

# A Kárpát-medence jelenkori és paleorengéseinek komplex vizsgálata

SZEIDOVITZ GYŐZŐ (témavezető)<sup>1</sup>, GRIBOVSZKI KATALIN<sup>1</sup>, BUS ZOLTÁN<sup>1</sup>, SURÁNYI GERGELY<sup>2</sup>, GYŐRI ERZSÉBET<sup>1</sup>, LEÉL-ŐSSY SZABOLCS<sup>3</sup>, SCHAREK PÉTER<sup>4</sup>

OTKA nyilvántartási szám: T 038099

**Gy. SZEIDOVITZ, K. GRIBOVSZKI, Z. BUS, G. SURÁNYI, E. GYŐRI, Sz. LEÉL-ŐSSY, P. SCHAREK: Comprehensive investigation of recent and paleoearthquakes occurred in the Carpathian Basin**

*1. Examination the geological structures of the potential earthquake sources.*

*A Geoinformation System (GIS) has come into existence in order to investigate the geological and geophysical surroundings of earth tremors applying ArcView 3.2 software.*

*Analyses between different layers of the GIS were carried out. The results of the analyses show that although it was possible to find relation between the location of fault zones and the distribution of epicentres it also became clear that all of the Hungarian earthquakes cannot be explained with the help of movements along known tectonic elements.*

*It was established that the density of epicentres are higher than the average value at the 5 or 10 km wide buffer zones of 20–40 degree slope of pre-tertiary basement.*

*In accordance with focal depths analysis we were going to verify that earthquakes were produced within more or less consolidated layers inside subsiding basins.*

*2. Research of kinetic behaviours of stalagmites exited by horizontal acceleration.*

*Calculating the peak ground horizontal acceleration generated by paleoearthquakes from failure tensile stress of speleothems.*

*From the parameters of non damaged speleothems can be determined the upper limit of peak horizontal acceleration generated by paleoearthquakes during their formation. In the Hajnóczy and Baradla caves in Hungary some of the suitable speleothems are appropriate for estimating the upper limit of largest earthquakes that occurred in the last few ten thousand years.*

*In the laboratory the velocity of elastic waves, density and failure tensile stress of speleothem samples have been determined.*

*The fundamental frequency and damping of speleothems have been measured in cavity. We took samples from dripstones of 5.1 m height in Baradla cave and determined their age. It was established that these speleothems were not excited with a horizontal acceleration more than 0.61 m/s<sup>2</sup> during the last 70 000 years.*

*Speleothems were examined in Spanish and Bulgarian caves also.*

*3. Database of historical earthquakes occurred in Hungary.*

*The aim of this work was the systematisation of our knowledge about the historical earthquakes of Hungary and to introduce them into a database.*

A pályázat „Részletes kutatási terv”-ében három feladatot jelöltünk meg:

1. A Kárpát-medencében és a hozzá hasonló földtani felépítésű térségekben keletkezett földrengések lehetséges okainak tisztázása.
2. Történelmi és paleorengések kutatása.
3. A földrengésekre vonatkozó ismeretanyag rendszerezése és számítógépes adatbázisának elkészítése.

E három kutatási témacsoport eredményeinek részletes kifejtése (az alcímek után zárójelben levő szám a fenti feladatok sorszáma):

## A Kárpát-medencében és a hozzá hasonló földtani felépítésű térségekben keletkezett földrengések lehetséges okainak tisztázása (1 és 3)

A földrengések keletkezésének okait vizsgálva, a gerjesztés módja szerint megkülönböztetünk

- a) tektonikus földrengéseket;
- b) nem tektonikus rengéseket (vulkáni tevékenység, barlangbeomlás, bányaomlás, felszín alatti olaj-, gáz- és vízbányászat, valamint robbantások);
- c) süllyedő medencék feltöltésével kapcsolatos földrengéseket.

