

Környezettörténet 3.

*Környezeti folyamatok a honfoglalástól napjainkig
történeti és természettudományos források tükrében*

Environmental History, 3

*Environmental Processes from the Hungarian
Conquest to the Present in the Light of
Historical Sources and Scientific Evidence*

Szerkesztette / Edited by:

Demeter Gábor – Kern Zoltán –

Pinke Zsolt – F. Romhányi Beatrix –

Vadas András – Bíró László

Bölcsészettudományi Kutatóközpont /
Research Centre for the Humanities
Budapest
2021

A kötet megjelenését támogatta / Supported by:

Az NKFIH FK 128 978-as számú, „Tudás, tájkép, nemzet és birodalom” („Knowledge, Landscape, Nation and Empire”) c. projektje



ESEH, European Society for Environmental History

A címlapon Kavocsán (ekkor önálló, ma a város része) látképe (1942).

Fotó: Schermann Szilárd.

A kép forrása: <https://fortepan.hu/>

© A szerzők / The authors 2021

ISBN 978-963-416-239-1

ISBN 978-963-416-240-7 (pdf)

ISSN 2063-4463

Tartalom / Contents

KÁZMÉR MIKLÓS: A természet is ismétli önmagát. Előszavak a Környezettörténet 3. kötetéhez.....	7
PELCZÉDER, KATALIN: A Geographical Distribution-Based Semantic Analysis of the Geographical Common Word <i>Séd</i> in the Middle Ages <i>A séd földrajzi köznévi és jelentése a szó középkori földrajzi elterjedtsége tükrében</i>	13
DEMETER, GÁBOR – NOVÁK, TIBOR – NÉGYESI, GÁBOR: An Attempt to Assess the Impact of Global Warming on Mountainous Regions Using the Representation of Landscapes in Paintings <i>A globális felmelegedés és a legeltetés hatásainak vizsgálati lehetősége történeti tájképeken</i>	27
RÓZSA SÁNDOR: Az ártéri gazdálkodás mérlege. A nagykunsági települések gazdasági kondíciója az első kataszteri felmérés alapján <i>Floodplain Farming of the Settlements of Nagykunság Based on the First Cadastral Survey</i>	39
BODOVICS ÉVA: Éghajlati anomáliák és gazdasági következményeik. Ínség Borsod és Zemplén vármegyében az 1870-es évek végén <i>Weather Anomalies and Their Economic Consequences: Penury in Northeastern Hungary in the 1870s</i>	65
BALOGH RÓBERT: Kárpát-medencei antropocén történelem. Erdők, legelők és társadalom Szatmár vármegye keleti területein, 1880–1919 <i>Historicizing the Anthropocene in the Carpathian Basin: Forests, Pastures and Society in the Eastern Part of Former Szatmár County in Northeastern Hungary, 1880–1919</i>	95
GRYNAEUS ANDRÁS: Dendrokronológia és környezettörténet. Az interpretáció nehézségei <i>Dendrochronology and Environmental History: The Difficulties of Interpretation</i>	125

LASZLOVSZKY JÓZSEF – NAGY BALÁZS: Új földrajzi, környezettörténeti és régészeti kutatások a muhi csatatéren és a Sajó mentén <i>New Geomorphologic, Environmental History and Archaeological Research at the Battlefield of Muhi and Along the River Sajó.....</i>	139
SZÁNTÓ RICHÁRD: Időjárási anomáliák és társadalmi következményeik Közép-Európában és a Kárpát-medencében a 9. században <i>Weather Anomalies and Their Social Consequences in the Carpathian Basin and Adjacent Areas in the Ninth Century</i>	161
GRYNAEUS ANDRÁS: Az avar kori tölgyfák évgűrűinek vallomásai <i>Lessons of the Dendrochronological Analyses of Timber Remains from the Avar Period</i>	175
RÁCZ LAJOS: A kis jégkorszak haszonélvezője a Kárpát-medence mezőgazdasága <i>The Beneficiary of the Little Ice Age: The Agriculture of the Carpathian Basin</i>	183
KERN ZOLTÁN – JUNGBERT BÉLA – MORGÓS ANDRÁS – MOLNÁR MIHÁLY – HORVÁTH EMIL: Fehérvárcsurgó, Eresztvényi-erdő lelőhelyen feltárt kora vaskori sírépítmény faanyagának dendrokronológiai és radiokarbon vizsgálati eredményei <i>Dendrochronological and Radiocarbon Analyses of the Timber of the Early Iron Age Tumulus Excavated at Fehérvárcsurgó, Eresztvényi-erdő.....</i>	201
KÁZMÉR MIKLÓS – GYŐRI ERZSÉBET: Ezer év földrengéseinek történeti és régészeti dokumentációja Magyarországon <i>Millennial Record of Earthquakes in the Carpathian-Pannonian Region</i>	213
VADAS ANDRÁS: Nagyvárosi kisvizek a középkorban. A zágrábi Medve-patak példája <i>Minor Rivers in Major Cities in the Middle Ages. The Example of Zagreb's Medveščak Stream.....</i>	227
BALOGH RÓBERT: A személyes történelem, a transznacionális kapcsolatok és a hidegháború szerepe az erdészeti kutatásban. Bánó István és a fenyőprogram Vas megyében, 1954–1975 <i>The Role of Personal History, Transnational Relations and Cold War in Forestry Research. István Bánó and the Pine Research Programme in Vas County, 1954–1975.....</i>	243
FRISNYÁK SÁNDOR – CSÜLLÖG GÁBOR – HORVÁTH GERGELY: Az Északkeleti-Felföld (Ruténföld) történeti tájhasználat. Környezettörténeti vázlat, 895–1920 <i>The Historical Land-Use in NorthEastern Hungary (Ruthenia). An Environmental History Sketch (895–1920).....</i>	261

