

SIPOSNÉ DR. KECSKEMÉTHY KLÁRA¹ – PELLER BÁLINT JÓZSEF²:

„ÉS MÉGIS MOZOG A FÖLD„ GONDOLATOK A 2016. ÉVI OLASZ
FÖLDRENGÉSSOROZAT KAPCSÁN
(“AND YET THE EARTH MOVES” Thoughts about the 2016 Italian series of
earthquakes)

A földrengések végigkísérik az emberiség történelmét, több település pusztulását okozták. Olaszország a földrengések aktív zónájában két törésvonalon fekszik. Cikkünk témája a 2016. évi olaszországi földrengéssorozat eseményeinek és tapasztalatainak áttekintése, valamint a magyarországi védelmi gyakorlat ismertetése. A 2016. augusztus 24-i olasz földrengés mintegy háromszáz halálos áldozattal, valamint rengeteg épület megrongálódásával, megsemmisülésével járt. Ismerjük ugyan a földrengéseket kiváltó okokat, a Föld mélyében végbemenő folyamatokat, megelőzni, vagy megbízhatóan előre jelezni mégsem tudjuk. Az egyetlen lehetőségünk a szakemberek és a döntéshozók együttműködése, a lakosság felkészítése, a hatékony mentés, kárelhárítás, a földrengéseknek ellenálló építkezések preferálása.

Kulcsszavak: földrengés, Olaszország, szökőár, Amatrice, L’Acquila, földrengés-előrejelzés

The earthquakes accompany the history of humanity; it caused the destruction of several settlements. Italy is located in an active earthquake zone of the two tectonic plates fault line. This article focuses on the events and experiences of the 2016 series of earthquakes in Italy in 2016, as well as the description of the Hungarian defense practice. The Italian earthquake of 24 August 2016 caused the death of approximately 300 people, and widespread damage and destruction of buildings. We know the causes of the earthquakes, the processes in the depth of the earth, but we cannot prevent or reliably predict them. The only chance is the cooperation of professionals and decision makers, preparation of the population, effective rescue, damage prevention, and the preference of earthquake resistant constructions.

Keywords: earthquake, Italy, tsunami, Amatrice, L’Acquila, earthquake forecasting

BEVEZETÉS

A földrengések végigkísérik az emberiség történelmét. Már az ókori civilizációkban is komoly pusztítást végzett egy-egy földrengés. A korabeli források, Plutarkhosz alapján olyan földrengés rázta meg Spártát I. e. 464-ben, amely következtében a településen csak öt épület maradt épségben.³ Strabón Geógraphika művében írt a Vezúvról, a szunnyadó vulkánról.⁴

¹ Siposné Prof. dr. Kecskeméthy Klára ezredes, egyetemi tanár, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Művelési Támogató Tanszék, Email:siposne.kecsekemethy.klara@uni-nke.hu, ORCID Kód: 0000-0002-4150-7823

² Peller Bálint József, tű. százados BM OKF, Országos Tűzoltósági Főfelügyelőség, kiemelt főelőadó, Balint.Peller@katved.gov.hu, ORCID Kód: 0000-0003-2014-0329

³ Varga Péter – Kiszely Márta: Földrengések a világon és Magyarországon <http://www.historia.hu/userfiles/files/2011-04/Varga-Kiszely.pdf> (Megnyitva: 2017. február 17.)

⁴ Strabón: Geógraphika című munkáját i.e. 7 körül fejezhetette be. A könyve eredeti címe Geógraphika hypomnémata, azaz „Földrajzi feljegyzések”.

„E helységek fölött emelkedik a Vesuion, amelyen a csúcs kivételével körös-körül igen szép földeken laknak, ez (a csúcs) legnagyobb részében sík, de teljesen terméketlen, hamuszürke színű és barlangszerű mélyedések látszanak rajta, amelyeknek a felületén a kövek kormosak, mintha csak a tűz égette volna őket, úgyhogy azt lehetne következtetni, hogy ez a hely azelőtt égett és tűzkráterei voltak, de az égőanyag elfogyásával a tűz kialudt.”⁵

A Vezúv 79. évi kitörése hatalmas pusztítást okozott, elpusztította Pompeit, Herculaneumot, Stabiaet, Oplontist. A vulkanológia atyjának is tartott ifjabb Plinius leírta a Vezúv 79. évi kitörését, illetve nagybátyja, idősebb Plinius halálát.⁶

„Ahogy közeledtek, egyre forróbb és sűrűbb hamu hullott a hajóra, majd tajtékkövek meg fekete és átizzott, a tűzben megrepesztett kődarabok..... Közben a Vesuvius hegyéből több helyen széles lángnyelvek és magas tűzszlopok csaptak fel; vakító fényüket még növelte az éjszaka sötétsége..... Máshol már felkelt a nap, ott sötétebb és sűrűbb volt az ég, mint bármikor; csak lángcsóvák és különböző fényjelenségek enyhítették.”⁷

79. augusztus 24-én a Vezúv kráterét évezredekig elzáró lávatömítés váratlanul, iszonyú erővel hajtva dobódott ki Campania derült égére. A tüzhányó kilométernyi magasságba lövellte a kőtörmelékét, és fülsiketítő égzengés kíséretében felrobbant a hegy csúcса.⁸ Az eget elsötétítette a vulkáni hamuból képződött sötét felhő, amely azután három napig gomolygott a katasztrófa színhelye fölött. Pompeii városát 7-8 m vastag hamuréteg fedte be, s a borsószemnyitől a mogyorónagyságig terjedő kövek szüntelenül hulló zápora temette el.

„A körülöttünk lévő épületek a folytonos földlökések következtében annyira megrongálódtak, hogy ezen a nyílt, de mégiscsak szűk helyen nagy okunk volt rettegni biztos beomlásuktól... Azután láttuk, hogy a tenger visszaszívódik, és a földrengéstől mintegy visszahömpölyög. Valóban, a partszegély kiszélesedett, és sok tengeri állat ott rekedt a szárazzá vált fövényen. A másik oldalon a borzalmas fekete felhőt ide-oda cikázó tüzes és kacskaringós villámok szaggatták meg, s mikor meghasadt, hosszú lángnyelvek csaptak föl benne: ezek hasonlítottak ugyan villámokra, de nagyobbak voltak..... Nem sokkal később az a bizonyos felhő leereszkedett a földre, elborította a tengert, körülvette és elrejtette Capreae szigetét, a Misenum-fok kiugró szikláit szintén eltakarta a szemünk elől.

Ekkor hamueső kezd hullani, egyelőre csak ritkásan..... Kissé kivilágosodott, de mi nem arra gondoltunk, hogy itt a virradat, hanem csak arra, hogy közelebb ért hozzánk a tűz. A tűz azonban jókora távolságban megállott, és újból ránk szakadt a sötétség, újból hullott a sűrű hamueső, egyre sűrűbben..... Végül ez a bizonyos sötétség mintegy füstté vagy köddé finomulva eloszlott; nemsokára igazi világosság derült ránk, még a nap is kisütött, mindenestre sárgás fénnel, mint amilyen napfogyatkozásakor szokott lenni. Még mindig káprázik a szemünk, de döbbenet látjuk már, hogy mindent vastag hamuréteg borít, mint a hó.”⁹

A Plinius leírása történelmi és vulkanológiai szempontból klasszikusnak számít, a legmegbízhatóbb ókori forrás a tüzhányó kitöréséről, amely részletesen leírta a Vezúv és környezetében,

⁵ Strabón: Geógraphika, Ötödik Könyv, V. 4.8. 267-268. oldalak

⁶ Caius Plinius Caecilius Secundus: Levelek, <http://mek.oszk.hu/06100/06177/> (Megnyitva: 2017. április 1.)