A Magyarországon keletkezett földrengések tér- és időbeli eloszlásának néhány sajátosságát SZEIDOVITZ, VARGA [1997] egy előző munkájukban már összefoglalták. Megállapították — JÁMBOR, SZEIDOVITZ [1995] kutatásaira hivatkozva —, hogy a földrengés-aktív területek kijelölése földtani, geomorfológiai és geofizikai ismervek alapján nem volt sikeres. A kudarc okának a földrengés-epicentrumok helyének pontatlansága és a földtani adatok bizonytalansága mellett az elemzés szubjektív módszerét tartották.

<sup>1</sup> MTA GGKI Geodéziai és Szeizmológiai Főosztály, H-1112 Budapest, Meredek u. 18.

<sup>2</sup> MTA-ELTE Geológiai, Geofizikai és Űrtudományi Kutatócsoport, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c.

<sup>3</sup> ELTE Természettudományi Kar, Általános és Történelmi Földtani Tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c.

<sup>4</sup> MÁFI, H-1143 Budapest, Stefánia út 14.

Célszerűnek látszott térinformatikai eszközökkel, számítógépes támogatással a vizsgálatokat megismételni. Az elemzésekhez a földrengés-katalógusokban lévő, nem rengések-től származó adatokat (robbantások, kőolaj- és földgázki-termelés, valamint bánya- és barlangbeomlások) ki kellett szűrni [KISZELY 2001; SZEIDOVITZ, BUS, GRIBOVSZKI 2004].

A pontosított földrengés-epicentrumokat, valamint a földrengések kipattanásában esetlegesen szerepet játszó földtani, geofizikai és geomorfológiai adatokat GRIBOVSZKI [2005] térinformatikai rendszerbe gyűjtötte össze, majd térinformatikai módszerekkel elemezte. A főbb eredményeket a következőkben foglalhatjuk össze:

— Összegyűjtöttük és térinformatikai rendszerbe integráltuk a földrengésekkel kapcsolatba hozható, rendelkezésre álló geológiai és geofizikai térképi adatokat [GRIBOVSZKI, SZEIDOVITZ 2000, 2004, 2005, 2006]. Az analóg formában elérhető térképeket digitalizáltuk és tájékoztuk. A digitális formátumban rendelkezésre álló térképek tájékoztató paramétereit pontosítottuk. A rendszer 23 db digitális térképet foglal magában, melyek közül 2 db pont típusú, 3 db vonal és poligon típusú, 3 db vonal típusú és 15 db felületmodell (TIN vagy raszteres) típusú. Az elkészült rendszer segítségével az epicentrumok és a különböző témájú térképek elemei között elemzések végezhetők, melyek segítségével kapcsolatok állapíthatók meg az epicentrumok és a geológiai, geofizikai képződmények elhelyezkedése között.

— Elvégeztük a *Kinematikai és földrengés-epicentrumok térkép* [JÁMBOR, MÓNUS, SZEIDOVITZ 1999] pontosítását és kiegészítését, és a *Magyarországi Földrengések Évkönyvében* (MFÉ) [TÓTH et al. 1996–2003] található hipocentrumok szűrését, hogy előállítsuk a *Makro- és Mikroszeizmikus földrengés-epicentrum térképeket*. A *Kinematikai és földrengés-epicentrumok térkép* eredetileg 213 eseményt tartalmazott, egy eseményhez ábrázolva az összes legnagyobb megrázottságú települést. Több azonos megrázottságú településhez kapcsolódó esemény esetén a rengéssel kapcsolatba hozható leírásokat, földrengés kérdőíveket, makro- és mikroszeizmikus katalógusok adatait tanulmányozva meghatároztuk az epicentrum valószínű helyét. A MFÉ-kben található hipocentrumok felszíni vetületét a térinformatikai rendszerbe integráltuk, és a helymeghatározási hibaértékek alapján szűrtük.

— Elvégeztük az 1996 és 2002 között keletkezett néhány „kritikus” rengés relokalizációját műszeres beérkezési adatok alapján a HYPOINVERSE-2000 program felhasználásával. Ezen rengések hipocentrum-meghatározásainál a makroszeizmikus és a mikroszeizmikus epicentrumok egymástól több, mint 10–15 km távolságra helyezkedtek el. A mély, üledékes medencék speciális sebességviszonyait is figyelembe vevő epicentrum-meghatározások eredményeképpen számos esetben a makroszeizmikus érzékelés és a műszeres helymeghatározás eredményei közeledtek egymáshoz.

