

Hábermayer Tamás,[✧] Muhoray Árpád[✦]

Földrengések következményeként várható sérültek és halottak számának becslése – 1. rész

DOI 10.17047/HADTUD.2021.31.3.44

A földrengések epicentruma és erőssége determinálja a várható emberi veszteségeket. Ha sűrűn lakott területen történik a természeti katasztrófa, akkor akár a kisebb rengések is jelentős számú sérültet és halottat eredményezhetnek. Ha az esemény középontja a településektől távol helyezkedik el, akkor viszont az erősebb rengéseknek sem biztos, hogy számottevő lesz a kihatása. A sérültek és halottak, mentendő személyek becslése fontos információ a katasztrófavédelmi műveletek és a mentőerők létszámának megtervezése szempontjából. A cikkben a szerzők vizsgálják, hogy vajon hogyan számszerűsíthetőek a várható veszteségek földrengések során.

KULCSSZAVAK: földrengés, becslés, sérültek, halottak

The estimated number of the injured and dead after an earthquake – Part 1.

The epicentre and strength of earthquakes determine the expected human casualty. If the natural disaster hits a populous area, than a minor quake also can cause numerous wounded and dead person. If the epicentre is far away from built-up area, than maybe the stronger quakes causes no considerable effect. The number of those who are waiting for rescue and the wounded and dead are important information for planning disaster management operations and determine the necessary rescue units. In the article, the authors are inspecting if there is a way to estimate the human casualty during earthquakes.

KEYWORDS: earthquake, estimate, injured, dead

✧ Nemzeti Közzolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz –
National University of Public Service, Doctoral School of Military Engineering, PhD nominated Student;
e-mail: dr.habermayer.tamas@katved.gov.hu; <https://orcid.org/0000-0002-6677-9163>

✦ Nemzeti Közzolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola –
National University of Public Service, Doctoral School of Military Engineering;
e-mail: muhoray.arpad@uni-nke.hu; <https://orcid.org/0000-003-3832-293x>

Bevezetés

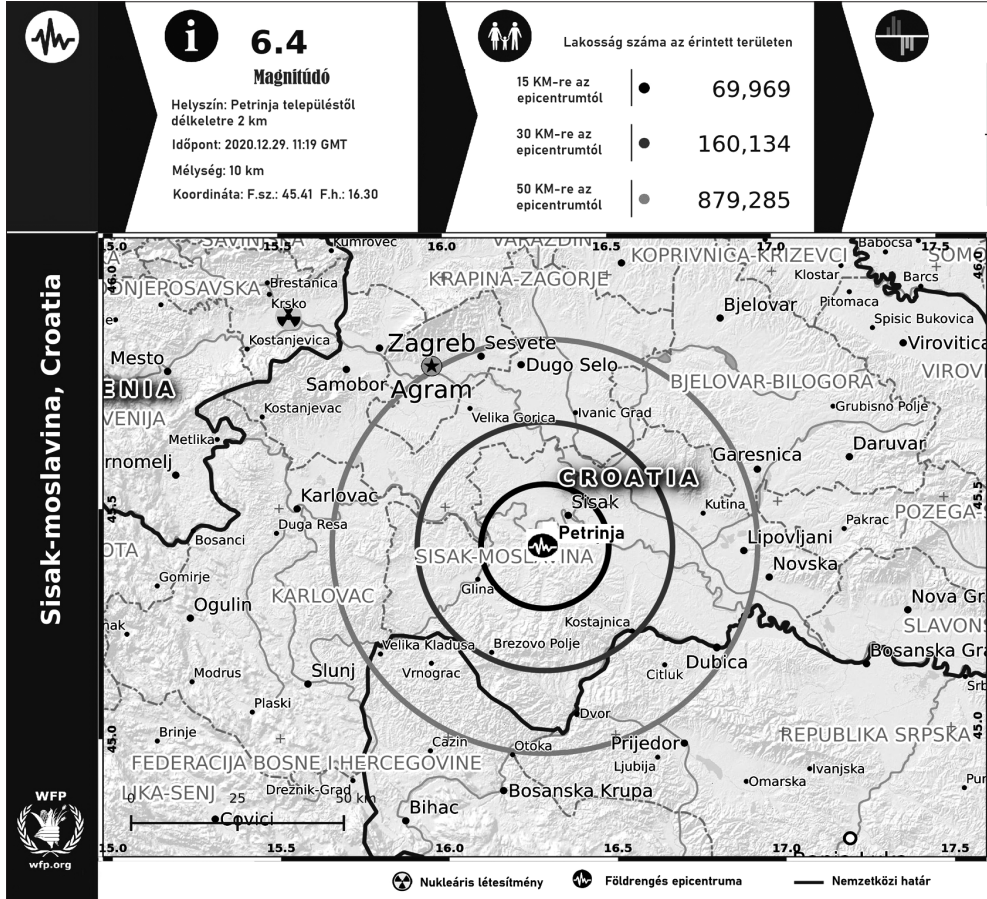
Tény, hogy minden természeti katasztrófa jelentős károkat képes okozni. A legtöbbjük ellen a hagyományos katasztrófavédelmi veszélyelhárítási tervezéssel¹ lehetséges védekezni, a szükséges erők-eszközök meglétét a veszélyeztetett területeken biztosítani. A földrengés viszont azért egy különleges típusa a rendkívüli eseményeknek, mivel a legtöbb esetben a bekövetkezés helyszínét és az erősségét nem lehet előre meghatározni. Számtalan szakember próbálta és próbálja különböző úton és módon elemzésekkel, korai előrejelző rendszerek telepítésével a megoldást megtalálni. Jelenleg azonban még a legveszélyeztetettebb területeken lévő legmodernebb eszközök is csak pár perces időelőnyt képesek biztosítani. Ez jelentősen megnehezíti a katasztrófavédelem operatív mentési és a mentőszolgálatok, kórházak ellátási tevékenységének tervezését. A védekezéshez szükséges erők, eszközök létszáma nem látható előre, ezért a biztosításuk feltételezésen alapul. A minél pontosabb becslés végrehajtása a tervezőknek az erőforrásokkal történő gazdálkodás miatt így különösen fontossá válik. Felmerül hát a kérdés, hogy vajon ezen kiterjedt katasztrófa káresemények felszámolására vannak-e olyan szakmai szabályok, amelyek ismerete és alkalmazása jelentősen csökkentheti az erőforrások pazarlását és a szükségtelen erők, eszközök igénybevételét. A szakszerűbb, tudatosabb felhasználás révén ugyanis a mentési műveleteket is gyorsabban, hatékonyabban lehet megvalósítani. Rövidülhet a felszámoláshoz szükséges összes idő és csökkenhetnek a költségek. Ez rendkívül fontos, hiszen egy metropoliszban bekövetkezett nagy földrengés akár percekben belül többszáz kárhelyszínt eredményezhet, amelyek bonyolultsága és eszközigénye drasztikusan megterhelheti egy ország elsődleges beavatkozó erőit.