Ezer év földrengéseinek történeti és régészeti dokumentációja Magyarországon

KÁZMÉR MIKLÓS^a – GYŐRI ERZSÉBET^b

a: ELTE Őslénytani Tanszék – MTA–ELTE Geológiai,
Geofizikai és Földtudományi Kutatócsoport
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c.
E-mail: mkazmer@gmail.com

b: Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatórium
1112 Budapest, Meredek u. 18.
E-mail: gyori@seismology.hu

Földrengéseket – jelen tudásunk alapján – előre jelezni nem tudunk. Az interneten és a szakirodalomban keringenek állítások sikeres előrejelzésekről, de alapos vizsgálattal kimutatható, hogy ezek a legjobb esetben is szerencsés véletlenek voltak, amelyek, sajnos, nem szolgálhatnak általánosítható jó példaként más esetekben.¹ Mit tehetünk tehát, hogy mérsékeljük a jövőbeni rengések okozta emberi és anyagi károkat? Tudjuk, hogy ami a múltban megtörtént, az megtörténhet a jövőben is. Ismerjük meg tehát a múltat a lehető legpontosabban! Ez hozzásegít ahhoz, hogy fel tudjunk készülni hasonló események bekövetkeztére.² A Kárpátok és a Pannon-medence szeizmikus múltjáról, annak ismeretességéről szól ez a rövid tanulmány.

Történeti szeizmológia

A hazai műszeres mérések megkezdése (1902) előtti időszak földrengéseiről elsősorban történeti feljegyzésekből van tudásunk. Ezeket katalógusban először Grossinger János³ foglalta össze latinul, majd plagizátora, Johann Sternberg⁴ németül, mintegy 150 tételben. Ludwig Jeitteles⁵ katalógusa már 220 rengést írt le ugyanabból az időszakból, hasonlóan alaposan, a károkat részletezve. Rövidebb közlések után Réthly Antal⁶ monumentális műve – mely 1952-es megjelenése ellenére csak 1917 végéig tartalmaz adatokat, összesen 815-öt – 235-re gyarapítja a Grossinger által tárgyalt időszak rengéseinek számát. Az adatok gazdagodása csak látszólag kicsiny: Réthly nagy gondot

¹ Hough 2016.

² Ambraseys 2005.

³ Grossinger 1783.

⁴ Sternberg 1786.

⁵ Jeitteles 1860.

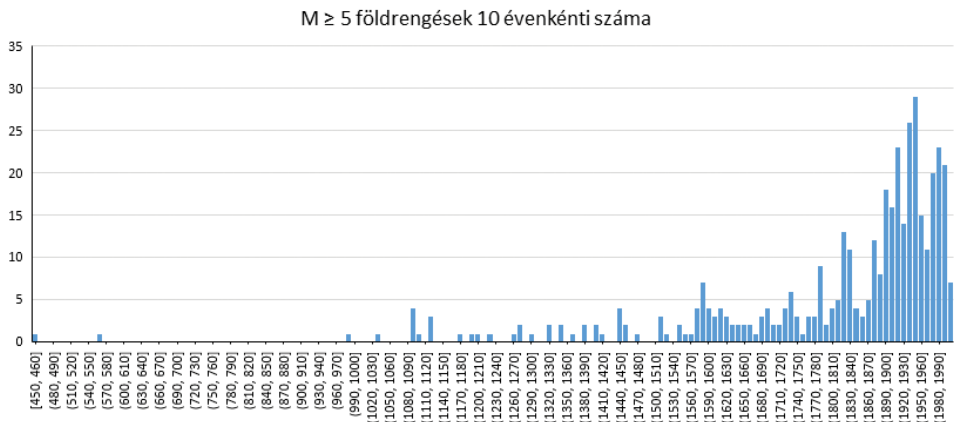
⁶ Réthly 1952.

fordított a fölkést követő utóregések kiszűrésére, azoknak a főregésekkel együtt való tárgyalására. Művében a forrásokat eredetiben: latinul, németül közli, magyar fordítással, a kéziratos vagy nyomtatott fellelési hely megadásával. Műve a legfajszűlyosabb katalógusok közé tartozik, Nicholas Ambraseysnek,⁷ a történeti szeizmológia szigorú, nagy öregjének véleménye szerint is.

Zsíros Tibor⁸ már számítógépes segítséggel készítette húszezer tételnél is többet tartalmazó katalógusát. Ezek túlnyomó része 1970 után észlelt műszeres adat, de a korábbi munkákkal való összehasonlítás kedvéért megszámoztuk, hogy Grossinger határnapjáig, 1783 végéig így is 700 (!) eseményt rögzít, valamennyit irodalmi hivatkozással, visszakereshetően. A Szeizmológiai Obszervatórium munkatársai által azóta is gyarapított elektronikus adatbázis felhasználásával született az ismert rengések időbeli és térbeli eloszlását illusztráló, alább közölt 1. és 2. ábra.

A történeti földrengés-katalógusok időben és térben is teljességre törekszenek: ennek csak a forráshiány szab határt. Hazánkra – a viharos történelmi múlt miatt – a forráshiány inkább jellemző, mint a forrásbőség. Vajon mekkora ez a forráshiány időben és térben?

Az 1. ábrán tüntettük fel – évtizedes adagokban vizsgálva – az 5-ös magnitúdójú vagy annál nagyobb, ismert földrengések darabszámát a Kárpát–Pannon-régióban és közvetlen környezetében. A vizsgált területet a 2. ábrán határoljuk le. Az 5-ös magnitúdó az, amikor már pohárcsöröpölésnél nagyobb az észlelt rengés, amikor már épületkárokat okoz. 1901-től számítva a műszeresen érzékelt és följegyzett rengések számát adjuk meg. 1900-at megelőzően pedig a Réthly-katalógusban és más egyéb történeti forrásokban feljegyzett földrengési események darabszámát. Úgy gondoljuk, hogy 1900 után már nem volt olyan 5-ös magnitúdójú rengés, amelyről ne tudnánk:



1. ábra. Földrengések eloszlása a Kárpát–Pannon-régióban és környezetében, a 2. ábrán körülhatárolt területen: az 5-ösnél nagyobb magnitúdójú események évtizedes bontásban. (Earthquake Catalogue 2019.)