A térinformatikai rendszer rétegei és az epicentrumok között a következő kapcsolatokat állapítottuk meg:

— A *Pleisztocénben aktív törésvonalak és süllyedéktérületek térképnek* [SCHWEITZER 1993] a *Magyarország geomorfológiai térképe* [PÉCSI et al. 2000] jelenkori tektonikus elemeivel kiegészített térkép objek-

tumai szignifikáns kapcsolatban vannak mind a makro-, mind a mikroszeizmikus epicentrumok elhelyezkedésével.

— *Magyarország negyedidőszaki mozgásainak térképe* [JÁMBOR, SZEIDOVITZ 1995] objektumai sem a makro-, sem a mikroszeizmikus epicentrumok elhelyezkedésével nem mutatnak szignifikáns kapcsolatot.

— A *Neogene tectonic map of the Pannonian Basin and the Surrounding Alpine-Carpathian-Dinaric Mountains* [HORVÁTH 1993] című térkép hazánk területére vonatkozó törésvonalai az 5 km-nél nagyobb horizontális helymeghatározási hibával rendelkező mikroszeizmikus rengésekkel mutatnak szignifikáns kapcsolatot.

A felsorolt eredmények azt mutatják, hogy bár sikerült kapcsolatot kimutatni a vetőzónák elhelyezkedése és az epicentrum-eloszlás között, azonban bebizonyosodott, hogy a magyarországi rengések összessége nem magyarázható ismert tektonikus szerkezetek mentén bekövetkező elmozdulások segítségével. Továbbá megállapítottuk, hogy

— A *Magyarország geomorfológiai térképén* [PÉCSI et al. 2000] található jelenkori tektonikus elemek közül a vulkáni kúpok és telérek elhelyezkedése szignifikáns összefüggést mutat az 5 és 10 km közötti horizontális helymeghatározási hibájú makroszeizmikus epicentrumokkal.

— A *Minimális és maximális talajvízszintek térképén* [PÉCSI 1989] található hegylábak esetén, a 3,75 km széles bufferzónákkal végzett vizsgálatok szignifikáns kapcsolatot mutattak ki a makroszeizmikus epicentrumok és a hegylábak között.

— A makroszeizmikus epicentrumok az átlagos epicentrum-sűrűségnél nagyobb értékeket mutatnak a harmadidőszaki medencealjzat 20–40°-os lejtésű részeinek 5 és 10 km-es környezetében. Ezek a területeken azonban törésvonalak is áthaladnak, ezért nem jelenthető ki egyértelműen, hogy a rengések oka minden esetben az üledék medencealjzaton történő megcsúszása.

— Jelenkori mozgásokra utaló nyomokat találtunk a *negyedidőszaki képződmények vastagsága Magyarországon* [FRANYÓ 1992] térkép és a *jelenkori domborzat szorzattérképének* segítségével. A szorzattérképen kirajzolódik a Kecskemét környéki földrengés aktív terület — a negyedidőszaki üledék vastagodását a jelenkori domborzat magasságának növekedése is követi —, ugyanez mondható el a nyírségi Hoportyó kiemelkedésének környezetéről is. A szorzattérképen nem tükröződik az Alföld többi aktív területe: a szegedi, a jászberényi, a békési aktív terület stb.

OTKA-kutatásunk ezen feléről részletes cikk jelent meg az *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*-ban [GRIBOVSZKI, SZEIDOVITZ 2006].

## Történelmi és paleorengések kutatása (2)

A Kárpát-medencében keletkezett földrengésekről 456-tól napjainkig vannak feljegyzéseink, de megbízhatóbb adataink csak az elmúlt 300 évről állnak rendelkezésre. Ha figyelembe vesszük, hogy a lemezekben belüli területeken a nagyobb rengések gyakorisága 10 000 év körül van, nem szükséges további indoklása a paleorengések kutatásának.

