

HÚSZ MÁSODPERC RÁZKÓDÁS

Horvátországban 2020 márciusa óta jóformán folyamatosak a földrengések. Zágrábot és környékét március 22-én rázta meg fél óra különbséggel egy 5,6-os, majd egy 5,1-es erősségű földrengés. A szeizmológusok ezeknek mintegy kétezer utóregését figyelték meg, amelyek negyede érezhető is volt. A december 29-én kipattant 6,4-es erősségű földrengés mintegy 14-szer nagyobb erejű volt, mint a márciusi 5,6-os. Sajnos emberéleteket is követelt, komoly károkat okozott és nagyon sok utóregés követte. Itthon is megsérültek házak, első becslés alapján körülbelül 500 millió forint épületkár történt.

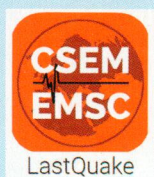
A szervezett földrengéskutatás kezdete Magyarországon egy 140 évvel ezelőtt Zágrábban kipattant 6,3-as földrengéshez kapcsolódik. A Magyarhoni Földtani Társulat Földrengési Állandó Bizottsága az 1880-as zágrábi földrengés után éppen egy évvel, 1881. november 9-én alakult meg, és az Akadémia anyagi támogatásával működött. Elsődleges célja lett a Magyar Szent Korona országaiban keletkezett minden, földrengéssel kapcsolatos adat összegyűjtése. A korabeli Sopron című lap 1880. évi X. évfolyamának három egymást követő száma foglalkozott a földrengéssel. November 10-én az alábbi hírt közölte az akkori zágrábi földrengésről: „Földrengés volt városunkban... Több helyen az órák megálltak, a függő lámpák mozgásba jöttek. A földrengés erősebb volt N.-Kanizsán, hol az órák az indóházban mind megálltak.” A november 13-i szám a környékbeli falvakban tapasztalt földrengésekről írt, és csak a november 20-i lap közölte, hogy Zágrábot november 9-én 7 óra 33 perckor egy hatalmas földrengés sújtotta. A lap már soproni jótékonyági gyűjtésről is beszámolt a szerencsétlenül járt város lakosai számára.

Az egész Dunántúlon érezték

Ha szóba kerül egy baráti beszélgetés során a földrengések témája, eddig csak kevesen mondhattuk el, hogy átéltünk valaha is egyet. A petrinjai



A LastQuake telefonos alkalmazáson keresztül 16010 észlelést kapott az EMSC adatközpont a petrinjai földrengésről. A színek szürkétől vörös felé az észlelt rázkódás erősségét mutatja. (FORRÁS: [HTTPS://WWW.EMSC-CSEM.ORG](https://www.emsc-csem.org))



Nagy segítség a „LastQuake” telefonos applikáció használata, főleg ha földrengéses területre utazunk

M=6,4-es rengést viszont nagy területen, szinte az egész Dunántúlon és Budapest nagy részén is lehetett érezni. Magyarországon a délnyugati határhoz közel még legalább 6 utóregés lehetett megfigyelni. A december 29-i nagy rengést olyan sokan észlelték,

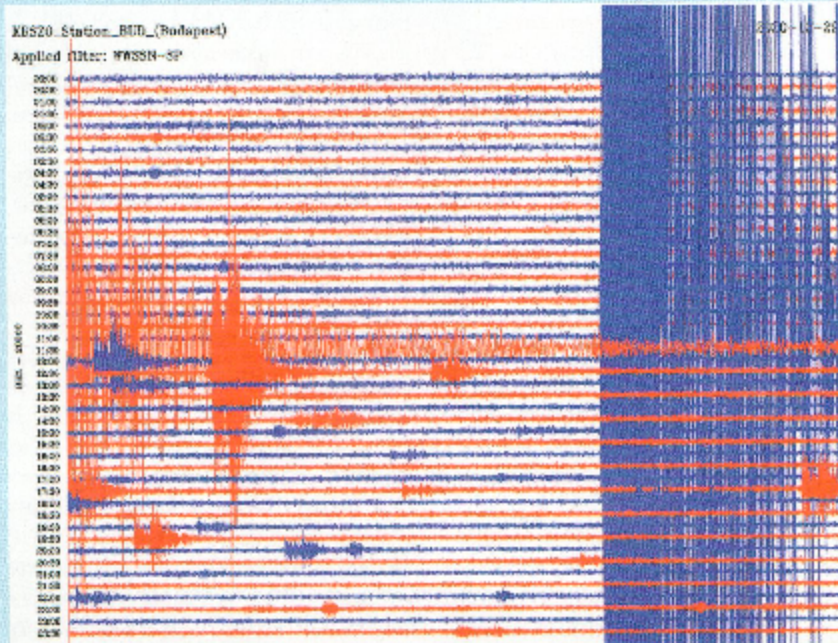
annyian keresték meg a weboldalt, hogy az elérhetetlenné vált, sőt a telefonunk is folyamatosan foglalt volt!