⁷ Ambraseys 2009: 6.

⁸ Zsíros 2000., Zsíros 2003.

az adatbázisnak ez a része lényegében teljes. 1900 előttről azonban, időben visszafelé haladva, egyre kevesebb adat szerepel a diagramon. Miért? Kevesebb lett volna a földrengés? Aligha! Kevesebb a forrásunk!

Valószínű, hogy a 20. századi földrengés-gyakoriságnak megfelelő számú, intenzitású és gyakoriságú földrengés volt a megelőző századokban is: a földrengések helyét és idejét földtani, lemeztektonikai folyamatok szabják meg, ezek nem változnak rövid, történelmi időtávlatban.⁹

1900 után – a hiánytalan adatbázisban – évtizedenként átlagosan 15 esemény volt, összesen 205 rengés. Ezeket ismerjük. Az 1600 és 1900 közötti három évszázadban a följegyzett rengések száma évtizedenként körülbelül 5 esemény, összesen 144 rengés – a valószínűleg bekövetkezett 615 helyett. Ebben a három évszázadban tehát az épületsérülést okozó rengések 3/4-éről, mintegy 471 (!) rengésről, nincsen tudomásunk. 1600 előtt a rengések följegyzése ötletszerűnek tűnik: évtizedek telnek el megőrződött adat nélkül. Az ezredfordulótól 1600-ig 42 rengésről tudunk, a feltehetően bekövetkezett 1230 rengés 4,6%-áról. A Kr. u. első évezredből pedig mindössze 3 eseményről van tudomásunk (1. ábra). Ez – a 20. századi gyakoriságot a múltra kivetítve – azt jelenti, hogy a feltehetően bekövetkezett rengéseknek mindössze 0,2%-áról maradt fenn írás. 99,8%-áról nem tudunk semmit!

Összefoglalva: a 20. században mért földrengés-gyakorisággal feltételesen azonosnak tekintve a megelőző 1900 év gyakoriságát, a megtörtént földrengéseknek mindössze a 5,2%-áról maradt fenn írásos adat, ez került bele a rengési katalógusokba, ez szolgált alapul a veszélyeztetettség számításához, a veszélyeztetettség térképek szerkesztéséhez (1. táblázat).

Matematikai becslésekkel lehet leírni például, hogy a Bécsi-medence földrengéseinek mekkora hányadáról van tudomásunk.¹⁰ Ilyet Magyarországról is szükséges készíteni. A jelen rövid tanulmány egyszerű aritmetikája csak a vizsgálat fontosságára kívánja felhívni a figyelmet.

Miért ennyire hiányos a tudásunk? Három okot kell figyelembe vennünk: 1. keletkezett-e forrás, 2. megőrződött-e a forrás, 3. tudunk-e a forrásról, feldolgoztuk-e, beépült-e az adatbázisba, a katalógusba?

Pannónia római kori feliratos anyaga a négyezer tételt is meghaladja.¹¹ Ez legfeljebb kis részben állt Réthly rendelkezésére. Feliratok, legalábbis a római korból,

Intervallum	Időtartam évben	Megtörtént esemény	Ismert esemény	Ismeretesség
1900-2000	100	205	205	100%
1600-1899	300	615	144	23%
1000-1599	600	1230	57	4,6%
1-999	1000	2050	3	0,02%
1-1900	1900	3895	204	5,2%
1-2000	2000	4100	409	10%

1. táblázat. A földrengések ismeretessége a Kárpát-Pannon-régióban és környékén

⁹ Bada et al. 2007.

¹⁰ Nasir et al. 2013.

¹¹ Kovács 2003.

igen ritkán említenek földrengést. Annál inkább szokás említést tenni újjáépítésről. Ennek értelmezése azonban az epigráfiai munkán kívül a helyszín igen részletes régészeti elemzését kívánja meg. A kora középkor népei nem hagytak írásos emlékeket a régióban. A késő középkor, különösen a Magyar Királyság okiratos anyaga azonban számottevő, részben nyomtatásban, újabban pedig az interneten is hozzáférhető. A középkor együttesen mintegy félmillió jogi iratot eredményezett, pontosabban ennyi őrződött meg napjainkra. Ezek, nagyrészt jogi iratok lévén, feltehetően kevés adatot szolgáltatnak. A középkor végén gyakoribbá váló utazások leírásai, követjelentések, földrajzi és történelmi munkák feldolgozása sok eredményt hozhat.¹² Még többet várhatunk a 16. századtól gyakoribbá váló magánlevelezés feltárásától, majd a lassan kialakuló külföldi folyóirat-irodalom vizsgálatától.

Kényelmesnek tűnik szinte mindenben Réthly¹³ monumentális katalógusára támaszkodnunk. Ő azonban anyaggyűjtését lényegében az 1910-es évek végével befejezte, utána csak mások által gyűjtött és publikált, kisebb mennyiségű anyagot dolgozott bele munkájába. Zsíros Tibor¹⁴ tudatában volt ennek a hiányosságnak, és jelentős mennyiségű új forrást, új adatot dolgozott bele katalógusába. Utóbbi nagy előnye, hogy koordinátákkal látta el az epicentrumokat, intenzitás (megrázottság) és megnitúdó (összes felszabadult energia) értékeket rendelt hozzájuk. Forrásait visszakereshetően megadta, de azok szó szerinti idézése, netán fordítása már meghaladta egyetlen ember erejét és idejét. Munkájának méretét és alaposságát jelzi, hogy Réthly 460 tételével szemben irodalomjegyzékében 1453 tétel szerepel a Grossinger munkájával záruló korszakból.

