

Érdekességek

KISZELY MÁRTA, CZANIK CSENGE

Az utóbbi években örömdetesesen megnőtt hazánkban a szeizmológia állomások száma és ezzel párhuzamosan a műszerek is egyre érzékenyebbek lettek. A hálózat nappali detekciós küszöbe 1,25 és 0,75 magnitúdó között mozgott hazánk területén. Ez azt jelenti, hogy a hálózat napsaktól függetlenül egy 5 km mélyen keletkezett 1,5 magnitúdójú földrengést bárhol az országban érzékelni tud. Ennek köszönhetően egyre több olyan antropogén és egyéb természetes eredetű szeizmikus jelet rögzítenek a szeizmométereink, amelyek nem tektonikus eredetű földrengések. A szeizmológiai hálózatok érzékenységeinek növekedésével az elmúlt évtizedekben a szeizmológiában egy új feladat a természetes eredetű és az emberi tevékenységhez kötődő események, legtöbbször a bányarobbantások elkülönítése. Megfigyelhető még a szeizmogramokon villámok, viharok hatása, a közlekedés zaja, a légkörben felrobbanó tűzgömbök, de pl. a balatoni jég rianását is detektáltuk már. Az alábbiakban néhány ilyen esetet mutatunk be.

Tűzgömb - 2020.02.28

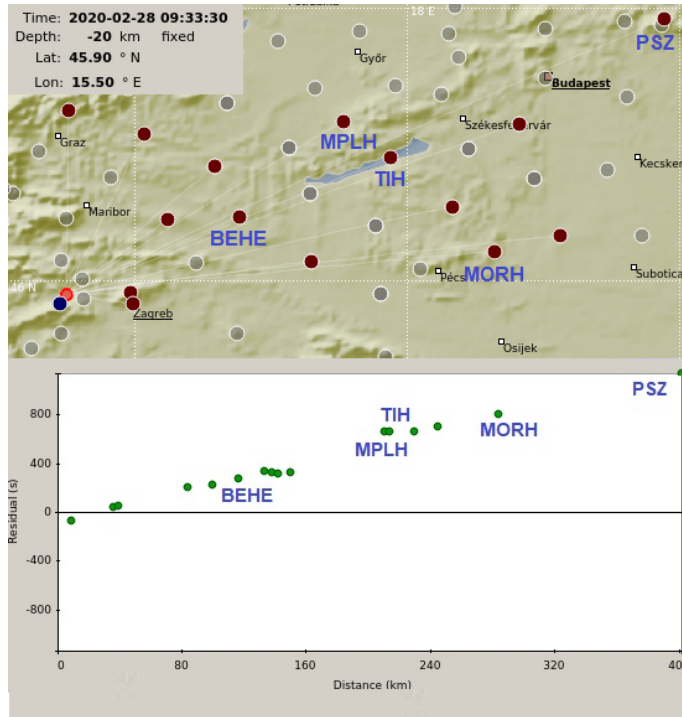
A tűzgömbökkel kapcsolatban általánosságban elmondható, hogy a Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatórium által működtetett állomásokon sokszor találhatunk olyan jeleket, amik eltérnek a földrengéshullámok viselkedésétől. Ezek a jelek „végigfutnak” sok állomáson, azonban ezek a jelek nem a földrengéshullámok szokásos sebességével terjednek.

Ilyen eset történt 2020. február 28-án délelőtt, UTC időben körülbelül 9 óra 30 perckor is, amikor Horvátország és Szlovénia felett egy meteor lépett a légkörbe, majd néhány másodperccel később látványos robbanással darabokra hullott. Az ekkor bekövetkezett látványos égi jelenségről hazánkban is számos szemtanú beszámolt.

A légkörben felizzó meteorok, többnyire szuperszonikus sebességgel érik el a légkört, és amennyiben a fényességük eléri vagy meghaladja a Vénusz fényességét, ak-

kor őket tűzgömbnek szokás nevezni. Ha a légkörben felrobbanó tűzgömb hangrobbanást is kelt, akkor az ilyen meteor neve bolidá. A szóban forgó esetben a szem- és fültanúk erős hangrobbanásról is beszámoltak, tehát ez a légkörben felrobbant meteor egyben bolidá is volt. A szeizmológiai állomás-hálózatban a bolidák által keltett jeleket tudjuk detektálni.