Intézetünk, a Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatórium adatközpontja néhány perccel egy-egy nagyobb

rengés után automata meghatározást küld munkatársainak a földrengés kipattanási helyéről és méretéről. A decemberi petrinjai 6,4 földrengésnek már 30 perccel a kipattanása után az ügyeletes munkatársunk tájékoztatta a földrengés pontosított paramétereiről az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóságot, a sajtót és a telefonálókat is. A facebook oldalunk (www.facebook.com/kszco) viszont folyamatosan elérhető volt, ezen a felületen is tájékoztattuk a látogatóinkat, ahová nagyon sok észlelést kaptunk.

Nyilatkozatainkban, a weboldalunkon kértük a Földrengés-kérdőív kitöltését azokról, akik érezték a földrengést. A makroszeizmikus skála fokozatai nem a műszeres megfigyelésekből származnak, hanem a földrengés emberekre, természeti környezetre gyakorolt hatása alapján sorolják be. A beérkezett kérdőívek segítségével tudjuk meghatározni a földrengések intenzitását, és ezen belül azokat a területeket, ahol a rázkódás erőssége elérte a XII fokozatos Európai Makroszeizmikus Skála szerint az V-ös fokozatot. A földrengésből adódó károkért általában az V-ös fokozatot elért intenzitás esetében állnak helyt a biztosító társaságok. Az intenzitás értéke viszont helyről helyre változik, az okozott kárt például a talaj, az épület szerkezete nagyban módosíthatja. A maximális intenzitás a december 29-i M=6,4 földrengés esetében az Európai Makroszeizmikus Skálán az epicentrum közelében elérte a VIII (károkat okozó) és IX (súlyos károkat okozó) fokozat körüli értéket.

A szolidaritás most sem maradt el, Magyarország az elsők között ajánlott fel 250 összecsatolható tábori ágyat és 250 hálószákból álló küldeményt, amely a rengés másnapján, szerdán érkezett meg a katasztrófa sújtotta területre. Több teherautónyi segítséget küldtek többek között Zala megye horvát kisebbség által is lakott települései és Somogy megye országgyűlési képviselői. A Somogy me-



A budapesti szeizmológiai állomás napi talajmozgást mutató mérése. 1 sor fél óra greenwichi világidő szerint. A föregés olyan nagy volt, hogy a kiugró értékek nem is fernek el az ábrán! A föregést rengeteg kisebb utóregés követte, ezekből csak a nagyobbak látszanak a budapesti állomáson. Január 31-ig közel 900 utóregést regisztráltak már.

gyei önkormányzat és a megyei területi horvát önkormányzat is gyűjtést indított a károsultak megsegítésére.

Kinyíltak a szekrényajtók

Néhány beszámoló arról, hogy miként érezték a földrengést Magyarországon:

„Tolna megyében élek. Hőgyészen egy emeleti lakásban. Félelmetesen hullámozt az épület, mintha vízben lettem volna. Mozgott a fenyőfa, mint amikor megrázzák, a polcon a díszek, a lámpák a mennyezeten. Rettenetesen ijeszítő volt.”

„Tolna megyében, Tamiási városában is lehetett érezni 1-2 percre a hullámozást! Gyenge hullámozás volt, de érezhető. A szekrényben a poharak megzörrentek a rengés ideje alatt.”

„Csongrádon is érezni lehetett. Kinyílt a szekrényajtó, mozgott a csillár, az összes gömb a karácsonyfán.”

„Sárbogárdon is érezni lehetett, a széket mintha ki akarták volna húzni alólam és a csillárak is belementek.”

„Nagykozárán (Pécs mellett) rezogtek a bútorok, rezogt a föld a lábunk alatt, mozogtak a csillárak, legalább 2 percig tartott.”

„Órségben is rengett a föld, halk, de mély moxajlással. 2020. december 29-én 12,22 körül és kb. 2 percig tartott.”

„Kaposvár kb. 12:20-ker erős moxaj kíséretében rengett, a bútorok mozogtek, a nyílt szobaajtó is csapdosott, a csillár még percekig lengett. Családi ház, az egész mozogt.”