A földrengés, mint váratlan esemény

A földrengések kiszámíthatatlanságának és előre tervezhetetlenségének bizonyítéka az, ha egy fejlett Európai Unió tagállamnál is bebizonyosodik, hogy a hagyományos alapokon nyugvó, tudományosan alátámasztott földrengés katasztrófa-veszélyeztettség megtervezésben is lehet hiba. 2020. december 29-én a horvátországi Petrinja településen a Mercalli-skála szerinti 7.8 erősségű, 6.4 magnitúdójú földrengés következett be. 30 km-es körön belül közel 160 000 főt sújtott káros hatásaival.² Számos utóregés is történt, és az eset hét halálos áldozatot, valamint 26 sérültet eredményezett. A földmozgások nagy létszámban károsították, semmisítették meg a közeli települések ingatlanjait.

1 A 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról előírja a tervekészítési kötelezettséget, a 234/2011. (XI.10.) Korm. rendelet VI. fejezet: a veszélyelhárítási tervezés rész pedig részletesen tartalmazza a megvalósítást.

2 Forrás: World Food Program Automated Disaster Analysis and Mapping (WFP-ADAM) rendszer <https://geonode.wfp.org/adam.html>, Petrinja-i földrengés: <https://geonode.wfp.org/wfpdocs/earthquake-in-sisak-moslavina-croatia-2-km-sse-of-petrinja-magnitude-64-depth-100/> (Letöltve: 2021. 01. 21.)



1. kép.

A Petrinja-i földrengés helyszíne és az érintett lakosság száma (Fordították és szerkesztették a szerzők az ADAM rendszer adatai alapján)

Horvátország kormánya 2020 júniusában a Világbankkal közösen kiadott egy jelentést,³ amelyet hét horvát minisztérium (építésügyi és fizikai tervezési, kulturális, pénzügyi, egészségügyi, belügyi, régiós fejlesztések és EU források, tudományos és oktatási), valamint Zágráb város települési és megyei önkormányzata, műszaki egyeteme, a horvát Földrengés Felügyeleti Hatóság és a Statisztikai Hivatal közösen állított össze. A dokumentum alapján Petrinja település és környéke a legkevésbé veszélyeztetett területek között szerepel.

3 Horvátországi földrengések gyors kárfelmérése és szükséglet értékelése 2020 címmel (Croatia Earthquake Rapid Damage and Needs Assessment 2020). Ezt a veszélyeztetettségi térképet többek között az országban bekövetkezett történelmi földrengések, különösen a Zágráb környékiek alapozták meg. https://mgipu.gov.hr/UserDocsImages/dokument/Potres/RDNA_web_04082020.pdf (Letöltve: 2020. 12. 30.)

1. táblázat.