Sajnos hazánkban csak az elmúlt néhány évben kezdődtek intenzívebb neotektonikai kutatások a paleorengések

kiderítésére [MAROSI, MESKÓ 1997]. A kutatás kiterjedhet minden földrengések által okozott maradandó nyomra (elvetődések a rétegekben, homokgejzírcik, cseppkövek törése, elhajlása stb.) [KÁZMÉR et al. 2000; MAGYARI 2002; MAGYARI, VAN VLIET-LANOË, CSONTOS 2002; MAGYARI et al. 2004].

Az általunk végzett paleorengés-vizsgálatokat cseppkövek segítségével hajtottuk végre. A cseppkövek törésének több oka lehet, ezért figyelmünket nem a törött, hanem a szálban álló karcsú (magasság/átmérő  $\geq 20$ ) sztalagmitokra koncentráltuk.

Annak érdekében, hogy az összes hazai perspektivikus barlangot megismerjük — ezek bejárása meghaladta volna az OTKÁ-nk által nyújtott lehetőségeket — felhasználtuk kollégáink [LEÉL-ÖSSY, CZIFRA 2004] más forrásból finanszírozott kutatásait. Ennek köszönhetően került sor az Abaligeti-, a Mészégető-, a Vízfő-, a Trió- és a Szuadó-barlangok valamint a Mánfai Kőlyuk vizsgálatára. Sajnos ezekben a barlangokban nem találtak a hivatkozott tanulmányunkban [SZEIDOVITZ et al. 2005] lévő karcsú cseppkövekhez hasonlóakat. A legkedvezőbb esetekben is 40 Hz felett volt a sztalaktitok domináns frekvenciája.

Az előzetes tájékozódás során a következő barlangokat jártuk be vizsgálataink céljára alkalmas cseppkövek felkutatására:

— Aggteleki karszt: Meteor-, Béke-, Baradla-, Vass Imre-, Kossuth-barlangok;

— Bükk hegység: Hajnóczy- és Szamentu-barlangok;

— Budai-hegység: Harcsaszájú-, Pálvölgyi- és József-hegyi-barlangok;

— Mecsek: Abaligeti-barlang;

— Villányi-hegység: Nagyharsányi-barlang.

Az előzetes tájékozódás szerint a Balaton-felvidéken és a Bakonyban található barlangokban nincsenek vizsgálataink céljára alkalmas cseppkövek.

A vizsgálatok elvégzésére egy szeizmikus mérésekre kifejlesztett műszert alkalmaztunk. A mérőfejek néhány 100 grammosak, ezért a kisebb tömegű szalmacseppkövek mérésére nem voltak alkalmasak. Az első méréseknél a Hajnóczy-barlangban direkt regisztrálással dolgoztunk. Szándékunk volt visszatérni a barlangba és meghatározni a vizsgált cseppkövek korát, de a cseppkőbarlang védettsége miatt nem engedélyezték számunkra a mintavételezést.

A paleorengés-kutatások legújabb eredményeit az elmúlt években megjelent munkánkban már összefoglaltuk [SZEIDOVITZ, LEÉL-ÖSSY, SURÁNYI 2004; SZEIDOVITZ et al. 2005]. A következő bekezdésekben a kutatás rövid összefoglalását adjuk.

A Magyarország ÉK-i területén található Hajnóczy- és Baradla-barlangokban lévő cseppkövek egy része alkalmas arra, hogy vizsgálatokkal felső becslést adjunk az elmúlt néhány tízezer évben környezetükben keletkezett földrengések erősségére. Az ép cseppkövek paramétereiből megállapítható, hogy jelenlegi alakjuk elérése óta milyen nagyságú horizontális gyorsulásértéknél nagyobb nem terhelhette őket.

Laboratóriumban megmértük a cseppkőminták terjedő rugalmas hullámok sebességét, a cseppkőminták sűrűségét és törésszilárdságát. A helyszínen mértük a cseppkövek méreteit, sajátfrekvenciáját és csillapodási tényezőjét. CADORIN et al. [2001] formuláját alkalmazva a laboratóriumban és a helyszínen mért paramétereiből meghatá-

roztuk a sajátfrekvenciát és a töréshez vezető talajgyorsulás értékét az adott cseppkövek esetén.