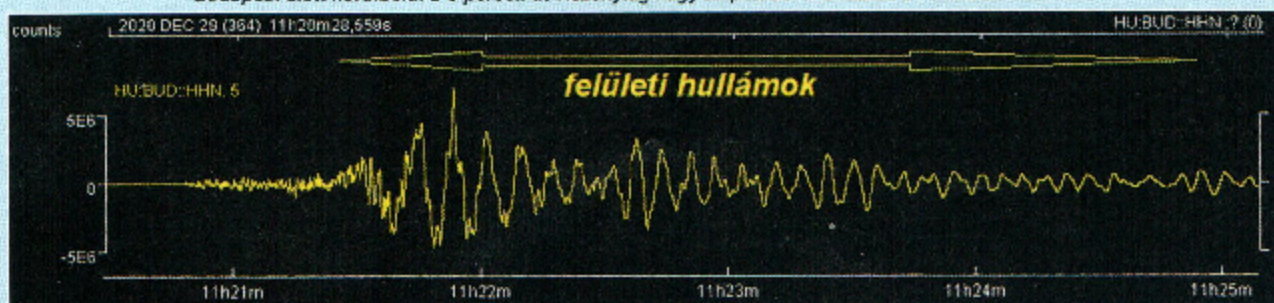
„Kecskemét 10. emeletén iszonyatos kelengés volt! Leheteti érezni, ahogy öd a ház!”

„Ráckeve is érezhető volt. Jobbra-balra ingott a széke alattam, közben széddültem, nagyon rossz érzés volt.”

„12:20 körül Bp. XX. kerületben az ágyban hullámozó érzésem volt, hátra-nézem és az akvárium víze sok centinyit hullámozt, meg a csillár is.”

„Budapest III. ker. Békásmegyér, 12:20 – karácsonyfadíszek mozogtak, növények leveleit mintha szél fújta, alattam mozogt a széke, nagyon rossz érzés volt.”

A Sas-hegyen működő budapesti szeizmológiai állomás (BUD) felvétele a 6,4-es erősségű föregésről. Budapest slatt körülbelül 2-3 perccel át viszonylag nagy amplitúdóval érkeztek be a felületi hullámok.



Fantom-földrengések

A Zágrábot megrázó március 22-i földrengés során is elérhetetlen lett az ottani földrengési központ, többek között megszakadt az internetes kapcsolat. De akinek volt *LastQuake* földrengéses telefonos applikációja, az percek belül megtudhatta, hogy mi történt, és el is küldhette a hivatalos telefonos alkalmazást működtető *Euro-mediterrán Szeizmológiai Központ* (EMSC) számára az észlelését, akár fotókat is. A márciusi zágrábi rengések után 100 000-en töltötték le ezt az applikációt Horvátországban! A telefonos alkalmazás célja a lakosság figyelmeztetése és az észlelések való időben történő összegyűjtése földrengés esetén, s már magyar nyelven is használható. Csupán néhány percre van szükség ahhoz, hogy az EMSC megbecsülje a földrengés hatásait és értesítse az applikáció felhasználóit, mi több, sms-szolgáltatást is nyújt a szeretteink értesítésére, ha épp a földrengés sújtotta területen tartózkodunk, továbbá földrengés utáni biztonsági tanácsokat is tartalmaz. A december 29-i főrengésről a *LastQuake* telefonos alkalmazáson keresztül mintegy 16 ezer észlelést kapott az EMSC adatközpont. Térképre téve ezeket, rögtön kirajzolódik, hogy honnan érkezett a legtöbb észlelés, és mekkora területen lehetett érezni a földmozgást. Például Budapestről, Rómából és Nápolyból is küldtek észlelést.

A mobil alkalmazás – a gyors információ megszerzése révén – hozzájárul a földrengést átélt emberek szorongásának csökkentéséhez, hiszen visszajelzést kapnak arról, hogy földrengést érzékeltek. Megfigyelhető volt egy érdekes dolog. Az utórengések egy része érezhető volt, és ismét riadalmat okozott. E szorongás miatt néhányan bármilyen zajt vagy

mozgást földrengésként érzékeltek és jelezték a mobil alkalmazás segítségével a központnak. Ezt a jelenséget *fantom-földrengéseknek* nevezik, és ki kell szűrni ezeket a nem földrengés okozta észleléseket. A társadalom „digitalizálása” kicsit még bonyolultabbá tette a dolgokat. Még hazánkból is több ilyen jellegű telefonos kaptunk, hogy akik ijeszten átéltek a főrengést, később is mintha többször újra hasonlót éreztek volna.