A földrengések esetében az elsőként beérkező szeizmikus hullámok kb. 5-6 km/s sebességgel haladnak, a bolidák esetében viszont hangsebességhez közeli értéket kapunk, ami kb. 20-szor kisebb a rengéshullámok sebességénél. A szeizmológiai mérőállomások tulajdonképpen a robbanás által keltett lökéshullámot észlelik. Erre utal az, hogy a talajmozgások maximumának megjelenési ideje hozzávetőlegesen a hangsebességnek felel meg. A lökéshullám látszólagos sebessége ebben az esetben 312 m/s.



1. ábra. A tűzgömb szétrobbanásának hozzávetőleges helye (kék pont a térképen) és a regisztráló szeizmológiai állomások (barna pontok). Az ábra alsó részén időrendben (és egyben növekvő távolsággal) láthatók, hogy a különböző mérőállomásokra mikor ért el a robbanás hatása.

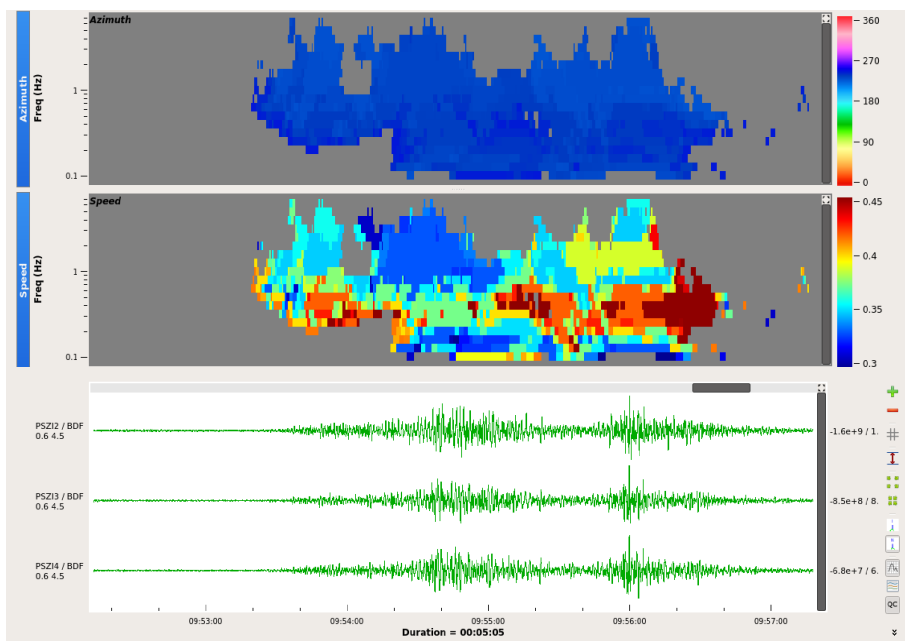
A tűzgömb által keltett hangrobbanás helye (ami a Föld légkörében kb. 40 km-es magasságban volt), és a hatását regisztráló állomások az 1. ábrán láthatók. A legtávolabbi állomás, ami regisztrálta a bolidát a Pizskéstetői (PSZ) volt, ami kb. 400 km-re volt a robbanástól.

A tűzgömb felrobbanását nemcsak a szeizmológiai állomások észlelték, hanem a Mátra egyik legmagasabb csúcsán, Pizskés-tetőn, a Kövesligethy Radó Szeizmológiai Observatórium által működtetett infrahangállomás (PSZI) is (2. ábra).

Infrahangnak nevezzük azon alacsony frekvenciájú hullámokat, amelyek frekvenciája a 20 Hz alatti tartományban van. Emberi füllel ezek a hullámok már nem hallhatók. Az infrahang-hullámot nagyon érzékeny légnomásmérővel, mikro-

barométerekkel érzékeljük. Maga az infrahang állomás egy több műszerből álló csoportot jelent, ahol a csoport egyes elemei között jellemzően a néhány tíz métertől az 1-2 kilométerig terjedő távolság szokott lenni.

A Pizskés-tetőn működő infrahang-állomás egy közepes, körülbelül 250 méter apertúrájú, négy elemből álló műszercsoport. Több elemre azért van szükség, mivel egyrészt a zajból így könnyebb kiszűrni a négy műszer által mért, koherens jeleket, másrészt az egyes műszereken mért beérkezések idő-különbségeiből megadható a jel forrásának az iránya és a terjedési sebességének vízszintes komponense (például magasabbról, tehát nem vízszintesen érkező jel esetén ez a hangsebességnél jóval nagyobb értéket jelent).