⁷ Caius Plinius Caecilius Secundus: Levelek i.m. Hatodik könyv, 16. Az idősebb Plinius halála,

⁸ Siposné Kecskeméthy Klára-Kis Csaba: A katasztrófaföldrajz oktatása a védelmi igazgatás szakon, pp. 236-242. In: Változó Föld, változó társadalom, változó ismeretszerzés 2013 – A megújuló erőforrások szerepe a regionális fejlesztésben nemzetközi tudományos konferencia, Eger, 2013. október 10-12. ISBN 978-615-5297-11-3

⁹ Caius Plinius Caecilius Secundus: Levelek i.m. Hatodik könyv, 20. A Vesuvius kitörése

a kitörés során végbement változásokat. Plinius neve fogalommá vált, az általa leírt vulkánkitöréshez hasonló erupciókat pliniusi-típusú kitörésnek nevezzük.

Az emberi létet nemcsak természeti katasztrófák sora, hanem civilizációs katasztrófák is veszélyeztetik. A természeti katasztrófák közül a kutatás szempontjából kiemelt jelentőségűek a földrengések, amelyek jelentős emberveszteséggel és anyagi károkozással járnak együtt. A földrengések előrejelzésére irányuló évezredek törekvések és erőfeszítések ez idáig nem hoztak a gyakorlatban is használható sikeres megoldást. A veszélyeztetettség szintje azonban a korábbi földrengések adatbázisai feldolgozásával becsülhető, kijelölhető a szeizmikusan aktív területek. Nemcsak a földrengés jelent közvetlen veszélyt az emberre, hanem az általa felépített épületek, gyárak, lakóházak is, amelyek megsérülhetnek, összedőlhetnek. A földrengésálló építkezés jelentős többletköltséget jelent, de így csökkenthető a környezeti kockázatok.¹⁰

Egy-egy nagyobb erősségű földrengés akár több száz kilométeres sugarú körben képes pusztítást véghezvinni. A keletkezési helyétől függően különféle másodlagos károkozó hatásokkal kell számolni. Sűrűn lakott települések esetén nagyon sok épület, közmű rongálódik meg, vagy dől össze, és dominóhatás¹¹ léphet fel. A tengerekben, óceánokban keletkezett földrengések esetén szökőárral lehet számolni. 2004. december 25-én az Indiai-óceánban, Szumátra partjainak közelében hatalmas, a Richter-skála szerinti 9,0-es erősségű földrengés következett be. Mivel a földrengés epicentruma a partoktól viszonylag távol volt, a rengés nem okozott károkat, azonban a következtében kialakuló szökőár a partokat elérve hatalmas pusztítást végzett. A szökőár egész városokat pusztított el, letarolt mindent, ami az útjába került, és ezzel több, mint 280.000 ember halálát okozta.¹²

Hazánk földrengés szempontjából nem tartozik a veszélyeztetett országok közé, a lehetőségét azonban nem szabad kizárni, hiszen az elmúlt időszakban nálunk is voltak jelentős rengések, és ebből eredő károk.¹³ Felmerül a kérdés, hogy a nagy földrengésveszélynek kitett országok által végrehajtott felkészülés a földrengés hatásaira, és a lakosság védelmében hozott intézkedések milyen példával szolgálhatnak a kevésbé veszélyeztetett országok számára. Az olasz földrengés következményeinek elemzése, a kialakult helyzet kezelése, és az azt követő intézkedések vizsgálata jó alapot adhat a hazai szakemberek és a témában kutatók számára is napjaink gyakorlatának hatékonyabbá tételéhez. Vizsgáljuk meg a földrengések keletkezését, mérésének lehetőségeit, valamint a közép-olaszországi földrengés eseményeit és hatását.

¹⁰ Siposné Kecskeméthy Klára: A nagy Kantó földrengés, Katonai Műszaki Közlöny, XXVI. évfolyam, 2016/1. szám pp. 44-59. http://www.hhk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/PDF_2016_1sz/MKK2016_1sz_ossz.pdf

¹¹ A 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról adja a dominóhatás magyarázatát, amely szerint a veszélyes anyagok foglalkozó létesítményekben bekövetkező baleset átterjedhet egy másik közelben fekvő veszélyes üzemre, a súlyos balesetet tovább súlyosbítva. Esetünkben a közműhálózat és az épület összeomlása nemcsak lokális, hanem az egész hálózatra, illetve kerületre hatással van.

¹² Varga Péter – Kiszely Márta: Földrengések a világon és Magyarországon <http://www.historia.hu/userfiles/files/2011-04/Varga-Kiszely.pdf> (Megnyitva: 2017. február 17.)

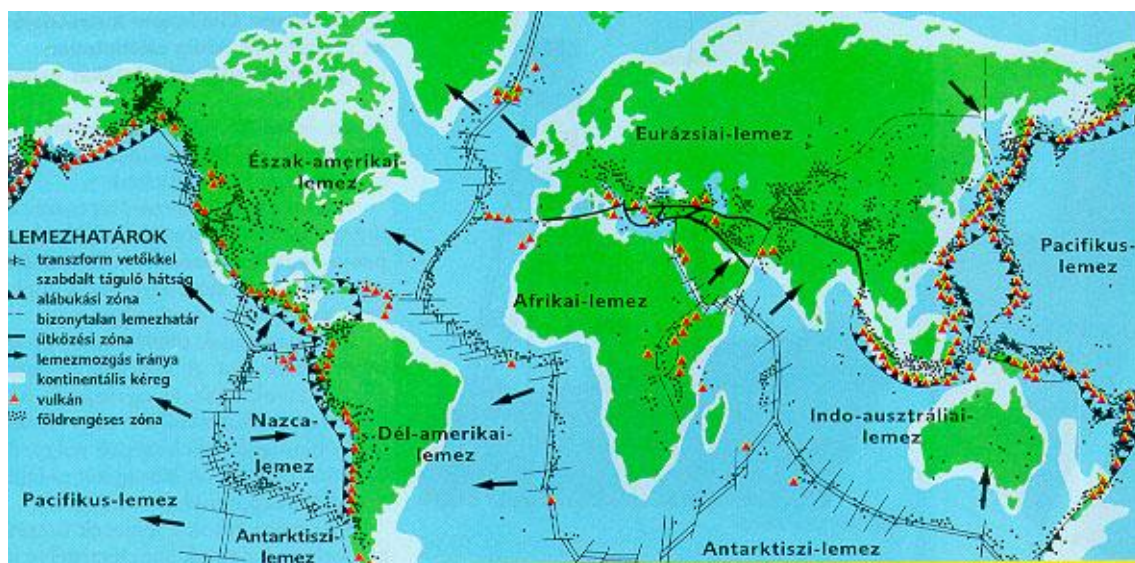
¹³ Hornyacsek Júlia: Földrengés! Fel vagyunk készülve? Hadmérnök, 2011. VI. évfolyam, 1. sz. 281. oldal

1. FÖLDRENGÉSEK

1.1. A FÖLDRENGÉSEK KELETKEZÉSE¹⁴

A Föld belsejét különböző rétegekre lehet felosztani: földkéreg, földköpeny, külső és belső mag. A kőzetburok a földkéreg és a földköpeny legfelső szilárd része. A szilárd kőzetburok alatt már forró folyékony anyag található. Ezt a tartományt asztenoszféranak is nevezik. A kőzetburok 7 nagyobb és több kisebb darabra tagolódik. Ezek a kőzetlemezek a következők:

1. Eurázsiai-lemez; 2. Csendes-óceáni-lemez; 3. Észak-amerikai-lemez; 4. Dél-amerikai-lemez; 5. Indo-ausztráliai-lemez; 6. Afrikai-lemez; 7. Antarktisi-lemez (1. ábra).