Zágráb környéki történelmi földrengések(Fordították a szerzők⁴)

Dátum	Epicentrum (Zágráb városközponttól)	Mélység (km)	Magni- túdó	Intenzi- tás
1880. november 9.	12 KM északkeletre	nincs információ	6.3	VIII.
1901. december 17.	12 KM északkeletre	nincs információ	4.6	VII.
1905. december 17.	12 KM északkeletre	nincs információ	5.6	VII-VIII.
1906. január 2.	12 KM északkeletre	nincs információ	6.1	VIII.
1990. szeptember 3.	10 KM északnyugat	13 KM	4.7	VII.
2020. március 22.	7 KM északkelet	8 KM	5.5	VII-VIII.

A dokumentumok vizsgálatából megállapítható, hogy fejlettnek, felkészültnek és szakmailag megalapozottnak tekinthető a földrengés veszélyeztetettség elemzése. A nagy erejű rengés viszont a „veszélyes” terület helyett váratlanul, előre nem látható helyszínen rendkívüli eseményként mégis bekövetkezett. Ez rámutat a veszély-elhárítási tervezés azon problémájára, mely szerint a katasztrófák hatásai ellen teljes biztonságot nyújtani nem lehetséges. Sőt, aki erre alapoz, az szakmai hibát vét az erők és erőforrások elosztása kapcsán (a lehetséges helyszínektől túlságosan távol telepíti őket), amely a mentési feladatok végrehajtása során jelentős idővesztéssel járhat. Ennek okai lehetnek többek között a Nassim Nicolas Taleb⁵ által „fekete hattyúnak” (angolul: *black swan events*) nevezett események. Ezek a katasztrófák elleni védekezések szempontjából rendkívül nehezen tervezhetőek. Három legfontosabb jellemzőjük az, hogy előre nem jelezhetőek, rendkívüli kihatással bírnak, és a bekövetkezésük váratlansága ellenére is hiszünk a következő eset kapcsán abban, hogy azt már előre fogjuk látni.⁶ a hagyományos veszélyelhárítási tervezésre viszont az jellemző, hogy ezen eseteket jellemzően nem veszi figyelembe, és ezért elszenved a káros következményeket. Nemzetközi szinten a legújabb típusú veszélyelhárítási tervezések során már számolnak ilyen típusú, „váratlan és nagy erejű” eseményekkel. Ellenük egy megoldási lehetőség lehet az, hogy a direkt földrengés katasztrófák elleni védekezésre kijelölt erők és eszközök diszlokációját – az ország lehetőségeit figyelembe véve – annak teljes területén arányosítva kell szétosztani. Jelen esetben, mivel a földrengés-veszélyeztetettség megköveteli, célszerű az ország elsődleges beavatkozó állománya mellett régiós elhelyezéssel kis létszámú, specialista szervezeteket készenlétben tartani. Így a rengéseket követően a könnyű mentési feladatokat végre tudják hajtani a lakosság és a helyi elsődleges beavatkozó egységek, és csak a nehéz, bonyolultabb helyzetek megoldásához kell külön

4 Uo. 25. oldal, 5. táblázat.

5 Nassim Nicholas Taleb a pénzügyi tanok neves alakja. Vizsgálatai középpontjában a valószínűség és a szerencse, a bizonytalanság és a tudás állnak. Üzletember-kereskedő, egyetemi tanár és esszéista író egyszerre, a New York-i Egyetem professzora. A *Fekete hattyú* című műve egyike a világ tizenkét legnagyobb hatást kiváltó művének a *The Sunday Times* szerint.

6 Taleb 2010.

specialistát rendelni. Ez azt is jelenti, hogy az elsődleges beavatkozók részéről reaktívan (szinte azonnali vonulással) megvalósulnak a kezdeti védekezési feladatok (elsősorban a „könnyű” kategóriás kárhelyszínek⁷ felszámolása) és közben megtörténik a kiterjedt kárterület teljes felmérése (közben a „közepes és nehéz” kategóriás kárhelyszínek⁸ felderítése és osztályozása), amely akár órákig is eltarthat. A földrengést követően természetesen azonnal célszerű riasztani és a helyszínre küldeni a felszámolásra speciálisan képzett csapatokat is. Ők a vonulásuk ideje alatt képesek elvégezni minden szükséges felkészülési feladatot, valamint további létszámmal, különleges eszközökkel is kiegészülhetnek. Részükre a beavatkozás azonnali sága azért nem kifejezetten releváns, mivel a nehéz, bonyolult káresemények felszámolásának ideje (a különleges helyzetekből és a szükséges speciális felszerelések használatából adódóan) akár napokig is eltarthat. Fontos továbbá, hogy a speciálisan képzett kutató-mentő erők és felszerelésük több, egymástól távoli telepelyen legyenek elhelyezve. Ezáltal kiküszöbölhetővé válik, hogy egy őket is érintő földrengés teljesen megbénítsa a mentőcsapatot és megsemmisítse a speciális eszközeiket (például csak Zágrábban telepítés). Horvátország esetében a nagy mértékű földrengés veszélyeztetettség okán célszerű lenne legalább négy helyszínen, minimum 20–40 főnyi speciális egység elhelyezése és készenlétben tartása. (Lásd a 2. képet a következő oldalon).

