módszerekkel azonosított rengések

A Komárom mellett, a Duna déli partjának folyóteraszán valaha állt Brigetióban, a rengés a 3. század közepe és a 4. század eleje között következett be. Álló falak nem maradtak fent – későbbi korokban a lakosság kibányászta és elhordta a követ és téglát. A padlószint – talajfolyósodás okozta – deformációjára alapozva az ESI-07 környezeti intenzitási skálán IX-es erősségű esemény zajlott (3. ábra). Ez megegyezik az 1763-as komáromi rengés intenzitásával (DOBOSI, KÁZMÉR 2022).



3. ábra. Talajfolyósodás okozta deformáció római kori lakóépület terrazzo padlójában. A 3-as számmal jelölt mélyedés átmérője 3 m (DOBOSI, KÁZMÉR 2022)

A karintiai Magdalensberg szálkőzetre épült település volt, vallási és ipari központ a római korban. A 7000 m²-en feltárt város kétharmada elpusztult. Sérült épületek (fürdő, lakóházak, műhelyek) mellett a feltehetően Jupiter Dolichenus istennek állított központi szentély épülete is károsodást szenvedett. A fennmaradt alapfalak alapján az épületet hevenyészett támpillérek sokaságával erősítették meg (4. ábra). Esetleg az Alpokból ismert Kr.u. 9-ben bekövetkezett földrengés okozhatta a pusztulást (DOLENZ 2007).



4. ábra. A Virunum melletti Magdalensberg (Karintia) római kori szentélyének alapfalai. A szabálytalanul elhelyezett, eltérő méretű támpillérek arra utalnak, hogy a szentély falai szerkezeti károsodást szenvedtek (KÁZMÉR et al. 2022)

Archeoszeizmológiai módszerrel a történeti adatokból ismert egyetlen római kori földrengés mellett még hetet, köztük öt eddig ismeretlen földrengési eseményt dokumentáltunk a Kárpát–Pannon-régióban. Az egyes rengésekért felelős törésvonalak részben ismertek (Carnuntum, Celeia, Siscia), többnyire azonban még célzott keresés szükséges azonosításukhoz (Virunum, Brigetio, Savaria, Salla, Napoca).

Irodalom

- ALEXANDRE, P. 1990: Les séismes en Europe occidentale de 394 a 1259. Nouveau catalogue critique. – Observatoire Royale de Belgique, Bruxelles, 267 p.
- DOBOSI, L. & KÁZMÉR, M. 2022: Late Roman earthquake in Brigetio? In: Biró, Sz. (ed.): Pannonia Underground. –*Proceedings of the international conference held at Szombathely, 25-26 November 2021. Savaria Museum, Szombathely, 179–207.*
- Dolenz, H. 2007: Ein Erdbeben in der Stadt Alt-Virunum auf dem Magdalensberg? In: Waldherr, G. H., Smolka A. (Hrsg.): Antike Erdbeben im alpinen und zirkumalpinen Raum. Befunde und Probleme in archäologischer, historischer und seismologischer Sicht. – *Geographica Historica* 24 (Stuttgart), 99–115.

- HERAK, M., HERAK, D. & MARKUSIC, S. 1996: Revision of the earthquake catalogue and seismicity of Croatia, 1908–1992. – *Terra Nova* 8, 86–94.
- KÁZMÉR, M. & GYÓRI, E. 2020: Millennial record of earthquakes in the Carpathian-Pannonian region – historical and archaeoseismology. – *Hungarian Historical Review* 9/2, 284–301.
- KÁZMÉR, M. & RUSU, V. 2022: The oldest evidence for a destructive earthquake in the Carpathian–Pannonian region. – *Archaeoseismology in antiquity of Cluj-Napoca, Romania* (in prep.)
- KÁZMÉR, M. & ŠKRGULJA, R. 2021: The 4th century Siscia (Croatia) earthquake – archaeoseismological evidence. In: Lakušić, J., Atalić, J. (eds): *Proceedings of the 1st Croatian Conference on Earthquake Engineering, 1CroCEE, Zagreb, Croatia, March 22-24, 2021*, 311–313. <https://doi.org/10.5592/CO/1CroCEE.2021.96>
- KÁZMÉR, M., ŠKRGULJA, R., KRAJŠEK, J., BAUSOVAC, M. & GAIDZIK, K. 2021: Seismicity of active faults tracked by archaeoseismology in two Roman towns: Siscia (Croatia) and Celeia (Slovenia). – *6th Regional Scientific Meeting on Quaternary Geology: Seas, Lakes and Rivers, 27-29 September 2021, Ljubljana, Book of Abstracts*, 50–51.
- KÁZMÉR, M., GYÓRI, E. & GAIDZIK, K. 2022: Was Antiquity seismically more active than the Middle Ages? – Roman earthquakes in Pannonia and Dacia. – *3rd European Conference on Earthquake Engineering & Seismology, Bucharest, Romania, 4–9 September 2022*.
- KÁZMÉR, M., JAMŠEK RUPNIK, P. & GAIDZIK, K. 2022: Seismic activity in the Celje Basin (Slovenia) in Roman times – archaeoseismological evidence from Celeia. – *Quaternary* (in review)
- KONECNY, A., HUMER, F. & DECKER, K. (eds) 2019: Das Carnuntiner Erdbeben im Kontext. Akten der III. –*Internationalen Kolloquiums, 17–18 Oktober 2013. Archäologischer Park Carnuntum, Neue Forschungen* 14, 159 p.
- MEGHRAOUI, M. A., HINZEN, K-G. & MALIK, J. N. 2021: Paleoseismology, Archeoseismology and Paleotsunami Studies. In: ALDERTON, D. & ELIAS, S. A. (eds): *Encyclopedia of Geology, 2nd edition. Vol. 1*. 636–655. United Kingdom: Academic Press.
- REDŐ, F. 2002: Salla, a római kori központ. In: BÉRES K., KOSTYÁL L. & KVASSAY J. (szerk.): *Központok Zala megyében. A Gölcseji Múzeum állandó kiállítása. Katalógus*. Zala megyei Múzeumok Igazgatósága, Zalaegerszeg, 25–63.
- RÉTHLY, A. 1952: A Kárpátmedencék földrengései (455–1918). – Akadémiai Kiadó, Budapest, 510 p.
- VARGA, P. 2019: On the magnitude and possible return period of the historical earthquake in ancient Savaria, 455 AD (Szombathely, West Hungary). – *Austrian Journal of Earth Sciences* 112, 207–220.
- ZSÍROS, T. 2000: *A Kárpát-medence szeizmicitása és földrengés veszélyessége: Magyar földrengés katalógus (456–1995)*. – Budapest: MTA Földtudományi Kutatóközpont Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet Szeizmológiai Observatórium.