1. ábra A Föld kőzetlemezei¹⁵

A kőzetlemezek folyamatosan érintkeznek egymással, elcsúsznak egymás mellett, egymásnak feszülnek, vagy egymás alá csúsznak. A kőzetlemezek mozgása következtében a kőzetburokban egyre több feszültség halmozódik fel. Amikor a kőzetburokban a feszültség eléri egy bizonyos értéket, akkor ez az erő megrepeszti, eltöri a kőzetlemezt. Ez a repedés, törés nagy távolságokra szétterjedő rezgéssel jár, ezt lehet a Föld felszínén is érezni, ezt nevezik földrengésnek.

1.2. A FÖLDRENGÉSEK MÉRÉSE

A földrengések mérésével, már az ókori Görögországban is megpróbálkoztak. Az első ismeretebb földrengés-skála Giacomo Gastaldi piemonti térképrajzoló nevéhez fűződik, aki 1564-

¹⁴ A Föld szerkezete: a gömbhéjak, a kőzetburok részei, lemezei. <https://erettsegisedlet.blogspot.hu/2007/11/fld-szerkezete-gmbhjak-kzetburok-rszi.html> (Megnyitva: 2017. február 17.)

¹⁵ Vulkanai jelenségek, A kőzetlemezek mozgása és a vulkanizmus <http://www.ngkzski.hu/seged/tszm-vulkjel/tekon1.htm> (Megnyitva: 2017. március 20.)

ben kidolgozta a földrengések erősségét osztályozó skáláját. A 17-18. században készített skálák általában négyfokozatúak voltak, ez a tendencia a 19. században változott meg. Giuseppe Mercalli 10 fokozatú skálája 1897-ben született, a földrengések erősségét tapasztalati úton, a rengés okozta pusztításból vezette le. Ezt Adolfo Cancani 1904-ben 12 fokozatúra egészítette ki azzal, hogy hozzáadta a talajmozgás gyorsulási maximum-értékeit. Ezt a skálát a német geofizikus August Heinrich Sieberg tovább javította, hozzáadta a földrengések hatásainak elemzését és az épületek sérüléseinek leírását. Végül ezt a skálát 1917-ben nemzetközileg is elfogadták, teljes nevén Mercalli-Cancani-Sieberg skálának hívják.¹⁶ A korábbi skálák, a Mercalli-féle beosztással együtt a földrengéseket az általuk okozott környezeti hatások, valamint pusztításuk alapján osztályozták, addig a Richter-skála a földrengés méretét és magnitúdóját (a földrengéskor felszabaduló energia) vette figyelembe. Charles Richter amerikai geofizikus 1935-ben fejlesztette ki a róla elnevezett skálát a földrengések abszolút erősségének mérésére. Módszerének lényege, hogy a földrengés során szeizmogrammal határozható meg a rengés erőssége. Az Amerikai Egyesült Államokban a Módosított Mercalli Intenzitás Skálát használják, amelyet 1931-ben Harry Wood és Frank Neumann amerikai szeizmológusok fejlesztettek ki.¹⁷ Az idők folyamán összeállított tapasztalati skálák (Mercalli-Cancani-Sieberg, Medvegyev-Sponhauer-Karnik skála) felhasználásával dolgozta ki az Európai Szeizmológiai Bizottság az Európai Makroszeizmikus Skálát (EMS), amelyet 1992 óta használnak az európai országokban.¹⁸

2. A KÖZÉP-OLASZORSZÁGI FÖLDRENGÉSSOROZAT – 2016. AGUSZTUS 24-28.

Olaszország Európa szeizmikusan egyik legaktívabb országának számít, két (adriai és az eurázsiai) törésvonalon fekszik. A 2016. évihez hasonló legutóbbi nagy földrengés 2009-ben volt, az Abruzzo régióban lévő L'Aquila városát sújtotta, több mint 300 ember halálát okozta.¹⁹ A 20. század legpusztítóbb rengését 1908. december 28-án jegyezték fel az országban, amikor Calabrióban és Szicíliában (Messina és Reggio) mintegy 80 ezer ember vesztette életét a földmozgás és az azt követő szökőár következtében.²⁰

2016. augusztus 24-én, 3.36-kor Olaszország középső részén a Richter-skála szerinti 6,2-es földrengés következett be Lazio és Umbria régiójában. A földrengést Rómától Nápolyig lehe-

¹⁶ Ezt a 12 fokozatú skála a föld felszínén érezhető és az épített környezetben okozott károk alapján kategorizálja a földrengéseket. Földrengések mérése, Skálák története, http://twisterrob.uw.edu/peq/hun/attek_skala.htm (Megnyitva: 2017. március 11.)

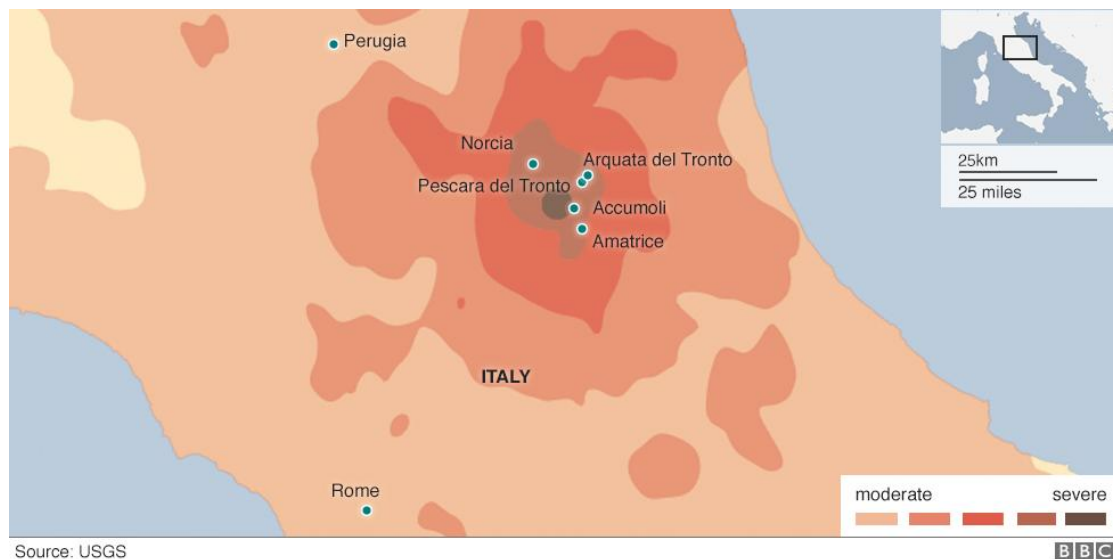
¹⁷ The Modified Mercalli Intensity Scale, <https://earthquake.usgs.gov/learn/topics/mercalli.php> (Megnyitva: 2017. március 10.)

¹⁸ European Macroseismic Scale (EMS 98) http://earthquakes.bgs.ac.uk/education/education/ems_synopsis.htm http://www.foldrenges.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=17:eurpai-makroszeizmikus-skala-ems-intenzitas-skala&catid=19&Itemid=23 (Megnyitva: 2017. február 20.)

¹⁹ Durva földrengés volt Olaszországban, http://index.hu/kulfold/2016/08/24/durva_foldrenges_volt_olaszorszagban/ (Megnyitva: 2017. február 20.)