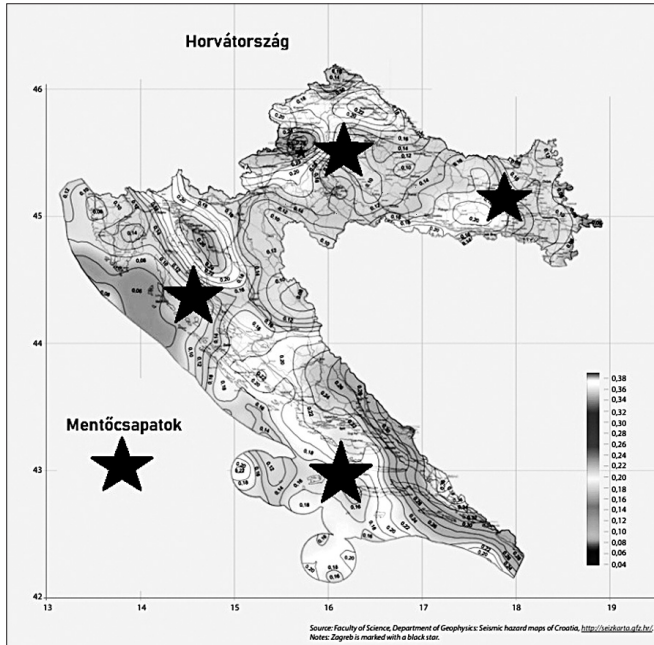
A földrengések következményei

Tekintettel arra, hogy a földrengések bekövetkezését jelenleg megakadályozni nem lehet, ellenük a veszélyelhárítási tervezés elsődleges célja az, hogy a katasztrófát követően a halottak és sérültek számát az épületek megerősítése és a sikeresen végrehajtott mentések segítségével csökkenteni lehessen. Egy-egy ilyen rendkívüli földmozgást követően a különböző kutatásokhoz nagyon nehéz pontosan dokumentált létszám-adatokat gyűjteni. Az esemény ugyanis hatalmas káoszt okoz, amelyben az áldozatok elhalálózását az épületomlásoktól kezdve okozhatják a gépjárműbalesetek, de akár a sokkhatásként bekövetkező szívvroham is. Előfordulhat továbbá, hogy a földrengéseknek másodlagos hatásai is lesznek (például cunami, robbanás, földcsuszamlás), amelyek még további haláleseteket és sérüléseket okoznak. Éppen ezért az egyes helyszínek áldozat-számai között jelentős különbségek is lehetnek.

Amennyiben megvizsgáljuk az 1900–2000 közötti száz évet, megállapíthatjuk, hogy Európát számos nagy erejű földrengés sújtotta. Például csak Olaszországban 45 földrengést jegyeztek fel, amelyek összesen 128 031 ember halálát okozták. Közülük 6 olyan eset volt, amely során az 1000 főt, és 2 eset, amikor a 10 000 főt is

7 ENSZ INSARAG irányelveknek megfelelő szakmai osztályozás. Könnyű kategóriás kárhelyszín: a lakosság önállóan, vagy a helyszínre érkező mentőerők segítségével jellemzően 1–2 óra alatt végre tudja hajtani a mentést. Például kézi erővel mozgatható kőtörmelékek alól kiszabadítja a beszorult személyt.

8 Közepes és nehéz kategóriás kárhelyszín: a mentést sikeresen már jellemzően csak felkészült szakember képes biztonságosan elvégezni. A legtöbb esetben speciális szakfelszerelést igényel a szakszerű felszámolás (például keresőkutya, akusztikus kereső, keresőkamera, betonvágó stb.) Időigénye jelentősen meghaladja a „könnyű” kategóriáét. Közepes esetében átlagosan 8–10 óra, nehéz esetében akár 24 óras is lehet egyetlen földrengés sújtotta kárhelyszín felszámolása.



2. kép.

*Földrengés kutatás-mentésre szakosított mentőcsapatok
javasolt területi diszlokációja*

(Készítették a szerzők)

meghaladta a halálesetek száma. Görögországban 50 alkalommal következett be földrengés, amelyek 6629 áldozattal jártak.⁹ A továbbiakban világszinten és időrendileg is vizsgáljuk meg a kérdést, az 1900–2020 időszakra vonatkozóan. Feltételként fogadjuk el, hogy azon földrengéseket elemezzük és tekintjük rendkívüli hatást kiváltó, alacsony valószínűséggel bekövetkező eseményeknek (a továbbiakban: HILP¹⁰), amelyeknél az áldozatok száma a 10 000 főt meghaladja. A Veszélyhelyzetek Adatbázisa (a továbbiakban: EM-DAT)¹¹ alapján erre vonatkozóan a 2. táblázatban szereplő eredményeket kapjuk.

9 Coburn and Spence 2002, 118–119.

10 High Impact Low Probability Events. Rendkívüli hatást kiváltó, alacsony valószínűséggel bekövetkező események. A felkészülés a rendkívüli hatást kiváltó, alacsony valószínűséggel bekövetkező eseményekre és a Eyjafjallajökull-ból származó tapasztalatokra (szerzők fordítása, angolul: Preparing for High-impact, Low-probability Events Lessons from Eyjafjallajökull Chatham House Report) Chatam Ház jelentés alapján.