Mintát vettünk a Baradla-barlang Olimposz termében lévő 5,1 m magas sztalagmit cseppkőből, majd induktív csatolású plazma tömegspektrometria (ICP-MS) és urán, tórium alfa-spektrometria módszerével meghatároztuk a cseppkő életkorát.

- Vizsgálataink eredményeképpen megállapítható, hogy
- Az elmúlt 70 000 évben az 5,1 m magas, Baradla-barlangban található cseppkővet 0,6 m/s<sup>2</sup>-nél nagyobb horizontális gyorsulás nem terhelhette. A vizsgált cseppkő környezetében lévő tektonikai szerkezetek (Darnó-vonal) földrengés potenciáljának megállapításánál figyelembe kell venni ezeket az eredményeket.
  - A Hajnóczy-barlangban végrehajtott mérések során megállapítottuk, hogy környezetében (beleértve az Eger-Ostoros fészket is) nem keletkezett katasztrofális földrengés az elmúlt néhány ezer évben.

## Külföldi barlangok (2)

Meggondolásaink és számításaink alátámasztására 2005-ben megvizsgáltunk néhány olyan külföldi barlangot, amelyek hazánknál aktívabb területen vannak. A vizsgált barlangok Spanyolországban és Bulgáriában találhatóak.

Spanyolország az Afrikai, Atlanti-óceáni és az Ibériai lemez egymásra hatása miatt aktívnak tekinthető jelenleg is [CLOETINGH et al. 2002]. A pliocén-negyedkori emelkedés elérheti az 1000 métert is (idézett cikk 2. ábrája). A mozgásokat feszültség felhalmozódás kísérheti, amelynek felszabadulása földrengéseket gerjeszthet. Ibéria szeizmicitását jól jellemezhetjük az 1980–1998 között megfigyelt földrengések területi eloszlásával (idézett cikk 4. ábrája).

Az Andalúziában lévő két barlang (Gibraltár és Nerja) cseppköveinek vizsgálata tehát megerősítheti, vagy cáfolhatja eddigi eredményeinket. Abban az esetben, ha találunk olyan sztalagmitokat, amelyeknek — számításaink szerint — már viszonylag kis horizontális gyorsulásokra törniük kellett volna, az eredményeink megkérdőjelezhetők. Ilyen cseppköveket azonban nem találtunk. Természetesen az indikátor cseppkövek hiányának több oka lehet. Gibraltárban található a Szent Mihály-barlang, melyben nincsenek paleorengések indikálására alkalmas cseppkövek. A Neander-völgyi ősember koponyáját megtalálták ebben a barlangban, tehát az már hosszú ideje lakott volt.

Bulgária földrengésekben aktívabb területein két barlangot (Ahmetiova-barlang és Saeva-barlang) látogattunk meg, ahol méréseket is végrehajtottunk (Ahmetiova-barlang). Egyik barlangban sem találtunk megfelelő, paleorengések indikálására alkalmas cseppköveket.

Az Ahmetiova-barlang 30 km-re van egy 10 fokos intenzitású (MSK-64) epicentrális területtől. Nagyon meglepő lett volna tehát, ha ebben a barlangban olyan „karcsú”, ép sztalagmitokat találtunk volna, melyeknél  $K \geq 20$  ( $K = \text{magasság} / \text{átmérő arány}$ ). Hiszen ekkora intenzitásnál megfigyelt földrengések által gerjesztett horizontális gyorsulások hatására ezeknek a karcsú cseppköveknek már törniük kellett volna. Ilyen cseppkövek nem voltak a barlangban.

Nem találtunk földrengés indikátorként szolgáló cseppköveket a Saeva- és a Ledenika-barlangokban sem, annak

ellenére, hogy ezek a barlangok nem különösebben aktív területen találhatóak.