²⁰ Nicola Alessandro Pino, Alessio Piatanesi, Gianluca Valensise and Enzo Boschi: The 28 December 1908, Messina Straits earthquake (MW7.1): A great earthquake through a century of seismology, Seismological Research Letter, Seismological Society of America 80 (2) pp. 243-259, http://www.earth-prints.org/bitstream/2122/5235/2/1908_Pino%20et%20al%20revised.pdf (Megnyitva: 2017. április 4.)

tett érezni. Ezt követően Norcia és Castelluci térségében újabb rengés következett. A földrengést az olasz szeizmológiai szolgálat Rieti névvel jelölte, mert Rieti megyében volt a rengés epicentruma és a legnagyobb károkat elszenvedő települések. Közép-olasz földrengésként is emlegetik, mert Rieti az ország közepén található. A média Amatrice földrengésként írt róla, mert Amatrice városa szenvedte el a legnagyobb károkat.²¹ A földrengés fészke 35 kilométerre volt L’Aquilától, a 2009. évi földrengés központjától. A rengés környezetében már a múltban is voltak nagy szeizmikus események. Eltérően a L’Aquila 2009. április 6-i földrengésétől, amelyet számtalan kisebb előrengés előzött meg, az Amatrice-i augusztus 24-i esemény előtt ilyeneket nem észleltek. A 2016. augusztus 24-i földrengést azonban nagyszámú utórengés követte. Augusztus 24-én és 25-én hat alkalommal észleltek utórengéseket. Augusztus 28-ig további 15 rengést detektáltak.



2. ábra: A földrengés okozta károk nagysága Közép-Olaszországban²²

A földrengés nagyon sekély (4 kilométer) mélységben pattant ki, ami jelentősen növelte a károk mértékét. A földrengés Amatrice és Accumoli településeket sújtotta leginkább, ahol megsérültek vagy összeomlottak a történelmi városközpontokban található több száz éves épületek, amelyeket nem földrengésnek ellenálló módon építettek (2. ábra). A szoroson egymás mellé épített házak egyikének összeomlása csökkentette a megtámasztottságot, így a szomszédos épületek is megsérültek. A rengés nem kímélte a műemlékeket sem (1. kép). A földrengés következtében megsérült Amatricében az 1428-ban épült Sant’Agostino templom

²¹ Varga Péter: A 2016. augusztus 24-i közép-olaszországi földrengés Természettudományi Közlöny, 147. évf. 12. füzet, p. 549-552. http://real.mtak.hu/42982/1/549_552_szeizmologia2NG_1_u.pdf (Megnyitva: 2016. február 20.)

²² Italy earthquake: Before and after images show destruction, 25 August 2016, BBC, <http://www.bbc.com/news/world-europe-37176601> (Megnyitva: 2017. február 20.)

is.²³ A mentési munkálatok során, a kárfelmérés érdekében robotokat és drónt használtak az épület 3D modelljének elkészítéséhez.²⁴ Mivel a rengések kora hajnalban történtek, ezért szinte mindenki még az otthonában tartózkodott, ami növelte az áldozatok számát. Délután folyamán az áldozatok számát még csak 73 főre becsülték, azonban ahogy a mentés, a romeltakarítás haladt úgy növekedett a számuk. A földrengés következtében több kórház is megsérült, ezért ott sem tudtak a sérültek ellátásáról gondoskodni. A már kórházban lévő betegeket is menteni kellett, ami tovább nehezítette az amúgy is leterhelt mentőszervezetek dolgát. A földrengés következtében egyes hegyi települések nehezen megközelíthetővé váltak, mivel a földrengés az utakat is megrongálta, a lezúduló törmelékdarabok elzárták az utakat.



1. kép: Amatrice főutcája a földrengés előtt és után²⁵

A rengések következtében az érintett települések majdnem teljesen megsemmisültek. A romok alá szorult személyek mentése több napig tartott. A 700 lakosú Amatrice település nyáron kedvelt turista célpont, ilyenkor a település lélekszáma megtöbbszöröződik. Ez nehezítette az áldozatok azonosítását, valamint sokkal több sérülttel, eltűnttel kellett számolni. Ebben a térségben már 2012-ben is volt egy erős földrengés, aminek következtében a helyi iskola is összeomlott, amit azóta újjáépítettek. Bár ezt az iskolát földrengés-biztos módszerrel építették újjá 700.00 euróért,²⁶ azonban a 2016. augusztusi földrengés ismét romba döntötte.²⁷ A földrengés után Rieti város bírósága megállapította, hogy a földrengés sújtotta városokban nem vették figyelembe az épületek felújítása, illetve építése során az 1974. földrengés elleni tör-

²³ Terremoto nel centro Italia, i danni al patrimonio artistico, http://www.repubblica.it/cronaca/2016/08/24/news/terremoto_nel_centro_italia_i_danni_al_patrimonio_artistico_-146561797/ (Megnyitva: 2017. április 12.)

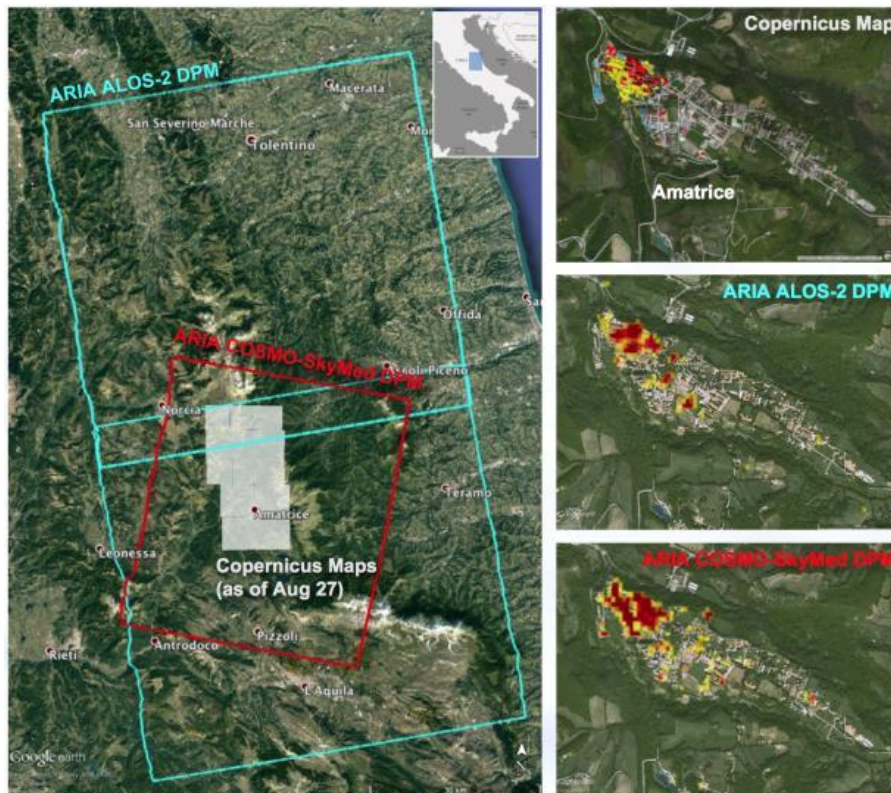
²⁴ TRADR successfully deployed robot technology for disaster response in Amatrice <http://www.tradr-project.eu/tradr-successfully-deployed-robot-technology-in-amatrice/> (Megnyitva: 2017. április 12.)

²⁵ Italy earthquake: Before and after images show destruction, BBC <http://www.bbc.com/news/world-europe-37176601> (Megnyitva: 2017. február 20.)

²⁶ Italy Investigates Whether Shoddy Buildings Worsened Earthquake Toll, <http://fortune.com/2016/08/28/italy-earthquake-building-codes/> (Megnyitva: 2017. április 12.)