11 1988-ban jött létre a belga kormányzat és az Egészségügyi Világszervezet támogatásával a Katasztrófák Epidemiológiai Kutatóközpontja, amely elindította a veszélyhelyzetek adatbázisát (*Emergency Events Database*). Ezen adatbázis 1900-tól tartalmazza a katasztrófák típusait, és világszinten gyűjt róluk adatokat és tapasztalatokat.

2. táblázat.
1900–2020 között a HILP kategóriába sorolható földrengések az EM-DAT alapján
(Készítették a szerzők)

Év	Előzőtől eltelt év	Hónap	NNap	Helyi idő	Ország	Helyszín	Magnitúdó (Richter)	Halálesetek száma (fő)
1905	–	4	4	06:20	India	Kangra	7,8	20 000
1906	1	8	16	19:57	Chile	Valparaiso	8,2	20 000
1907	1	10	21	09:23	Kína	Tien Shan	7,3	12 000
1908	1	12	28	05:20	Olaszország	Messina, Regio, Calabria, Sicilia	7,1	75 000
1915	7	1	13	07:52	Olaszország	Avezzano, Marsica (Abruzze)	6,7	29 980
1917	2	1	21	07:08	Indonézia	Bali	6,6	15 000
1918	1	2	13	14:07	Kína	Kwangtung (Guangdong)	7,2	10 000
1920	2	12	16	19:11	Kína	Gansu, Shanxi	7,8	180 000
1923	3	9	1	11:58	Japán	Kanto plaine (Yokohama, Tokyo)	8,2	143 000
1927	4	5	23	05:38	Kína	Gansu	7,6	40 912
1931	4	8	11	03:18	Kína	Xinjiang Weiwuer Zizhiqu	8,0	10 000
1933	2	8	25	14:50	Kína	Sichuan	7,3	10 000
1935	2	5	31	03:02	Pakisztán	Quetta (Baluchistan)	7,7	60 000
1939	4	1	24	23:32	Chile	Chillan region (Concepcion)	8,3	30 000
1939	0	12	27	02:57	Törökország	Erzincan (Anatolia)	7,8	32 962
1944	5	1	15	20:49	Argentína	San Juan	7,0	10 000
1948	4	10	5	01:12	Szovjetunió	Ashkabat (Turkmenistan)	7,3	110 000
1960	12	2	29	23:40	Marokkó	Agadir	5,8	12 000
1962	2	9	1	22:50	Irán	Buyin-Zara, Qazvin	7,1	12 000
1968	6	8	31	14:17	Irán	Khorasan	7,1	10 000
1970	2	1	4	11:49	Kína	Yunnan	7,1	10 000
1970	0	5	31	15:23	Peru	Chimbote, Pisco, Chiclayo	7,9	66 794
1972	2	12	23	00:29	Nicaragua	Managua	6,3	10 000
1974	2	5	11	02:25	Kína	Yunnan, Sichuan	7,1	20 000
1976	2	7	28	03:42	Kína	Tangshan, Pek., Tientsin	7,6	242 000
1976	0	2	4	03:01	Guatemala	Guatemala city, Chimaltenango	7,5	23 000
1978	2	9	16	19:04	Irán	Tabas	7,4	25 000
1988	10	12	7	11:41	Szovjetunió	Leninakan, Kirovakan, Spitak	6,8	25 000
1990	2	6	21	0:30	Irán	Gilan, Zanjan	7,4	40 000
1999	9	8	17	03:02	Törökország	Izmit	7,6	17 127
2001	2	1	26	8:46	India	Gurajat	7,7	20 005
2003	2	12	26	05:27	Irán	Bam	6,6	26 796
2005	2	10	8	08:50	Pakisztán	Bisham Tehsil, Chakisar Tehsil	7,6	73 338
2008	3	5	12	14:28	Kína	Wenchuan Xian, Aba Xian	8,0	87 476
2010	2	1	12	16:53	Haiti	Port-au-prince	7,0	222 570
Átlag:	3,1 év						Összesen:	1 751 960
							Átlag:	50 056

Láthatjuk, hogy az összes lekérdezett káresemény szűrését követően a feltételnek 35 esemény felelt meg. Az egyes HILP kategóriás földrengések között jellemzően 1–3 év (24 eset) telt el. Ritkán, 1948–1960 és 1978–1988 közötti időszakban fordult csak elő, hogy 10 év vagy afeletti időszak volt HILP esemény mentes. Az áldozatok számát vizsgálva, a hónapok esetében különítsük el az évszakokat, a bekövetkezés idejét tekintve pedig a munka és pihenő időszakokat.¹² a halálesetek számának átlaga a munka időszakban (34 173 fő) közel a fele a pihenő időszakban bekövetkezetteknek (61 968 fő). Ha az évszakokat megvizsgáljuk, akkor azt tapasztalhatjuk, hogy a télen bekövetkezett események miatti halálesetek száma (732 313 fő) közel duplája a tavaszi (295 182 fő), nyári (349 127 fő) vagy őszi (375 338 fő) eseteknek. Tényszerűen megállapítható továbbá az, hogy az 1976. évi Tangshan földrengés veszteség számadatait kivéve a sorból (242 000 fő), akkor a nyári időszakra 107 127 fő jutna, amely így mindössze csak 14,6%-át teszi ki a téli eseményeknek. Ezen adatok alapján a földrengés HILP események vonatkozásában az alábbi következtetéseket lehet tenni:

1. Az emberiség a technológia jelenlegi fejlettségi szintjén nem tud jelentős ráhatást gyakorolni, nem tudja megakadályozni ezen események bekövetkezését.
2. Az eltelt 120 évben világszinten átlagosan 3 évente fordult elő 10 000 fő feletti halálos áldozattal járó földrengés katasztrófa.
3. Három kivételes időszak található (1948–1960), (1978–1988), (2010–2020), amikor a 3 évet jelentősen meghaladó időbeli eltérés történt, a vizsgált időszak jelenlegi maximuma pedig 12 év volt. A gyűjtött adatok alapján a közeljövőben (nagyságrendileg 1–3 év) várható hasonló esemény bekövetkezése.
4. A halálos áldozatok szempontjából két tényezőt (bekövetkezés időszaka és évszakok) megvizsgálva az várható, hogy a télen, pihenő időszakban bekövetkező földrengések okozzák majd a legnagyobb, míg a munkaidőben és nyáron bekövetkezők a legkisebb veszteségeket.

Az egyéni túlélési esély és az épülettípusok kapcsolata

Ha a földrengések túlélési esélyét az egyén szempontjából vizsgáljuk, akkor két fő fázist kell figyelembe vennünk. Az első fázisban – nevezzük azt a káresemény kezdeti időszakának – emeljük ki öt tényezőt, amelyek hatást gyakorolhatnak az életben maradás esélyére. Az első kettőt jellemzően az érintett személy gazdasági helyzete fogja meghatározni (1 – lakóingatlan vagy tartózkodásra szolgáló építmény típusa és állapota, 2 – annak magassága, szintjei), míg a következő három a bajba jutott személy egyéni adottságaitól függ (3 – életkor, 4 – fizikai adottságok, mentális és egészségi állapot, 5 – felkészültség). Földrendések következményeként a gyenge falazatú és fa építmények esetében a tapasztalatok alapján 20%, míg megerősített téglá vagy acél szerkezetű ingatlanoknál 40% az esélye a haláleset bekövetkezésének.¹³ Ha a személy életben maradási esélyét vizsgáljuk, akkor ezen értékeket növelhetik vagy csökkenthetik a 3–5. tényezők. Életkor szempontjából jelentősen

12 A 2. táblázatban a tavasz (zöld), a nyár (lila), az őszi (barna), a tél (kék); 10 év vagy afeletti időszak (piros) színnel lett jelölve. Munkaidőszak (narancs) 07.00–16:30, pihenő időszak (sárga) 16:30–06:59.

13 Coburn and Spence 2002, 340.

csökkenti a túlélési esélyeket, ha valaki túl fiatal vagy túl öreg. A fizikai adottságok, mentális és egészségi állapot elmozdíthatják az esélyeket pozitív és negatív irányba is. Minél fittebb, edzettebb állapotban van valaki, annál jobban, és minél betegesebb, annál rosszabbul bírja elviselni a katasztrófa következményeit. A felkészültség alatt pedig az eseményt megelőző időszakban megszerzett és az eset során hasznosan alkalmazható tudást kell érteni (például hova lehet menekülni, ahol nagyobb az esélye a túlélésnek). Ennek segítségével, a megfelelő protokoll szerinti eljárással a túlélés esélye nagymértékben növelhető. A második fázisban viszont már nem az egyéni jellemzőktől, hanem a segítségnyújtásra érkezőktől függ a túlélési esély. A 3. táblázat szemlélteti az egyes épülettípusok kapcsán a csapdába esés esélyét és a várható sérülések mértékét.

3. táblázat.
Csapdába esés esélye és a várható sérülések
 (Készítették a szerzők¹⁴)

Épület típusa	Falazat	Intenzitás			
		VII.	VIII.	IX.	X
		<i>Csapdába kerülés (%)</i>			
1-2 szintes	gyenge	5%	30%	60%	70%
3-5 szintes	megerősített	50–70%			
<i>Várható sérülések mértéke (%)</i>					
	halott	azonnali orvosi ellátás szükséges	kórházi kezelés szükséges	ellátást nem igénylő, könnyű sérülés	
gyenge	20%	30%	30%	20%	
megerősített	40%	10%	40%	10%	