Ha keletkezett is forrás a Kárpát–Pannon-régióban, fennmaradt-e? Kételyeink kifejezésére a 2. ábra térképen foglaltuk össze a történelmi rengéseket. Szembeszökő, hogy a török hódoltság maximális kiterjedése (azaz maximális pusztítása) mennyire jól körülhatárolja a – ha nem is földrengésmentesnek, de csekély megrázottságúnak jelölt – középső régiót. Bár a műszeres észlelések alapján is kevesebb földrengés fordul elő ezen a területen, a gyakori hadjáratok, különösen pedig a 17. század végi, két évtizedes visszafoglaló háborúság a terület kiürülésével, a lakosság elmenekülésével, az írásos anyag megsemmisülésével járt.¹⁵ A hódoltság árnyékában viszonylag szabadon terjedő reformáció írástudói nem pótolhatták az elmenekült szerzetesrendek, az elpusztult egyházi intézmények szisztematikusan vezetett *historia domusait*, amelyek Réthly legfőbb forrásai voltak a békésebb területeken. Az arab írással rögzített, török nyelvű emlékek, bár bizonyára jelentős mennyiségben készültek, a hozzáértő kutatók csekély száma miatt is kiaknázatlanok.¹⁶

A 2. ábra nagy kérdése az: mennyire szeizmikus terület Magyarország? Véletlen-e, hogy a hódoltságtól nyugatra és Erdélytől keletre annyi és oly nagy földrengés volt,

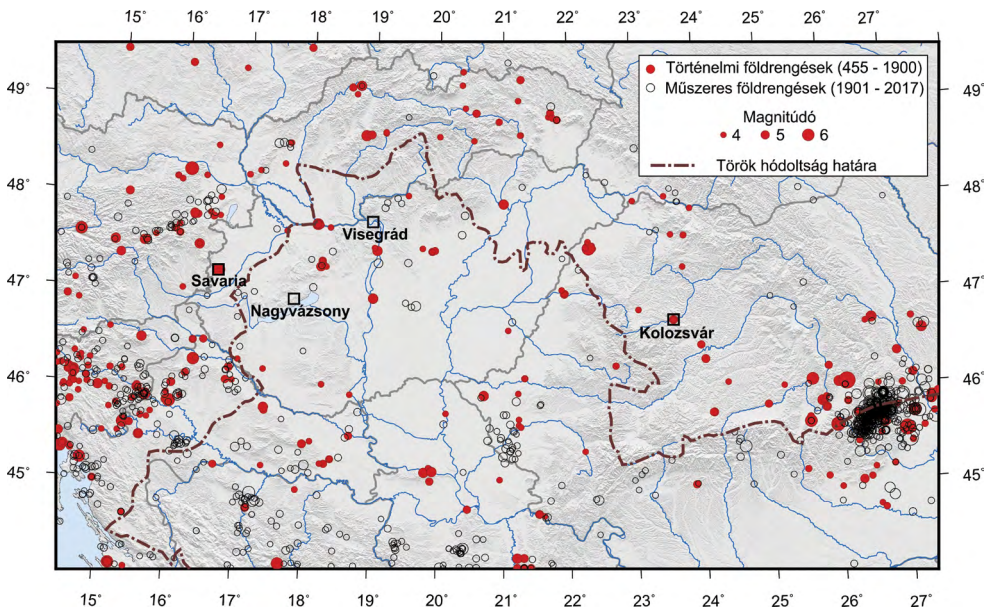
¹² Csukovits 2009.

¹³ Réthly 1952.

¹⁴ Zsíros 2000.

¹⁵ A törökellenes háborúk lezárulásakor a termőföldeknek mindössze 2%-a volt megrűelve (Kontler 2018: 123).

¹⁶ Fekete 1993.



2. ábra. A 4-es magnitúdónál nagyobb, műszeresen észlelt és történelmi földrengések eloszlása a Kárpát-Pannon-régióban. (Earthquake Catalogue 2019.) Feltűnő a középső, alföldi terület rengésmentessége: azt a kérdést vetjük fel, hogy ez rengések hiányából vagy a történelmi források hiányából fakad. A pont-vonással körülrajzolt terület a török hódoltság – nem szükségszerűen egyidejű – legnagyobb kiterjedését mutatja. (Szalay–Baróti 1897.) Nagyvázsöny (N), Visegrád (V) és Kolozsvár (K) archeoszeizmológiai módszerekkel újonnan felismert pusztító rengései egyelőre nem szerepelnek a földrengési katalógusokban. S – Savaria, K – Kolozsvár.

míg a két terület között, középpütt alig valamennyit ismerünk? A rendelkezésre álló, eddig feldolgozott történelmi források alapján ezt nem tudjuk megválaszolni, ehhez más módszert kell alkalmaznunk. Az erre alkalmas archeoszeizmológiát és alkalmazásának előzetes eredményeit mutatjuk be az alábbiakban.

Archeoszeizmológia

Új, Magyarországon még nem alkalmazott módszer az archeoszeizmológia: régészeti lelőhelyeket és még álló épületeket vizsgál, hogy felderítse, észlelhető-e rajtuk olyan alakváltozás, amelyet földrengés okozhatott.¹⁷ Ha más hatás (például alapozási problémák, háborús pusztítás) kizárható, akkor megállapítják a rengés intenzitását és behatárolják azt az időintervallumot, amikor a sérülés történt. A főlökés iránya, ha azonosítható, segítséget jelenthet az epicentrum helyének felismerésében, a rengést kiváltó törésvonal azonosításában. Ezzel a módszerrel megerősíthetünk történelmi források alapján feltételezett földrengéseket (például: Savaria),¹⁸ felismerhetünk eddig

¹⁷ Marco 2008.