²⁷ Italy quake toll hits 250 as rescuers search flattened towns, <http://uk.reuters.com/article/us-italy-quake-idUKKCN10Z04H> (Megnyitva: 2017. február 20.)

vény előírásait, amely részletesen szabályozta a földrengés ellenálló épületre vonatkozó építési technológiát.²⁸ A földrengés által sújtott térséget a hatóságok lezárták és csak azok közelíthették meg, akik a mentésben, mentesítésben vettek részt. Nemcsak az olasz polgári védelem, hanem a tűzoltóság és a fegyveres szervek (rendőrség, honvédség) is részt vettek a kutatás-mentésben. Az augusztus 24-i földrengést több mint 1.000 utórengés követte, de azok nem voltak olyan erősek, ezért nem vagy csak csekély károkat okoztak, mint például a 2016. augusztus 28-i Richter-skála szerinti 3,7-es erősségű rengés.²⁹



2. kép NASA felvétel Amatrice térségéről³⁰

A 2016. augusztus 24-i földrengés leginkább Amatrice települését és térségét érintette. A földrengés károkozásának felmérése érdekében a NASA tudósai is segítséget nyújtottak a mentésben részt vevő szerveknek (2. kép). A földrengés előtt és után készített műholdképek elemzésével a tudósok meghatározták a jelentősebb felszíni változásokat, és ezek felhasználá-

²⁸ Sisma, nel mirino della procura di Rieti appalti e collaudi: occhi puntati sul campanile killer, http://www.tgcom24.mediaset.it/cronaca/lazio/sisma-nel-mirino-della-procura-di-rieti-appalti-e-collaudi-occhi-puntati-sul-campanile-killer_3028167-201602a.shtml (Megnyitva: 2017. április 12.)

²⁹ Olaszországi földrengés: egy utórengés újabb épületeket rombolt le, <http://24.hu/kulfold/2016/08/28/olaszorszag-i-foldrenges-egy-utorenges-ujabb-epuleteket-rombolt-le/> (Megnyitva: 2017. február 20.)

³⁰ http://photojournal.jpl.nasa.gov/jpegMod/PIA21091_modest.jpg (Megnyitva: 2017. február 20.)

sával pontosabb becslést lehetett készíteni a károkról.³¹ A 2016. augusztus 24-i első földrengés következtében 297 fő hunyt el.³² A Protezione Civile (olasz Polgári Védelem) adatai szerint 234 lakos Amatrice-ben, 11 fő Accumoli-ban, 49 fő Arquata del Tronto-ban vesztette az életét.³³ Rieti és Ascoli Piceno településeken mintegy 365 főt kezeltek a kórházakban, míg a könnyebb sérülteket a helyszínen látták le.³⁴ A mentési munkálatokban segített a Vigili del Fuoco (olasz Tűzoltóság),³⁵ valamint a Soccorso Alpino³⁶ (Hegyi mentő és Barlangász Szervezet) is. Mintegy 2100 embert helyeztek el az ideiglenes táborokban felállított menedékekben. A kutató-mentő munkálatokban 4370 fő, és 70 kutyás egység vett részt. A mentés során 12 helikoptert használtak a katasztrófa színhelyének megközelítése érdekében.³⁷ Az egymás után keletkezett utóregések további veszélyeket hordoztak (1. táblázat). Személyi sérülés nem következett be, de a már megsérült épületek további károsodást szenvedtek, összeomlottak. Az olaszországi földrengés, habár nem a legerősebbek közé tartozott, azonban a térségben lévő régi, elavult technológiával épült épületek nem bírták a földrengések okozta megterhelést. Ennek is köszönhető, hogy olyan sok épület rongálódott meg, dőlt össze. Az olasz Nemzeti Mérnöki Tanács számításai szerint a műemléki épületek megerősítésére 93 milliárd euróra lenne szükség a térségben.³⁸

Dátum	Helyi idő	Magnitúdó	A rengés mélysége	A rengés epicentruma
2016. 08.24.	03:36:32	6.2	10 km	Norcia ³⁹
2016. 08.24.	03:56:02	4.6	10 km	Amatrice ⁴⁰
2016. 08.24.	04:33:29	5.5	10 km	Norcia ⁴¹
2016. 08.24.	04:59:35	4.3	9 km	Norcia ⁴²
2016. 08.24.	05:40:11	4.3	10,7 km	Amatrice ⁴³

³¹ NASA-Produced Maps Help Gauge Italy Earthquake Damage
<https://www.nasa.gov/feature/jpl/nasa-produced-maps-help-gauge-italy-earthquake-damage> (Megnyitva: 2017. február 20.)

³² ITALY earthquake: Before and after images show destruction
<http://www.bbc.com/news/world-europe-37176601> (Megnyitva: 2017. február 20.)

³³ Terremoto Centro Italia: aggiornamento del numero di vittime, feriti e popolazione assistita ,
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_com.wp?contentId=COM58731 (Megnyitva 2017. április 12.)

³⁴ Terremoto Centro Italia: aggiornamento del numero di vittime e feriti,
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_com.wp?contentId=COM58709 (Megnyitva 2017. április 12.)

³⁵ Corpo nazionale dei vigili del fuoco, CNVVF <http://www.vigilfuoco.it/asp/home.aspx> (Megnyitva 2017. április 12.)

³⁶ Corpo nazionale soccorso alpino e speleologico, CNSAS <http://www.cnsas.it/> (Megnyitva 2017. április 12.)

³⁷ Terremoto Italia centrale: le forze in campo,
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_com.wp?facetNode_1=f1_1&prevPage=comunicati_stampa&facetNode_2=terremoto_centro_italia_2016&contentId=COM58694

³⁸ Varga Péter i.m. 552. oldal (Megnyitva: 2016. február 20.)

³⁹ <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us10006g7d#executive> (Megnyitva 2017. április 12.)

⁴⁰ <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us10006g7j#executive> (Megnyitva 2017. április 12.)

⁴¹ <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us10006g7w#executive> (Megnyitva 2017. április 12.)

⁴² <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us10006g84#executive> (Megnyitva 2017. április 12.)

2016. 08.24.	19:46:09	4.6	10 km	Arquata del Tronto ⁴⁴
2016. 08.25.	05:17:16	4.7	10 km	Norcia ⁴⁵
2016. 08.26.	06:28:27	4.7	10 km	Amatrice ⁴⁶
2016. 08.27.	04:50:59	4.2	12,2 km	Norcia ⁴⁷
2016. 08.28.	15:07:34	4.3	11,7 km	Amatrice ⁴⁸
2016. 08.28.	17:55:36	4.6	5,7 km	Norcia ⁴⁹

1. táblázat A közép-olasz földrengés 2016. augusztus 24-28. jellemzői
(Szerkesztette: Siposné dr. Kecskeméthy Klára a US Geological Survey honlapja adatai alapján)

Olaszország még ki sem heverte az augusztusi földrengés-sorozatot, mikor október 30-án újabb erős, a Richter-skála szerinti 6,5-os földrengés következett be Perugiától 65 km-re. Az előző földrengés epicentrumához hasonlóan, ez a rengés is viszonylag (1,5 km) közel pattant ki a föld felszínéhez. Szerencsére ebben a földrengésben nem halt meg senki, azonban sokan megsérültek és újabb épületek dőltek össze.⁵⁰ A térségben élők azonban nem nyugodhatnak meg, hiszen tavaly augusztus óta a szakértők már több ezer kisebb-nagyobb rengést jegyeztek fel. A földrengések következtében a hegyekben horizontális repedések keletkeztek, a térség földrajzi arculata teljes mértékben megváltozott.⁵¹

Miért ennyire földrengésveszélyes Olaszország középső vidéke? Az elmúlt 2000 évben több mint 400 súlyos földrengés történt Olaszországban. Ezzel együtt a térséget a szeizmikusan közepesen veszélyeztetett területnek tartják, a földmozgások nagysága (magnitúdója) szerint. E terület veszélyességi kitettsége, sebezhetősége kiemelten magas, ami a nagy népsűrűséggel, a többnyire középkori építésű településekkel magyarázható. Ehhez járul hozzá a gyakori sekély fészekmélység, ami adott nagyságú földrengés esetében jelentősebb rombolást okoz.⁵²

Az amatricei földrengés ráirányította a figyelmet a hat évvel azelőtti L’Aquila-i földrengés következményeinek felszámolására. Kiderült, hogy L’Aquila központi, legsúlyosabban érintett városrészének a helyreállítása nem történt meg, illetve lassan halad. Bármennyire is szak-szerűen kezdték meg az akkori természeti katasztrófát (evakuálás, kereső-kutató munkálatok, élelem, víz, ivóvíz –és orvosi ellátás biztosítása, ideiglenes befogadó szállások, sátrak felállítása, a meglévő nagyobb befogadó kapacitású terek pl. tornacsarnok berendezése) következ-

⁴³ <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us10006g8a#executive> (Megnyitva 2017. április 12.)