A második fázisban a túlélést leginkább az befolyásolja, hogy mikor, milyen mennyiségben és minőségben érkeznek a helyszínre a mentést végző erők. Az, aki ugyanis csapdába esik, hamarosan már az életéért fog küzdeni és nagyságrendileg 1–5 nap alatt van rá esély, hogy a romok alól élve kimentik. A 4. táblázat bemutatja, hogy mekkora lehet ilyenkor az egyén túlélési esélye. Jól látszik, hogy az érték akár a duplájára is nőhet akkor, ha a lakosság és a mentőcsapatok is bekapcsolódnak a mentésbe. Éppen ezért kiemelt fontossággal bír, hogy legyen reagálásra képes lakosság a helyszínen a „könnyű” mentésekhez, és legyen olyan különlegesen képzett és szakfelszerelésekkel ellátott mentőcsapat, aki a „közepes” és „nehéz” kategóriás mentéseket végre tudja hajtani. A helyi lakosság cselekvőképességét, rezilienciáját nagymértékben tudja növelni, ha helyben vannak olyan önkéntes szervezetek, akik a veszélyeztetettség ellen tudatosan készülnek és a katasztrófavédelmi szervekkel képesek együttműködni. Ezért a tevékenységek felkarolása, szakmai felügyelet alatt tartása, tudatos támogatása alapvető állami önvédelmi érdek.

14 Coburn and Spence 2002, 9.7 és 9.8 táblázatok fordításával és felhasználásával.

4. táblázat.
Egyéni túlélési esély szituációtól függően
 (Fordították a szerzők¹⁵)

Sztuáció	Halál bekövetkezésének esélye csapdába esés esetén (%)	
	gyenge falazat	megerősített falazat
A magas veszteség miatt a lakosság megbénul, nem menti a bajba jutottakat	95%	–
A lakosság képes mentési tevékenységet szervezni	60%	90%
A lakosság és mentőcsapatok is végzik a mentést	50%	80%
A lakosság, mentőcsapatok és kutató-mentő specialisták is végzik a mentést	45%	70%

A tapasztalatok alapján az egyén túlélési esélye az idő múlásával exponenciálisan csökken, amelyet fokozottan tovább csökkenthetnek az alábbiak:

1. a korábban kifejtett egyedi személyi tényezők (például óvodás korú vagy öreg, állandó gyógyszerelésre szoruló beteg stb.),
2. a csapdába esett személynek súlyos, orvosi ellátást igénylő sérülése van (például végtagtörés, fejséb stb),
3. elfogyhat a levegő,
4. veszélyes anyag van jelen a közvetlen környezetben, ami a szervezetbe juthat (például ártalmas por),
5. nem áll rendelkezésre ivóvíz és élelmiszer.

A településszerkezet hatása a veszteségek és sérülések mértékére

A földrengések hatásának további vizsgálatához, a pontosabb becslési eredményekhez minden esetben szükséges megvizsgálni az érintett települések településszerkezetét, a helyben jellemző épületek anyagszerkezetét, magasságát, tömegtartózkodásra alkalmas ingatlanokat. Ez a kérdés annál fontosabb, minél inkább közel kerülünk a rengés epicentrumához. Ha ugyanis egy olyan települést érint nagy erősségű földrengés, amelynél az épületek gyenge, megerősítetlen falazattal (például vályogtégla) rendelkeznek, akkor akár az ingatlanok 90%-ának megsemmisülésével is számolhatunk. Ez történt például az 1976. évi Tangshan-i földrengés során, amikor az intenzív rengések hatására a város majdnem minden épülete összedőlt, megsemmisült. Nagy valószínűséggel következtethetünk arra, ha a földrengés a pihenőidőszakban, esetleg téli időszakban történik, amikor a település teljes lakossága otthonában pihen, akkor a halálozási ráta elérheti akár az érintett területen lévő 30%-át is az epicentrum környékén.

15 Coburn and Spence 2002, 9.9 táblázata alapján.



3. kép.
A Tangshan-i földrengés hatása¹⁶

A sérülési ráta pedig ennél magasabb, akár 60–80% is lehet.¹⁷ A halálok és sérülések oka a legtöbb esetben (75%) az épületek sérüléséből vagy összedőléséből származik. Kisebb mértékben (25%) okozzák őket a katasztrófa következményeként fellépő másodlagos hatások¹⁸ (például tűz, robbanás, árvíz, cunami). Más a helyzet a megerősített falazatú építményeknél, ahol az a jellemző, hogy az egy-két szintes épületekből sokszor maguktól vagy kisebb segítséggel ki tudnak szabadulni az emberek. A fa építményeknél mindössze csak 3% körüli a mentésre szoruló aránya. A csapdába esett és csak beavatkozással kihozható embereket leginkább a megerősített, magas épületeknél (3 szintes vagy magasabb objektumok) kell keresni. Ezek esetében van ugyanis jelentős esély arra (akár 50–60%), hogy a romok között valaki életben tudjon maradni.¹⁹

Számítani kell rá, és a beavatkozásokat nagymértékben befolyásolhatja, hogy még egy kisebb település esetében is jelentős lesz a sérültek száma a helyszínen, akiket el kell látni, szükség szerint kórházba kell szállítani. Ez jelentősen meg fogja terhelni elsősorban a helyi, de nagy eséllyel az adott ország megyei, régiós, országos

16 Forrás: China Daily „Tangshan earthquake changed everything”.
https://www.chinadaily.com.cn/china/2016-08/01/content_26290258_6.htm (Letöltve: 2021. 02. 01.)