A *LastQuake* alkalmazás nem földrengés-előjelzés, hiszen a pontos és gyors tájékoztatásunkra és az észlelések gyűjtésére készült. (Az ÉT 2019/36 számban írtunk a földrengések gyors riasztásának telefonra letölthető alkalmazásáról *Önök egy üzenete érkezett: Földrengés történt, erős rázkódás várható!* címmel – *A szerk.*) Az egyre több országban bevezetett vagy tesztelés alatt álló program a közelünkben kipattant nagyobb földrengés után a telefonunkra küldött riasztás segítségével, néhány másodperccel, esetleg 1–1,5 perccel korábban figyelmeztethet minket arra, hogy erős rázkódás várható.

A petrinjai rengéshullámok első beérkezése 44 másodperc alatt érte el az epicentrumtól 310 kilométerre levő Budapestet. A sashegyi mérőállomás felvételén megfigyelhetők a legnagyobb kilengést okozó felületi hullámok. Ezek hullámhossza körülbelül 10 másodperc, és több percig tartottak, hullámzása pedig oldalirányú komponens is tartalmaz, amire különösen érzékenyek az épületek. Épületkárok akkor keletkeznek, ha hosszabb ideig tart a talajmozgás, ez most meg is történt! Az épületek érzékenysége függ a hullámcsúcsok követési gyakoriságától (frekvenciájától). A magasabb épületek az alacsonyabb frekvenciájú, lassan hullámzó rengésekre érzékenyek. Az epicentrum közvetlen közelében viszont a magas frekvenciás gyors rázkódás a jellemző, ame-

lyek főként az alacsony, rosszul megépített épületekben tesznek kárt.

Talajfolyósodás

A földrengés által okozott károkat befolyásoló egyik fontos tényező az *altalaj*. Olyan területeken, ahol a felszín laza üledék borítja, általában nagyobb károk figyelhetők meg. A laza, homokos, iszapos talaj és a magas talajvízszint együttes előfordulása egy érdekes, időnként nagy károkat okozó jelenség kialakulását okozhatja. A hosszabb ideig tartó erős rázkódás következtében a laza, szemcsés anyagok összetömörödnek. Emiatt a bennük levő hézagok térfogata lecsökken. Ha ezek vízzel voltak tele, és a víz nem tud elszivárogni, akkor a pórusvíz nyomása fokozatosan nő. Amikor ez eléri a bezáró közet nyomásának értékét, akkor megszűnik a szemcsék közötti tapadás, és az anyag úgy kezd viselkedni, mint egy sűrű, viszkózus folyadék. Ezt most filmre is vették a Petrinja melletti *Sziszak* városban. A szemtanúk beszámolója szerint a rengés olyan erős volt, hogy elvesztették az egyensúlyukat a mintegy 20 másodpercig tartó rázkódás során. A talaj felszínén pedig fokozatosan egyre hosszabb repedések keletkeztek. Hamarosan víz és iszap tört fel a repedésekből.

A Kárpát-medence $M > 5$ méretű földrengései esetén is megfigyelték a *talajfolyósodás* jelenségét, amit beszámolók és korabeli fotók bizonyítanak. A kecskeméti 1911. évi $M=5,6$ -os földrengéskor mintegy 2 méter átmérőjű, az 1956. évi dunaharaszti $M=5,6$ -os rengés esetében 4 centiméteres „iszapvulkánok” keletkezéséről számoltak be.

A horvátországi események kapcsán szeretném felhívni a kedves Olvasó figyelmét arra, hogy hazánkban is reális veszély a földrengés! Az ismert magyarországi földrengések statisztikai vizsgálata alapján 5-ösnél nagyobb magnitúdójú, nagy károkat okozó földrengések hazánkban átlagosan 40–50 évente várhatóak. Térségünkben is bárhol előfordulhat akár súlyos következményekkel járó nagy erejű földmozgás. A hazai földrengésekkel kapcsolatos további tudnivalókról, tanácsokról olvashatnak a www.szeizmologia.hu oldalon.

KISZELY MÁRTA *szeizmológus*
ELKH CSFK GGI
Kövesligethy Radó Szeizmológiai
Obszervatórium



Talajfolyósodás a Petrinjával szomszédos Sziszak közelében, ezeket hívjuk iszapvulkánoknak