⁴⁴ <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us10006gmi#executive> (Megnyitva 2017. április 12.)

⁴⁵ <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us20006trj#executive> (Megnyitva 2017. április 12.)

⁴⁶ <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us20006u4g#executive> (Megnyitva 2017. április 12.)

⁴⁷ <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us20006ufy#executive> (Megnyitva 2017. április 12.)

⁴⁸ <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us20006ut2#executive> (Megnyitva 2017. április 12.)

⁴⁹ <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us20006utk#executive> (Megnyitva 2017. április 12.)

⁵⁰ A közép-olaszországi földrengések okairól, 2016. november 11. <http://tuzhanyo.blogspot.hu/2016/11/a-kozep-olaszorszagi-foldrengesek.html> (Megnyitva: 2017. március 20.)

⁵¹ Megrepedtek a hegyek az olasz földrengés helyszínén, <http://vs.hu/kozelet/osszes/megrepedtek-a-hegyek-az-olasz-foldrenges-helyszinen-1103#ls7> (Megnyitva: 2017. március 20.)

⁵² A közép-olaszországi földrengések okairól, 2016. november 11. <http://tuzhanyo.blogspot.hu/2016/11/a-kozep-olaszorszagi-foldrengesek.html> (Megnyitva: 2017. március 20.)

ményeinek felszámolását, a legfontosabb, a házak állapotának felmérése, a pusztítás mértékének felmérése, a jelentős költséget és időt nem kímélő újjáépítés még hat év elteltével is akadozik. Vajon mi várható a tavalyi földrengés-sorozat után? Tekintettel arra, hogy ez az olasz régió Európa szeizmikusan egyik legaktívabb területe, itt is folyamatosan számolhatunk földrengésekkel. A középkori városépítés jellegzetességei (sűrű beépítettség, szűk utcák, építési technológia) előrevetítik e történelmi negyedekkel rendelkező olasz városok romba dőlését egy-egy jelentősebb földrengés esetén. Ha ehhez még az emberi tényező is társul, a technológiai fegyvelemhiánya a földrengés biztos építkezéseknél, a technológiai szabványok be nem tartása (lásd a földrengés biztos módszerrel épített iskola összeomlása) akkor a kilátások nem fényesek.

3. Magyarország földrengés veszélyeztetettsége

Földrengések előfordulásának tekintetében hazánk mérsékelt veszélyeztetett területen fekszik. Habár itthon is előfordulnak földrengések, azok kisebb intenzitásúak, kevesebb kárral, vagy kár nélkül lezajlanak. A történelem során természetesen Magyarországon is előfordult egy-egy nagyobb földrengés, például az 1763. június 28-án Komáromban bekövetkezett Richter-skála szerinti 6,3-es erősségű. A földrengés során Komáromban 63 ember vesztette életét, 120-nál több fő sérült meg, valamint a város harmada megsemmisült. A feljegyzések szerint a földrengés nemcsak Komáromban érezte hatását, hanem Ácson, Bábólnán és Győrben is pusztított, valamint romba döntötte a zsámbéki bazilika épületét is, azonban a legtöbb kárt Komáromban okozta.⁵³ A földrengés sokkal több emberéletet követelhetett volna, valamint jobban romba dönthette volna a várost, ha a térségben nem a hagyományos építési módokat alkalmazzák. A kor szokásainak megfelelően fémérenként fűzfaágakat vertek le, amelyeket vesszővel összefűztek majd betapasztották. A kémények is lefelé szélesedtek. Ezek az épületek jobban ellenálltak a földrengésnek, mint a módosabb lakók kőházai. A földrengés következtében Mária Terézia utasítására összeírták a károkat. Ezekből a feljegyzésekből jól dokumentálhatóvá váltak az események, melynek következtében viszonylag pontosan lehetett a földrengés erősségét is meghatározni.⁵⁴

Bár hazánkban nem jellemzőek a nagyobb földrengések, azért egy-egy kisebb földrengés minden évben előfordul, ezért az épületek tervezése, valamint az építkezések során figyelembe kell venni a múltbéli földrengéseket, a területek aktivitását. A földrengés-biztos építkezés célja, hogy gyakori kis rengések esetén a tartószerkezetek ne sérüljenek, alkalmankénti mérsékelt rengések esetén a tartószerkezetek nem, a nem tartószerkezetek csak minimális mértékben károsodjanak, míg ritka nagy erejű rengések esetén az épület ne omoljon össze, és súlyos károkat ne szenvedjen.

⁵³ Lásd Kövesligethy Radó Szeizmológiai Observatórium honlapján A múlt nagy rengései leírásánál az 1763. június 28-i komáromi földrengést <http://www.seismology.hu/index.php/hu/szeizmicitas/a-mult-nagy-rengesei/49-komarom-1763-junius-28-m-6-2-imax-8-9> (Megnyitva: 2017. március 25.)

⁵⁴ Tarján M. Tamás: 1763. június 28. Földrengés sújtja Komáromot, http://www.rubicon.hu/magyar/oldalak/1763_junius_28_foldrenges_sujtja_komaromot/ (Megnyitva: 2017. március 25.)

Az Európai Unió tagországaiban egységes földrengés szabvány van érvényben, amely részletesen szabályozza a földrengéseknek ellenálló épületek tervezési módszereit. A Magyarországon is érvényben lévő szabvány egységes tervezési metodikát ír elő az Unió egész területén.⁵⁵ Az egyes országok eltérő földrengés viszonyai miatt minden ország saját Nemzeti Mellékletében adja meg a helyi szeizmikus zónákat, a tervezéshez szükséges alapadatokat.⁵⁶ A szabvány szerint minden építményt úgy kell tervezni, hogy az élettartama (mely általában 50 év) alatt 10% valószínűséggel előforduló földrengést komolyabb szerkezeti károsodás, összeomlás nélkül kibírjon.⁵⁷ Nagyon fontos a földrengésállóság az olyan veszélyes ipari létesítmények, első helyen a nukleáris létesítmények (atomerőművek, radioaktív hulladéktárolók) esetében, amelyek sérülése a környezetet nagymértékben veszélyeztetheti. Ezekre a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség, a hazai Nukleáris Biztonsági Szabályzat,⁵⁸ továbbá törvények és kormányrendeletek szigorú előírásai vonatkoznak. Általánosan jellemző a nukleáris objektumok esetén, hogy a biztonságot nagyon kis valószínűséggel előforduló földrengésekre is megkövetelik.⁵⁹

Mint oly sok területen, a földrengéseknek ellenálló építkezés fejlődésénél is találhatunk úttörőnek számító magyar fejlesztést. Az 1913-ban született Tarics Sándor dolgozta ki az egyik legismertebb földrengésbiztos építkezési formát. A dobostorta réteges elrendezése adta számára az ötletet. Szabadalma alapján az épületeket ruganyos alapra, gumis-fémes pogácsákra helyezik, így az épületek nincsenek kapcsolatban a talajjal. Földrengés esetén ez a réteges szerkezet elnyeli a hullámokat és megóvjá az épületet. Sokan kételkedtek a módszer megbízhatóságában, azonban az idő Tarics Sándort igazolta. Ezzel a technológiával építette házát San Bernardino-ban, a Szent András törésvonal mentén. Nem sokkal az építkezés után egy 4-es erősségű földrengés következett be, az ő háza épen maradt, míg a környéken nagy volt a pusztítás. Ezek után vált világhírűvé és a San Francisco City Hall-t is ezzel a technológiával újítták fel 1998-ban.⁶⁰

⁵⁵ Szakács György: Eurocode-ok, Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre, <http://www.terc.hu/tudastar/eurocode-ok>; MSZ EN 1998-1:2004/A1:2013, Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre. 1. rész: Általános szabályok, szeizmikus hatások és az épületekre vonatkozó szabályok

⁵⁶ Lásd Szeizmikus zónatérkép MSZ EN 1998-1 (Eurocode-8) Nemzeti Melléklet, http://www.georisk.hu/Maps/EC8_zones_A4.jpg (Megnyitva: 2017. március 31.)