17 Coburn and Spence 2002, 119.

18 Uo. 338.

19 Uo. 339.

kórházi kapacitását is. Földrengések esetén a várható sérülések és következmények megoszlása egy kis létszámú település mintával (éjszaka, gyenge falazatú ingatlanok, 10 000 fő az epicentrum környezetében) együtt a következő táblázatban található.

5. táblázat.

Földrengések esetén a sérülések típusának és a következmények súlyosságának megoszlása
(Készítették a szerzők²⁰)

Sérülések típusa	Megoszlása	Becsült létszámok egy erősebb földrengésnél gyenge falazatú ingatlanok esetében (éjszaka, 10000 fővel számolva az epicentrum környékén)	Terhelt kapacitás órákon belül
pehelykönnyű sérülések (különösebb ellátást nem igénylő)	30–70%	3000–7000 fő	egészségügy háziorvosi szint
végtag törések	10–50%	1000–5000 fő	egészségügy kórházi szint
fejsérülések	3–10%	300–1000 fő	egészségügy kórházi szint
egyéb sérülések	5%	500 fő	egészségügy kórházi szint
Kórházi ellátást igénylő számtani átlag alapján: $1800+6500/2= 4150$ fő			
Következmények súlyossága	Megoszlása	Becsült létszámok egy erősebb földrengésnél gyenge falazatú ingatlanok esetében (éjszaka, 10000 fővel számolva az epicentrum környékén)	Terhelt kapacitás órákon belül
halál	20–30%	2000–3000 fő	temetkezés
elsősegély ellátást igénylők	50–70%	5000–7000 fő	egészségügy
kórházi ellátást igénylők	5–10%	500–1000 fő	egészségügy
jelentős sebészeti ellátást (műtétet) igénylők	1–2%	100–200 fő	egészségügy
Ellátást igénylő számtani átlag alapján: $5600+8200/2 = 6900$ fő			

20 Coburn and Spence 2002, 118–119., 4.2 és 4.3 táblázat fordításával és felhasználásával.

Összefoglalás és értékelés

A földrengések bekövetkezését a jelenlegi technológiai fejlettségi szinten nagy biztonsággal, jelentős időelőnnyel előre jelezni nem lehet. Ennek okán a lakosság védelme érdekében kiemelt fontosságúvá válik, hogy a káros hatásokat hogyan lehet csökkenteni. Hatékony eszköz a szakszerű veszélyelhárítási tervezés, a hivatásos és különlegesen képzett erők földrengés elleni tudatos diszlokációja, valamint a lakosság önvédelmi képességét erősítő önkéntes mentőszervezetek folyamatos fejlesztése. A következmények kapcsán látható, hogy egyértelmű, pontos szabályokat nem lehet lefektetni a sérültek és halottak számának meghatározására, ugyanakkor egyértelmű támpontok – epicentrum helyszíne és a településszerkezet, a munkaidőszak és pihenő időszak, évszak, épülettípusok és az egyéni túlélési esélyek – vannak, amelyek a mértéket döntően befolyásolják. A cikk következő részében a szerzők tovább folytatják a befolyásoló körülmények vizsgálatát, és egy modellt fognak bemutatni a szakmailag alátámasztott becslések végrehajtásához.

FELHASZNÁLT IRODALOM

2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról.
- Chatham House 2012. Preparing for High-impact, Low-probability Events Lessons from Eyjafjallajökull. A Chatham House Report Bernice Lee and Felix Preston, with Gemma Green. https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/public/Research/Energy,%20Environment%20and%20Development/r0112_highimpact.pdf (Letöltés ideje: 2020. 12. 28.)
- China Daily „Tangshan earthquake changed everything” 2016. 08. 01. https://www.chinadaily.com.cn/china/2016-08/01/content_26290258_6.htm (Letöltés ideje: 2021. 02. 10.)
- Coburn, Andrew and Spence, Robin 2002. *Earthquake Protection*. Second Edition. <https://www.wiley.com/en-us/Earthquake+Protection%2C+2nd+Edition-p-9780470849231> (Letöltés ideje: 2021. 01. 20.)
- Croatia Earthquake Rapid Damage and Needs Assessment 2020. https://mgipu.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/Potres/RDNA_web_04082020.pdf (Letöltés ideje: 2020. 12. 28.)
- Petrinja-i földrengés: <https://geonode.wfp.org/wfpdocs/earthquake-in-sisak-moslavina-croatia-2-km-sse-of-petrinja-magnitude-64-depth-100/> (Letöltés ideje: 2021. 02. 10.)
- Taleb, Nassim Nicolas 2010. *Fekete hattyú, avagy a legváratlanabb hatás*. Budapest: Gondolat Kiadó.
- World Food Program Automated Disaster Analysis and Mapping (WFP-ADAM) rendszer. <https://geonode.wfp.org/adam.html> (Letöltés ideje: 2021. 02. 10.)