A Ledenika-barlangtól nem messze, Vraca város közelében található Varteskata V13 barlangban sikerült karcsú cseppkövekre bukkanunk. Ez a barlang nem kiépített, csak speciális felszereléssel lehet egy 10–15 méteres kürtön keresztül megközelíteni. A bolgár geológus kollégák segítségével sikerült lejutni a barlangba, ahol a paleorengések indikálására alkalmasnak látszó,  $K \geq 20$  sztalagmitokat találtunk.

A cseppkövek gerjesztés hatására mutatott gyorsulásának időbeli változásait (akceleroqram) regisztráltak SMACH gyorsulásmérő szenzorokkal a cseppköveken három különböző helyen. A felvételeket SMACH SM2 típusú adatgyűjtővel rögzítettük. A mérésekből a cseppkövek rezonancia frekvenciáját meghatároztuk. A vastagabb, 3,65 m magas cseppkőből két különböző helyen mintákat vettünk, hogy korát és növekedési sebességét meghatározhassuk. A cseppkőminták a kormeghatározások alapján recens korúnak tekinthetők. A mért cseppkövek környezetében talált törött darabok laboratóriumban elvégzett törőszilárdsági vizsgálatai alapján a cseppkövek csak igen nagy, 0,9 g gyorsulásra törnének el, azaz sajnos ezek a karcsú cseppkövek sem voltak használhatók a paleorengések indikátoraként.

Vraca város közelében, ahol a Varteskata (V13) barlang található, van egy horizontális elmozdulásokat jelző tektonikai szerkezet. E törés jelenkori aktivitását kis rengések jelzik. Nem ismerjük arra a kérdésre a feleletet, hogy képes-e ez a szerkezet nagyobb, katasztrófális rengések gerjesztésére, és a cseppkővizsgálatok alapján is csak azt mondhatjuk, hogy ez a tektonikailag aktívnek tekinthető szerkezet az elmúlt néhány ezer évben nem okozott  $10^0$ -os MSK intenzitásnál nagyobb rengést.

### A földrengésekre vonatkozó ismeretanyag rendszerezése és számítógépes adatbázisának elkészítése (3)

A munka célja Magyarország történelmi földrengéseiről való ismereteink rendszerezése és MS Access adatbázisba rendezése. A korábbi események nagy részéről csak kevés, míg kisebb részükről — főként a későbbi és nagyobb rengésekről — sok és részletes információ áll rendelkezésünkre. A XX. század elején a műszeres regisztrálás kezdetétől, majd a digitális műszerek elterjedése után az információk mennyisége ugrásszerűen megnőtt. A létrehozott adatbázisnak ésszerűen kezelni kell a rengésekről való ismereteink heterogenitását.

Az adatbázist Windows 98/NT/XP operációs rendszer alatt futó Microsoft Access adatbázis-kezelő program segítségével építettük fel.

Az adatbázis fő táblázata a MAINCAT, amelyben egy földrengést egy rekord ír le. Ez a táblázat tartalmazza a rengés fő paramétereit, így a kipattanás idejét és a hipocentrum paramétereit. Mivel időnként a műszeres és a makroszeizmikus epicentrum- és mélységmeghatározások között ellentmondások vannak, ezért ahol ez fordult elő, ott mindkettőt megadjuk. Ezenkívül a rekord tartalmazza a magnitúdó és intenzitás értékeket, a rengés környezeti hatásait, a rengés forrásának típusát és egy rövid leírást a rengésről.

A megvalósított adatbázis nyolc, egymással relációs kapcsolatban álló táblázatból áll. Ezek a MAINCAT, PICTURES, ISOSEIS, TRACES, DESCRIPT, FOCMEC, MAIN\_SO és a REFERS nevű táblázatok.

Az ISOSEIS táblázat az izoszeizta-térképek grafikus képeit, forrásukat tartalmazza, valamint néhány megjegyzést róluk. A PICTURES táblázat a földrengés hatásairól és az okozott károkról készült grafikus képeket, fényképeket, a képekre vonatkozó megjegyzéseket, valamint forrásukat tartalmazza. A TRACES táblázat az adatbázisban található földrengések regisztrátumainak katalógusa. A DESCRIPT táblázat az elő- és utórengéseknek, a környezeti hatásoknak, a rengés geológiai hátterének a hosszabb kifejtését, leírását tartalmazza. A földrengés fészekmechanizmus megoldását — ha van — a FOCMEC táblázat tartalmazza. A REFERS táblázat a földrengésre vonatkozó forrásmunkákat tartalmazza, melyek lehetnek könyvek, cikkek, jelentések stb.