¹⁸ Szeidovitz–Csabafi 1998.

ismeretlen rengéseket forráshiány által üresen hagyott korszakokban (Visegrád),¹⁹ valamint a történeti forrásoktól független intenzitásértékeket rendelhetünk ismert rengésekhez (Buda, Kolozsvár).²⁰

Az archeoszeizmológia módszereit először Görögországban alkalmazták a knosszoszi palota omlási jelenségeinek magyarázatára.²¹ Itt jelent meg első kézikönyve is.²² Terepi módszereit sokrétű adatgyűjtést követően²³ részleteiben Itáliában²⁴ és Spanyolországban²⁵ dolgozták ki. Analóg modellezésben Portugáliáé,²⁶ számítógépes elemzésben Németorszáé²⁷ a vezető szerep. Széles körűen alkalmazzák Törökországban,²⁸ Izraelben,²⁹ és biztató kezdetek láthatóak a mediterrán régió más országaiban: Algériában,³⁰ Tunéziában,³¹ Líbiában,³² Egyiptomban,³³ Jordániában,³⁴ Libanonban³⁵ és Szíriában.³⁶ Ezen vizsgálatok tárgya többnyire az Európa és Afrika kontinenslemezeinek ütközési zónájában húzódó alpi hegységképződési öv különféle, szeizmikusan igen aktív szakaszaira, úgynevezett lemezperemi környezetekre esik. A módszer a ritkábban előforduló, lemezen belüli rengések vizsgálatára is alkalmas, de itt az eredményeket jellemzően sokkal nagyobb hitetlenkedés fogadja: a szakmai közönség nincsen hozzászokva ahhoz, hogy hazája, régiója is lehet földrengés sújtotta vidék. Ilyen terület például Köln környéke is az Alsó-Rajna-árokban: csak a legutóbbi években vált elfogadottá, hogy ez Európának egyik szeizmikusan legaktívabb lemezen belüli területe, immár kétezer évre visszamenő, régészeti leletekre alapozott földrengési dokumentációval.³⁷

A Kárpát–Pannon-régióban először Manfred Kandler osztrák régész magyarázta először földrengésekkel a Bécsi-medencében fekvő carnuntumi római kori romterület egy darabban kidőlt falait. Következtetéseit hazájában egyöntetű elutasítás fogadta, ezért eredményeit Magyarországon kényszerült publikálni.³⁸ Számos ismétlődő kértely³⁹ és megerősítő geológiai tanulmány⁴⁰ után harminc év elteltével vált javaslata

¹⁹ Kázmér et al. 2019.

²⁰ Kázmér et al. 2019., illetve Kázmér 2017.

²¹ Evans 1928., Jones–Stiros 2000., Jusseret 2014.

²² Stiros–Jones 1996.

²³ Karcz–Kafri 1978., Nikonov 1988., Korjenkov–Mazor 1999.

²⁴ Galadini et al. 2006.

²⁵ Silva et al. 2005.

²⁶ Vasconcelos et al. 2006.

²⁷ Hinzen et al. 2011.

²⁸ Akyüz–Altunel 2001.

²⁹ Ellenblum et al. 1998., Marco 2008.

³⁰ Roumane–Ayadi 2019.

³¹ Bahrouni et al. 2020., Kázmér 2020.

³² Bacchielli 1995.

³³ Karakhanian et al. 2010.

³⁴ Al-Tawalbeh et al. 2019.

³⁵ Lewis 1999.

³⁶ Meghraoui et al. 2003., Kázmér–Major 2010., Kázmér–Major 2015.

³⁷ Reicherter et al. 2011., Hinzen et al. 2013.

³⁸ Kandler 1989.

³⁹ Például Hammerl et al. 2014.

⁴⁰ Decker et al. 2006.

régészköri körökben is elfogadottá: a carnuntumi földrengésről nemrégiben nemzetközi konferenciát rendeztek.⁴¹

A Kárpát–Pannon-régió többi részén még csak szórványos kezdeményezések első eredményei láthatóak: Siscia városában (Sziszek, ma Sisak Horvátországban) a római városfal hatalmas darabja „repült” arrébb néhány méternyi.⁴² Kolozsvárott a Szent Mihály-templomon látható sérülések IX-es intenzitású földrengést jeleznek.⁴³ Visegrádon, a királyi palota melletti, volt ferences kolostor padlószintjében megfigyelhető deformáció (80 centiméternyi süllyedés) arra utal, hogy valamikor 1513 és 1540 között súlyos földrengés okozott talajfolyósodást. Ez romba döntötte a kolostort és a templomot is.⁴⁴ Az épületek alakváltozását modellezni képes mérnöki eszközök felhasználásával várhatóan az eddigieknél pontosabb, számszerű eredményeket kaphatunk például a rengés energiájáról⁴⁵ vagy a sérülést okozó folyamat mibenlétéről.⁴⁶

A kutatási lehetőségek felvázolására bemutatunk két lelőhelyet, ahol kiváló lehetőség kínálkozik archeoszeizmológiai vizsgálatok végzésére. Savaria (Szombathely) egykori római útja – mely a Járdányi Paulovics István romkertben van – olyan alakváltozást, süllyedést mutat, amit egyetlen római hadmérnök sem engedhetett meg magának: a kövezett út mintegy 1,5 méternyi széles pereme körülbelül 30 fokban dől kifelé: ezen a szélen sem közlekedni, sem megállni nem lehet (3. ábra). A talajfolyósodás okozta süllyedés bizonyítására itt szükséges egy kisebb árokkal, de legalább kézi fúrással feltárni az altalajt. Ha az folyóvízi homok, a földrengéses eredet nagy valószínűséggel igazolást nyer. A nagyvázsonyi Kinizsi-vár csigalépcsőjének fokai mintegy négy centiméterrel el vannak csúszva egymáshoz képest (4. ábra).⁴⁷ Ez – az épületekre mindig ható függőleges terhelés mellett – oldalirányú erőhatást igazol, amit csak földrengés hozhatott létre.