⁵⁷ P. Bisch, E. Carvalho, H. Degee, P. Fajfar, M. Fardis, P. Franchin, M. Kreslin, A. Pecker, P. Pinto, A. Plumier, H. Somja, G. Tsionis: Eurocode-8: Seismic Design of Buildings Worked Examples, http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/WS_335/report/EC8_Seismic_Design_of_Buildings-Worked_examples-main_only.pdf (Megnyitva: 2017. március 31.)

⁵⁸ 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet

a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről

⁵⁹ Magyarország Földrengési Információs Rendszere, HU-Reng, http://www.foldrenges.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=94:magyarorszag-foeldrenges-veszelyeztetettsege&catid=5&Itemid=7 (Megnyitva: 2017. március 26.)

⁶⁰ Tarics Sándor a Budapesti Műszaki Egyetemen építőmérnöki diplomát szerzett, majd 1949-ben kivándorolt az Amerikai Egyesült Államokba. Nevéhez fűződik az első földrengésbiztos acélszerkezetű épület tervezése. Tagja volt az Amerikai Mérnökök Egyesületének és az ENSZ földrengésügyi szakbizottságának. Alexander Tarics, Olympic champion and structural engineer, dies, <http://www.sfgate.com/bayarea/article/Alexander-Tarics-Olympic-champion-and-structural-7938907.php>; A Fermat-sejtés foglalkoztatja a 102 éves magyar olimpiai bajnokot, Index. 2017. április 25. http://index.hu/sport/2016/03/25/tarics_sandor_san_francisco_interju/ (Megnyitva: 2017. április 25.)

Az építési technológia fejlődésének, és a nemzetközi szabványnak (Eurocode 8) köszönhetően az elmúlt években előtérbe kerültek a földrengéseknek ellenálló építkezési formák. A nagyvárosok sűrűn beépített területein, a történelmi városrészekben nagy számban található régi, 100-150 éves épületek is, amelyek még nem korszerű technológiával épültek, így egy erősebb földrengésnek kevésbé, vagy semennyire sem állnának ellen. A Budapest belső kerületeit egy a Richter skála szerinti 7-es erősségű földrengés romba döntené és a teljes közműhálózat is megsérülne, jelentős károkat szenvedne.⁶¹ Mivel földrengés bármikor bekövetkezhet, ezért célszerű lenne, hazánk gazdasági teherbíró képességét figyelembe véve, olyan fejlesztési koncepciót kidolgozni, amivel az öreg bérházakat, templomokat, műemlékeket és egyéb, főleg a belvárosokban található, régi épületeket és talapzatukat földrengéseknek ellenállóbb módon lehetne korszerűsíteni.

Egy hazánkban bekövetkező nagyobb erejű földrengés után a kárhelyszínre elsőként a tűzoltók érkeznek ki és kezdik meg a káreset felszámolását, személyek keresését és mentését. A földrengés következtében megsérült, összedőlt épületek számának függvényében egyéb szervezetek (például önkéntes tűzoltó egyesületek, önkéntes mentőszervezetek, honvédség, rendőrség, civil szervezetek, stb.) állománya is részt vesz a kutatás-mentésben, a helyreállításban. A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság égisze alatt alakult meg a speciális helyzetekben bevethető HUNOR⁶² hivatásos nehéz kutató-mentő mentőszervezet, amely alkalmas a bekövetkezett veszélyhelyzetek, katasztrófák során jelentkező speciális mentési feladatok ellátására, az elsőként beavatkozók megerősítésére. Hazánkban a HUNOR a hivatásos katasztrófavédelmi szerv központi, külföldön pedig Magyarország hivatalos katasztrófavédelmi mentőcsapataként végzi tevékenységét. Tevékenységét Budapesten 3 órán belül, vidéken 8 órán belül, külföldön pedig 48 órán belül képes megkezdeni. A HUNOR szakszolgálatok a romok alatt rekedt áldozatok keresése, mentése, szükség szerint elsősegélynyújtás, földrengés sújtotta területen a műszaki mentés, áldozatok kiemelése, túlélési esélyeik biztosítása. A HUNOR nemcsak hazánkban, hanem külföldön is képes az önálló beavatkozás végrehajtására, eszközeinek segítségével hatékonyan tudja a romok alá szorult személyek kutatását, mentését végrehajtani. A mentőszervezet az ENSZ Nemzetközi Kutatás és Mentési Tanácsadó Csoport (INSARAG)⁶³ nehéz kategóriájú városi kutató és mentő minősítéssel rendelkezik. A földrengések következményeinek felszámolása meghaladhatja egy-egy szervezet képességét, ezért a felszámolásba bevont szervezetek hatékony együttműködésén alapuló munkára van szükség. A világon bárhol is következik be egy földrengés, nem elegendő a romok alá szorult személyek mentése, a rengés sújtotta térségben élők életfeltételeit is biztosítani kell.

ÖSSZEGZÉS, KÖVETKEZTETÉSEK, TAPASZTALATOK

⁶¹ Antal Örs: A földrengésálló építkezés korszerű lehetőségei, Hadmérnök, VIII. évfolyam, 1. szám, 2013. március, pp. 305-318, http://hadmernok.hu/2013_1_antalo.pdf (Megnyitva: 2017. április 25.)

⁶² HUNOR=Hungarian National Organisation For Rescue Services, http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=polgarivedelem_hunor (Megnyitva: 2017. március 26.)

⁶³ International Search and Rescue Advisory Group=INSARAG

Már az ókori Görögországban is felmerült az igény a földrengés előrejelzése iránt, azonban a mai ismereteink, tudásunk szerint erre nincs mód, megbízhatóan a mai napig sem lehetséges. A szeizmikusan aktív országokban komoly kutatások folynak a földrengések előrejelzése érdekében, azonban teljesen megbízható módszer nem létezik.⁶⁴

Amikor természeti katasztrófa történik, amely emberéleteket követel és óriási anyagi károkat okoz, szinte azonnal felmerül a kérdés meg lehetett volna előzni, el lehetett volna kerülni? Mennyire jelezhetők előre a földrengések? Mi a szerepe és felelőssége a szakembereknek? Vajon megfelelő-e a lakosság felkészítése? Veszélyhelyzet esetén tudja-e a lakosság mit kell csinálnia, mi az ún. eljárási rend? Vajon az egyes települések épületei a helyi szeizmikus zónákban földrengés biztosak-e? Megfelelő-e a szeizmológusok, a földtudományi szakemberek és a döntéshozók közötti párbeszéd? Egy földrengést, amely tőlünk függetlenül zajlik, megakadályozni, a csapást elkerülni nem tudjuk. A szakemberek csak valószínűsíteni tudják a természeti esemény bekövetkeztét, ami adott esetben életeket menthet. A rendelkezésre álló adatokat értékelik és elemzik, következtetéseket vonnak le és modellt alkotnak, amely alapján a döntéshozóknak tanácsokat adnak. A veszély előrejelzése két feladat együtteséből áll: a szakvéleményből és az ehhez kapcsolódó széleskörű és objektív tájékoztatásból. Vannak esetek – a Jáva szigeti Merapi vulkán 2010. október 25-i, a fülöp-szigeteki Pinatubo 1991. június 25-i kitörése⁶⁵ – amikor az idejében kiadott kitelepítést is magába foglaló legmagasabb szintű riasztás tízezrek életét mentette meg.⁶⁶