Az adatbázis megnyitásakor először a fő tábla (MAINCAT) űrlapja (1. ábra) jelenik meg. A rengés fő paramétereinek begépelése után a megfelelő parancsgombok megnyomásával lehet belépni a kapcsolódó táblák űrlapjaiba. A fő táblából csak az adott földrengésre vonatkozó egyéb űrlapok érhetők el.

1. ábra. Az MS Access adatbázis fő táblájának űrlapja

Fig. 1. The form of the main table in MS Access database

Az adatbázis feltöltése földrengés adatokkal folyamatosan történik. Jelenleg 456-tól 2003-ig tartalmaz az adat-

bázis makroszeizmikus rengéseket, összesen 261 db eseményt. Az adatbázisban tárolt események úgy kerültek kiválasztásra, hogy reprezentálják a hazai földrengés-fészkeket, azaz egy azonos fészekben keletkezett rengések közül csak egyet, a legjelentősebbet tároltuk az adatbázisban. A rengésekhez azok paraméterein túl a rengések által okozott károkról készült fényképeket, izoszeizta térképeket és néhány műszeres regisztrátum scannelt ábráját is feltöltöttük.

## HIVATKOZÁSOK

- CADORIN J. F., JONGMANS D., PLUMIER A., CAMELBECK T., DELABY S., QUINIF Y. 2001: Modelling of speleothems failure in the Hotton cave, Belgium). Is the failure earthquake induced? Netherlands Journal of Geosciences **80**, 3–4, 315–321
- CLOETHING S., BUROV E., BEEKMAN F., ANDEWEG B., ANDRIESSEN P. A. M., GARCAI-CASTELLANOS D., DE VICENTE G., VEGAS R. 2002: Lithospheric folding in Liberia. Tectonics **21**, 5
- FRANYÓ F. (Szerk.) 1992: A negyedidőszaki képződmények vastagsága Magyarországon. M=1: 500 000. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest
- GRIBOVSZKI K. 2005: Földrengések geofizikai és geológiai környezetének, valamint Debrecen földrengés-veszélyeztetettségének vizsgálata térinformatikai eszközökkel. PhD értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola, Geokörnyezettudományi Program, 130 o.
- GRIBOVSZKI K., SZEIDOVITZ Gy. 2000: Potenciális földrengés-fészkek meghatározása térinformációs rendszer felhasználásával. Geomatikai Közlemények **III**, 255–264
- GRIBOVSZKI K., SZEIDOVITZ Gy. 2004: A földrengések kiváltó tényezőinek vizsgálata térinformatikai rendszer felhasználásával. Magyarország Földrengésbiztonsága mérnökszeizmológiai konferencia, Széchenyi I. Egyetem, Győr, 347–362. o.
- GRIBOVSZKI K., SZEIDOVITZ Gy. 2005: Földrengések geokörnyezetének tanulmányozása térinformatikai eszközökkel. Geomatikai Közlemények **VIII**, 315–326
- GRIBOVSZKI K., SZEIDOVITZ Gy. 2006: Investigation of earthquakes' geo-surroundings in the Pannonian Basin by using GIS tools. Acta Geod. Geoph. Hung. **41**, 3–4, p. 441–460
- HORVÁTH F. 1993: Towards a mechanical model for the formation of the Pannonian basin. Tectonophysics **226**, 333–357
- JÁMBOR Á., SZEIDOVITZ Gy. 1995: Új atomerőmű telepítésére kijelölt területek földrengéskockázatának előzetes vizsgálata. MTA GGKI Szeizmológiai Főosztály Archívuma, Budapest, 31 o.