A történeti szeizmológia olyan, mint egy nagy felbontású pillanatfelvétel: egyetlen eseményt – és következményeit – részleteiben dokumentál. Erre a leglátványosabb példa a legnagyobb ismert közel-keleti rengés: ezt 1202-ben 500 kilométer sugarú körben rengeteg helyszínen írták le.⁴⁸ Később a rengésért felelős törésvonalat is sikerült azonosítani a Libanon-hegységben.⁴⁹ Minél több, eltérő időpontokban készült ilyen felvételre van szükségünk valamely terület veszélyeztetettségének megbízható becsléséhez.

Az archeoszeizmológia olyan, mint egy mélyfúrás: a hosszú időn át fennálló épületek egyetlen helyszínen rögzíthetik akár több évszázad egymásra rakódó eseményeit. Bár egyazon hely ismétlődő roncsolódását nehéz igazolni és datálni, biztató

⁴¹ Konecny–Humer–Decker (eds.) 2019.

⁴² Skrgulja–Kázmér 2018

⁴³ Kázmér 2017.

⁴⁴ Kázmér et al. 2019.

⁴⁵ Morais et al. 2017.

⁴⁶ Besharatinezhad et al. 2020.

⁴⁷ Hálásak vagyunk Grynaeus Andrásnak, hogy a nagyvázsonyi vár sérüléseire felhívta figyelmünket.

⁴⁸ Ambraseys–Melville 1988.

⁴⁹ Daeron et al. 2005.



3. ábra. Erőteljesen megsüllyedt római kori útburkolat Savariában. Ilyen mértékű deformációt többnyire földrengés keltette talajfolyósodás okoz. Szombat-hely, Járdányi Paulovics István-romkert. #2156.



4. ábra. Csigalépcső elcsúszott lépcsőfokai. Nagyvázsony, Kinnisi-vár, lakótorony. Mércse: 100 Ft-os pénzérme, átmérője 24 mm. #0376.

kezdetek azért vannak: Margat keresztés vára a szíriai tengermelléken,⁵⁰ Capitolias római színháza a jordániai Beit-Raszban⁵¹ és Umm al-Dzsimál bizánci romvárosa⁵² úgyszintén Jordániában egyenként is legalább két-két rengést rögzít. A két módszert egymást kiegészítve szükségese alkalmazni.

⁵⁰ Kázmér–Major 2010.

⁵¹ Al-Tawalbeh et al. 2019.

⁵² Al-Tawalbeh et al. 2019.

Összefoglalás

Megbízható földrengés-veszélyeztetettségi számításokat csak a vizsgált terület szeizmiticitásának minél pontosabb ismeretének birtokában lehet elvégezni. Történeti adatok alapján biztos tudomásunk van a 20. századiaknál lényegesen nagyobb rengésekről (például Komárom, 1763). Minthogy azonban az utóbbi két évezred romboló erejű rengéseinek csak körülbelül egytizedéről vannak ismereteink, buzgó további forráskutatás és a még el sem kezdődött archeoszeizmológiai vizsgálatok nélkül esélyünk sincsen életünket és javainkat megbízhatóan védő mérnöki módszerek és rendszabályok kidolgozására.

Bibliográfia

- Akyüz, S. H. – Altunel, E. 2001: Geological And Archaeological Evidence for Post-Roman Earthquake Surface Faulting at Cibyra, SW Turkey. *Geodinamica Acta* (14.) 95–101.
- Al-Tawalbeh, M. et al. 2019: Archaeoseismic Analysis of the Roman-Early Byzantine Earthquakes in Capitolias (Beit-Ras) Theater of Jordan. In: 7th International Colloquium on Historical Earthquakes & Paleoseismology Studies, 4–6 November 2019, Barcelona [p. 19.] [poszter].
- Ambraseys, Nicholas 2005: Archaeoseismology and Neocatastrophism. *Seismological Research Letters* (76.) 5. 560–564.
- Ambraseys, Nicholas 2009: Earthquakes in the Mediterranean and Middle East. A Multidisciplinary Study of Seismicity up to 1900. Cambridge.
- Ambraseys, N. N., – Melville, C. P. 1988: An Analysis of the Eastern Mediterranean Earthquake of 20 May 1202. In: Lee, W. H. K. – Meyers, H. – Shimazaki, K. (eds.): *Historical Seismograms and Earthquakes of the World*. San Diego 181–200.
- Bacchielli, L. 1995: A Cyrenaica Earthquake *post* 364 A.D.: Written Sources and Archaeological Evidences. *Annali di Geofisica* (38.) 5-6. 977–982.
- Bada Gábor et al. 2007: Jelenkori feszültségtér a Pannon-medencében és alpi-dinári-kárpáti környezetében. *Földtani Közlöny* (137.) 3. 327–359.
- Bahrouni, N. et al. 2020: Historical and Archeoseismic Investigations in Kairouan Region (Central Tunisia): Evidence for the 9 October 859 AD Large Earthquake. In: 2nd Conference of the Arabian Journal of Geosciences (CAJG) 25–28 November 2019, Sousse, Tunisia. (in press).
- Besharatinezhad, A. et al. 2020: Modelling of Seismicity-Induced Cracking of Stone Columns Using Discrete-Element-Method (DEM), A Case Study of Eufrausius Cathedral, Porec, Croatia. European Geosciences Union General Assembly, 3-8 May 2020, Vienna, Austria. EGU2020-10462. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-10462>.
- Csukovits Enikő 2009: Források, műfajok, lehetőségek. A középkori Magyarország-kép elemei. *Korall* (38.) 5–29.