Ezek a kérdések jogosan merültek fel a közép-olasz földrengések kapcsán is. 2012. októberében az olasz bíróság első fokon hat olasz földrengéskutatót és egy polgári védelmi tisztviselőt – az olasz katasztrófavédelem földrengés-előrejelző bizottságának tagjai voltak – hat év börtönbüntetésre ítélte, valamint 8 millió euró megfizetésére kötelezte őket. A vád gondatlanságból, több emberen elkövetett emberölés, az ítélet szerint *"ellentmondásos, nem pontos és nem teljes"* információt közöltek a L' Aquila-i 2009. áprilisi nagy földrengést megelőző enyhébb előrejelzések után.⁶⁷ Az olasz és külföldi szakemberek, nemzetközi szervezetek tiltakoztak.⁶⁸ Az olasz fellebbviteli bíróság két évvel később megváltoztatta a 2012-ben első fokon hozott ítéletet, a hat tudóst felmentették, a polgári védelmi szakember büntetését pedig két év felfüggesztett börtönre módosították.⁶⁹

A földrengések előrejelzése olyan komplex feladat, hogy sosem lehet teljesen biztonsággal előre jelezni a bekövetkezésüket. Felkészülni is csak úgy lehet, hogy a földrengések

⁶⁴ Magyarország Földrengési Információs Rendszere, HU-Reng, http://www.foldrenges.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=19:a-foeldrengesek-elrejelzese&catid=19&Itemid=23 (Megnyitva: 2017. február 20.)

⁶⁵ FIRE and MUD, Eruptions and Lahars of Mount Pinatubo, Philippines, <https://pubs.usgs.gov/pinatubo/index.html> (Megnyitva: 2017. április 4.)

⁶⁶ A tudósok, szakemberek felelőssége, <http://tuzhanyo.blogspot.hu/2011/06/tudosok-szakemberek-felelossege.html> (Megnyitva: 2017. április 4.)

⁶⁷ Hat év börtönt kaptak az olasz földrengéskutatók L' Aquila miatt, <http://www.origo.hu/nagyvilag/20121022-hat-ev-bortont-kaptak-az-olasz-foldrengesekutatok-laquila-miatt.html> (Megnyitva: 2017. április 4.)

⁶⁸ American Geophysical Union, European Geophysical Union, International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior

⁶⁹ L'Aquila ítélet - felmentették a tudósokat a vád alól, <http://tuzhanyo.blogspot.hu/2014/11/laquila-itelet-felmentettek-tudosokat.html>, (Megnyitva: 2017. március 26.)

bekövetkezését valószínűsítik és ennek megfelelően úgynevezett földrengés biztos (például Japán) épületeket építenek, ezzel is csökkentve egy bekövetkező földrengés pusztító hatását. A világon jelenleg kétfajta földrengésálló építészeti megoldás, illetve ennek kombinációja létezik. Az egyik, amikor az épületbe rugalmas (például fa vagy acél) teherbíró szerkezeteket építenek, a másik, amikor a talpazatba épített acélszerkezet biztosítja a földrengések által keltett hullámok elnyelését.⁷⁰ Ebből is látható, hogy Tarics András szabadalmát a mai napig is aktívan használják az építőiparban. Természetesen elengedhetetlenül fontos a technológiai fegyelem, a jó minőségű és megfelelő mennyiségű építőanyag használata, mivel ezek nélkül a leggondosabban tervezett ház sem áll ellen a földrengések által keltett hullámoknak. Erre volt elrettentő példa a 2009. évi L'Aquila-i és a 2016. évi Amatrice-i földrengés.

A földrengés és a következményei kezelésének elemzése olyan tényeket tár fel, amelyek napjainkban is tapasztalatként szolgálhatnak a szakemberek számára, különös tekintettel az előrejelzésre, a veszélyhelyzeti kommunikációra, a lakosság felkészítésére, valamint a lakosság védelmére.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. A Föld szerkezete: a gömbhéjak, a kőzetburok részei, lemezei. <https://erettségsegedlet.blogspot.hu/2007/11/fld-szerkezete-gmbhjak-kzetburok-rszei.html>
2. A Föld kőzetlemezei és a lemezmozgások okai, <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/foldrajz/termesztfoldrajz/a-lemeztektonika-alapjai/a-fold-kozetlemezei-es-a-lemezmozgasok-okai>
3. Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, HUNOR kutató-mentő szervezet leírása http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=polgarivedelem_hunor
4. Földrengések mérése, Skálák története, http://twisterrob.uw.hu/peq/hun/attek_skala.htm
5. HUN-Reng, Magyarország Földrengési Információs Rendszere, <http://www.foldrenges.hu/>
6. Hornyacsek Júlia: Földrengés! Fel vagyunk készülve? Hadmérnök, 2011. VI. évfolyam 1. sz. pp. 276-295
7. Hosszú szunnyadás után látványos ébredés: ismét Etna kitörés show! <http://tuzhanyo.blogspot.hu>
8. Magnitúdó, a földrengések nagyságának mérőszáma <http://users.atw.hu/kornyezetunk/foldrengesek/magnitudo.htm>
9. NASA-Produced Maps Help Gauge Italy Earthquake Damage <https://www.nasa.gov/feature/jpl/nasa-produced-maps-help-gauge-italy-earthquake-damage>
10. Siposné Kecskeméthy Klára-Kis Csaba: A katasztrófaföldrajz oktatása a védelmi igazgatás szakon, pp. 236-242. In: Változó Föld, változó társadalom, változó ismeretszerzés 2013 – A megújuló erőforrások szerepe a regionális fejlesztésben nemzetközi tudományos konferencia, Eger, 2013. október 10-12. ISBN 978-615-5297-11-3
11. Siposné Kecskeméthy Klára: Az 1755. évi lisszaboni földrengés, Műszaki Katonai Közlöny, XXV. évfolyam, 2015. 2. szám. pp. 159-172. http://www.hhk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/PDF_2015_2sz/ossz_2015_2sz.pdf

⁷⁰ Antal Őrs i. m. 309. oldal

12. Siposné Kecskeméthy Klára: A nagy Kantó földrengés, Katonai Műszaki Közlöny, XXVI. évfolyam, 2016. 1. szám pp. 44-59. http://www.hhk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/PDF_2016_1sz/MKK2016_1sz_ossz.pdf
13. Tóth András-Siposné Kecskeméthy Klára: Természeti és civilizációs katasztrófák Ausztráliában, a megelőzés lehetőségei, Műszaki Katonai Közlöny, XXVI. évfolyam, 2016. 3. szám pp. 23-43. http://www.hhk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/PDF_2016_3sz/MKK_2016_3sz.pdf#page=26
14. Strabón: Geógraphika, Gondolat, Budapest, 1977. p. 999
15. Varga Péter–Kiszely Márta: Földrengések a világon és Magyarországon, História, 2011. 4. szám pp. 3-12. <http://www.historia.hu/userfiles/files/2011-04/Varga-Kiszely.pdf>
16. Varga Péter: A 2016. augusztus 24-i közép-olaszországi földrengés http://real.mtak.hu/42982/1/549_552_szeizmologia2NG_1_u.pdf