- JÁMBOR Á., MÓNUS P., SZEIDOVITZ Gy. (Szerk.) 1999: Kinematikai és Földrengés Epicentrumok térképe. ERŐTERV Adattár, Budapest
- KÁZMÉR M., MIKES T., SZÜCS Z., KROLOPP E., SÜMEGI P. 2000: Faulting and liquefaction of Quaternary sediments (Jenő, Fejér county, Hungary). ESG Memoir I. on Neotectonics
- KISZELY M. 2001: Discrimination of Quarry-blasts from Earthquakes using Spectral analysis and Coda Waves in Hungary. Acta Geod. Geoph. Hung. **36**, 4, 439–448
- LEÉL-ÖSSY SZ., CZIFRA T. 2004: Évi részjelentés a BAF C.4.4., D.9.1/2004 alvállalkozói szerződés tárgyában
- MAGYARI Á. 2002: Hazai krioturbációs jelenségek kritikai újrvizsgálata: paleoszeizmikus tevékenységek nyomai hazai negyedidőszaki képződményekben: MÁFI, Alaputatási Főosztály, kutatási jelentés, kézirat, 9 o.
- MAGYARI Á., VAN VLIET-LANOE B., CSONTOS L. 2002: Paleoszeizmikus jelenségek hazai negyedidőszaki rétegekben. Magyarország Földrengésbiztonsága, tudományos konferencia, Győr, Széchenyi István Egyetem, 2002. november 5.
- MAGYARI Á., MUSITZ B., CSONTOS L., VAN VLIET-LANOE B. 2004: Neotektonikai vizsgálatok a Külső-Somogyi dombságban: Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése, 2002, Budapest, 111–128. o.
- MAROSI S., MESKÓ A. (Szerk.) 1997: A Paksi Atomerőmű földrengés-biztonsága. Akadémiai Kiadó, Budapest, 178 o.
- PÉCSI M. (Szerk.) (1989): Magyarország Nemzeti Atlasza. Kartográfiai Vállalat, Budapest, 395 o.
- PÉCSI M. (Szerk.), a munkaközösség tagjai: ÁDÁM L., BORSY Z., M. BUCZKÓ E., GAZDAG L., GÓCZÁN L., HAHN GY., KAISER M., LÁNG S., LEÉL-ÖSSY SZ., LOVÁSZ GY., MAROSI S., PÉCSI M., PINCZÉS Z., RÉTVÁRI L., SOMOGYI S., SZÉKELY A., SZILÁRD J. 2000: Magyarország Geomorfológiai Térképe. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest
- SCHWEITZER F. (Szerk.) 1993: Pleisztocénban aktív törésvonalak és süllyedékerületek térképe. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest
- SZEIDOVITZ GY., VARGA P. 1997: A Paksi Atomerőmű telephelyének földrengésbiztonsága, kárpát-medencei nagyobb rengések áttekintésével. In: MAROSI S., MESKÓ A. (Szerk.): A Paksi Atomerőmű földrengés-biztonsága. Akadémiai Kiadó, Budapest, 95–111. o.
- SZEIDOVITZ GY., BUS Z., GRIBOVSZKI K. 2004: Focal depths of earthquakes in the Carpathian Basin. Acta Geod. Geoph. Hung. **39**, 4, 447–470
- SZEIDOVITZ GY., LEÉL-ÖSSY SZ., SURÁNYI G. 2004: Egykori földrengések felismerése cseppkövek segítségével. Földrajzi Közlemények **CXXVIII (LII)**, 1–4, 140–146
- SZEIDOVITZ GY., LEÉL-ÖSSY SZ., SURÁNYI G., CZIFRA T., GRIBOVSZKI K. 2005: Paleorengések által gerjesztett maximális horizontális gyorsulásamplitúdók számítása cseppkövek törőszilárdságának ismeretében. Magyar Geofizika **46**, 3, 91–101
- TÓTH L., MÓNUS P., ZSÍROS T., KISZELY M., CZIFRA T. 1996–2003: Magyarországi Földrengések Évkönyve, Hungarian Earthquake Bulletin, 1996–2004. MTA GGKI és Georisk Kft., Budapest