- Daeron, M. et al. 2005: Sources of the Large A.D. 1202 and 1759 Near East Earthquakes. *Geology* (33.) 7. 529–532.
- Decker, K. – Gangl, G. – Kandler, M. 2006: The Earthquake of Carnuntum in the Fourth Century A.D. – Archaeological Results, Seismologic Scenario and Seismotectonic Implications for the Vienna Basin Fault, Austria. *Journal of Seismology* (10.) 479–495.
- Earthquake Catalogue 2019: Geodetic and Geophysical Institute, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Hungarian Academy of Sciences, Sopron, Hungary.
- Ellenblum, R. et al. 1998: Crusader Castle Torn Apart by Earthquake at Dawn, 20 May 1202. *Geology* (26.) 4. 303–306.
- Evans, Arthur 1928: *The palace of Minos II*. McMillan. London.
- Fekete Lajos 1993: A hódoltság török levéltári forrásai nyomában. Szerk. Dávid Géza. (Oriental Reprints Series A6.) Budapest.
- Galadini, F. – Hinzen, K.-G. – Stiros, S. 2006: Archaeoseismology: Methodological Issues and Procedure. *Journal of Seismology* (10.) 395–414.
- Grossinger, J. B. 1783: *Dissertatio de terrae motibus Regni Hungariae*. Jaurini.
- Hammerl, Ch. – Loecker, K. – Steffelbauer, I. – Totschnig, R. 2014: The Carnuntum Case: An Earthquake Catastrophe around 350 A.D.?. In: *Second European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Istanbul, Aug. 25–29, 2014*. Istanbul. 2.
- Hinzen, K.-G. et al. 2011: Quantitative Methods in Archaeoseismology. *Quaternary International* (242.) 31–41.
- Hinzen, K.-G. et al. 2013: Archeoseismic Study of Damage in Roman and Medieval Structures in the Center of Cologne, Germany. *Journal of Seismology* (17.) 399–424.
- Hough, S. E. 2016: *Predicting the Unpredictable: The Tumultuous Science of Earthquake Prediction*. Princeton.
- Jeitteles, L. H. 1860: Versuch einer Geschichte der Erdbeben in den Karpathen- und Sudeten-Ländern bis zu Ende des achzehnten Jahrhunderts. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* (12.) 287–349.
- Jones, R. E. – Stiros, S. C. 2000: The advent of archaeoseismology in the Mediterranean. In: McGuire, W. G. et al. (eds): *The Archaeology of Geological Catastrophes*. (Geological Society. Special Publications 171.) London, 25–32.
- Jusseret, S. 2014: Contextualising the Birth of Mediterranean Archaeoseismology. *Antiquity* (88.) 964–974.
- Kandler, M. 1989: Eine Erdbebenkatastrophe in Carnuntum? *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungariae* (41.) 313–336.
- Karakhianian, A. – Avagan, A. – Sourouzian, H. 2010: Archaeoseismological Studies at the Temple of Amenhotep III, Luxor, Egypt. In: Sintubin, M. et al. (eds): *Ancient Earthquakes*. (Geological Society of America Special Paper 471.) Boulder, 199–222.
- Karcz, I. – Kafri, U. 1978: Evaluation of Supposed Archaeoseismic Damage in Israel. *Journal of Archaeological Science* (5.) 237–253.
- Kázmér, M. 2014: Damage to Ancient Buildings from Earthquakes. In: Beer, M. et al. (eds): *Encyclopedia of Earthquake Engineering*. Berlin – Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-36197-5_30-1.

- Kázmér Miklós (2017): Földrengés okozta sérülések a kolozsvári Szent Mihály-templomon. *Transsylvania Nostra* (4.) 41–45.
- Kázmér, M. 2020: Why Seismic Hazard Is Underestimated in Tunisia? An Archaeoseismological Study. In: 2nd Conference of the Arabian Journal of Geosciences (CAJG) 25–28 November 2019, Sousse, Tunisia. (in press).
- Kázmér, M. – Major, B. 2010: Distinguishing Damages of Two Earthquakes – Archeoseismology of a Crusader Castle (Al-Marqab Citadel, Syria). In: Sintubin, M. et al. (eds): *Ancient Earthquakes*. (Geological Society of America Special Paper 471.) Boulder, 186–199.
- Kázmér, M. – Major, B. 2015: Safita Castle and Rockfalls in the ‘Dead Villages’ of Coastal Syria: An Archaeoseismological Study. *Comptes Rendus Geoscience* (347.) 181–190.
- Kázmér Miklós et al. 2019: Tizenhatodik századi földrengéskárok Visegrádon és Budán – történeti és archeoseizmológia. Magyarhoni Földtani Társulat, Földtani és Geofizikai Vándorgyűlés, Balatonfüred, 2019. okt. 3–5. H. n., 50–53.
- Konecny, A. – Humer, F. – Decker, K. (hrsg.) 2019: Das Carnuntiner Erdbeben im Kontext. Akten des III. Internationaler Kolloquiums, 17.–18. Oktober 2013. (Archäologischer Park Carnuntum – Neue Forschungen 14.) Hainburg.
- Kontler, László 2018: Hungary. The Thousad-Year Realm. In: Furtado, P. (ed.): *Histories of Nations*. London, 121–129.
- Korjenkov, A. M. – Mazor, E. 1999: Seismogenic origin of the Ancient Avdat Ruins, Negev Desert, Israel. *Natural Hazards* (18.) 193–226.
- Kovács, Péter 2003: Die römischen Inschriften Ungarns. Supplementum 1. Kutatási beszámoló. *Antik Tanulmányok* (47.) 319–322.
- Lewis, N. N. 1999: Baalbek before and after the Earthquake of 1759: The Drawings of James Bruce. *Levant* (31.) 241–253.
- Marco, S. 2008: Recognition of Earthquake-Related Damage in Archaeological Sites: Examples from the Dead Sea Fault Zone. *Tectonophysics* (453.) 148–156.
- Meghraoui, M. et al. 2003: Evidence for 830 Years of Seismic Quiescence from Palaeoseismology, Archaeoseismology, and Historical Seismicity along the Dead Sea Fault in Syria. *Earth and Planetary Science Letters* (210.) 35–52.
- Morais, E. – Vigh, L. G. – Krähling, J. 2017: Preliminary Estimation of the Probable Magnitude of Komárom 1763 Earthquake Using Fragility Functions. In: 16th World Conference on Earthquake (16WCEE 2017.), Santiago, Chile, January 9–13 2017. Paper No. 4454, 11 p.
- Nasir, A. – Lenhardt, W. – Hintersberger, E. – Decker, K. 2013: Assessing the Completeness of Historical and Instrumental Earthquake Data in Austria and the Surrounding Areas. *Austrian Journal of Earth Sciences* (106.) 90–102.
- Nikonov, A. 1988: On the Methodology of Archaeoseismic Research into Historical Monuments. In: Marinov, I. – Koukis, G. (eds.): *The Engineering Geology of Ancient Works, Monuments and Historical Sites, Preservation and Protection*. Rotterdam, 1315–1320.

- Reicherter, K. et al. 2011: Aquisgrani terrae motus factus est (part 2): Evidence for Medieval Earthquake Damage in the Aachen Cathedral (Germany). *Quaternary International* (242.) 149–157.
- Réthy Antal 1952: A Kárpátmedencék földrendései: 455–1918. Budapest.
- Rodríguez-Pascua, M. et al. 2013: Preliminary Intensity Correlation between Macroseismic Scales (ESI07 and EMS98) and Earthquake Archaeological Effects (EAEs). In: Grützner, C. – et al. (eds.): *Seismic Hazard, Critical Facilities and Slow Active Faults. PATA Days. Proceedings of the 4th International INQUA Meeting on Paleoseismology, Active Tectonics and Archaeoseismology (PATA), 9–14 October 2013. Aachen, 221–224.*
- Roumane, K. – Ayadi, A. 2019: Archaeoseismology in Algeria: Observed Damages Related to Probable Past Earthquakes on Archaeological Remains of Roman Sites (Tel Atlas of Algeria). In: Bendaoud, A. et al. (eds.): *The Geology of the Arab World – An Overview. Bern, 319–339.*
- Silva, P.G. et al. 2005: Archaeoseismic Record at the Ancient Roman City of Baelo Claudia (Cadiz, South Spain). *Tectonophysics* (408.) 129–146.
- Skrkulja, R. – Kázmér, M. 2018: Deformed Roman Monuments Along Active Faults in NW Croatia – Archaeoseismological Studies. In: 17th Symposium of Tectonics, Structural Geology and Crystalline Geology (TSK 2018), 2018 March 19–23 Jena, Germany. Abstract volume. Jena, 116.
- Sternberg, J. v. 1786: Versuch einer Geschichte der ungarischen Erdbeben. *Abhandlungen der Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften auf das Jahr 1786. Prag–Dresden.*
- Stiros, S.C. 1996: Identification of Earthquakes from Archaeological Data: Methodology, Criteria, and Limitations. In: Stiros, S.C. – Jones, R. E. (eds.): *Archaeoseismology: British School at Athens. (Fitch Laboratory Occasional Paper 7.) Athens, 129–152.*
- Stiros, S. C. – Jones, R. E. (eds.) 1996: *Archaeoseismology: British School at Athens. (Fitch Laboratory Occasional Paper 7.). Athens.*
- Szalay József – Baróti Lajos 1897: A magyar nemzet története. III. kötet. [Baróti Lajos – Hatsek Ignác: Magyarország a török hódoltság korában c. térképe.] Budapest.
- Szeidovitz Győző – Csabafi Róbert 1998: Szombathely és környezetének földrendései. *Magyar Geofizika* (39.) 3. 76–79.
- Vasconcelos, G. – Lourenco, P. B. – Mouzakis, H. – Karapitta, L. 2006: Experimental Investigations on Dry Stone Masonry Walls. In: 1st International Conference on Restoration of Heritage Masonry Structures Cairo, Egypt, April 24–27, 2006, P31-1–P31-10.
- 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.) 2. 207–220.
- Zsíros Tibor 2000: A Kárpát-medence szeizmicitása és földrendés veszélyessége. *Magyar földrendés katalógus (456–1995). Budapest.*
- Zsíros Tibor 2003: Earthquake Activity and Hazard in the Carpathian Basin. *Acta Geodetica Geophysica Hungarica* (38.) 345–362.

MILLENNIAL RECORD OF EARTHQUAKES IN THE CARPATHIAN-PANNONIAN REGION

This is a short essay on earthquakes in the Carpathian-Pannonian region and its surroundings. Earthquakes have been recorded using seismographs since 1902 in Hungary. The relatively small number of seismic events and the long return period of major earthquakes make it necessary to use historical data in order to assess seismic hazard. Historical earthquake catalogues aim for exhaustiveness both in time and space, but they are limited by the lack of documentary data. A simple arithmetical assessment is provided to estimate our lack of knowledge of past seismic events. All destructive earthquakes of the twentieth century (above magnitude 5) are included in the catalogue (100%). Of the seismic events which took place in the seventeenth, eighteenth, and nineteenth centuries, only 23% are on record, while this figure drops to 4.6 percent for the eleventh–sixteenth centuries and 0.2 percent for the first millennium AD. On average, we have no information about 90% of the destructive earthquakes which occurred in the Carpathian-Pannonian region over the course of the past two millennia.

According to both instrumental measurements and historical sources, there were relatively few earthquakes in the central era of the period of time in question. This era coincides roughly with the two centuries of Ottoman rule (the sixteenth and seventeenth centuries). Were there really few earthquakes over the course of these two centuries, or we do not have the relevant records? We contend that warfare resulted in the destruction of settlements and the annihilation of documents.

Fragile historical documents can be supplemented by the study of robust edifices, an approach to the study of the past which is known as archaeoseismology. Evidence of damage and destruction can be identified, and earthquake parameters can be assessed. One can find evidence corroborating other sources indicating an earthquake (e.g. Savaria), and one can also identify traces of previously unknown seismic events (Visegrád). One can also assign intensity values to the existing historical records. Damage observed to a Roman road in Savaria, to the medieval donjon of Nagyvázsony offers support for our fundamental contention. In order to understand the seismic hazard that was faced in the Carpathian-Pannonian region, renewed study of historical sources and new archaeoseismological investigations are needed.