2. ábra. A PSZI2, PSZI3, PSZI4 infrahang detektorok regisztrátumai, amelyek közvetlenül az akusztikus, azaz a légkörben terjedő jeleket mutatják (alul). A felső rész a feldolgozás eredményét mutatja, ahol az észlelt jelek a forrás iránya szerint lettek kiszínezve.

A Pizskés-tetőn mért infrahang jelek feldolgozása után jól látszik (a 2. ábra felső része), hogy az észlelt jel éppen a robbanás irányából (kb. 230° azimutról) érkezett.

Hazánkban az infrahang detektá-

lásával kapcsolatos kutatások az NKFI K 128152 projekt keretében folynak. Bővebbet ezen a weboldalon olvashatnak a kutatási eredményekről (www.infrasound.hu)

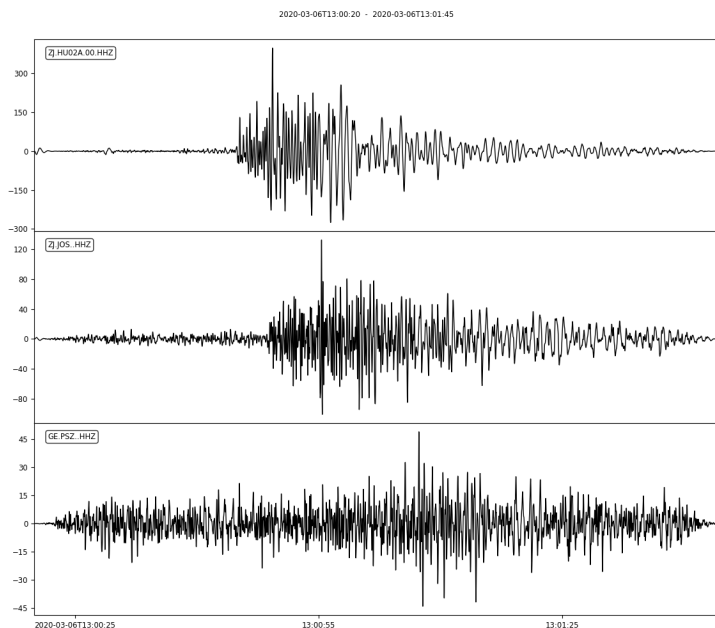
Az egykori Borsodi Ércelőkészítő Művek kéményének le- robbantása - 2020.03.06

A Miskolctól néhány kilométerre lévő Sajókeresztúr határában az egykori Borsodi Ércelőkészítő Művek (BÉM) kéményét 2020. március 06-án 14 órakor lerobbantották. A kémény a maga 106 méteres magasságával hazánk 6. legmagasabb építménye volt. A kémény lebontása egyik fontos lépése annak, hogy rekultiválják a területet, ahol egy modern ipari parkot kívánnak majd létrehozni.

A robbantás hatását kb. $M = 1,3$ erősségű földrengésként négy magyarországi (HU02A, ABAH, JOS, PSZ) és egy szlovákiai (KECS) szeizmológiai állomás is észlelte. A robbantás során a kémény alapját robbantották fel, és annak hatására a hatalmas vasbeton kémény, aminek az oldalán egy megkopott BÉM felirat díszel-

gett, egyben dőlt le. Ezt követően, a becsapódás hatására a kémény a földön tört három nagyobb darabra. A tervezett robbantásokra jellemző a „kerek” időpont (egész óra), ami most is így történt. Az alábbi linken az esemény meg is nézhető : <https://www.youtube.com/watch?v=-snom8ux-SI&t=2s>.

A kémény lerobbantásának helyét és időpontját a detektált beérkezési jelekből 2–3 km-es pontossággal meg lehetett határozni. A 2. ábrán a kémény robbantásával járó talajrázkódás szeizmogramjai láthatók. A 73 km-re elhelyezkedő Piskés-tetői szeizmológiai mérőállomáson is látszott a ledőlt kémény talajt megrázó hatása (legalsó szeizmogram).



3. ábra. A Szentléleken (HU02A), Jósvafőn (JOS) és Piskés-tetőn (PSZ) található szeizmológiai állomások regisztrátumai a robbantás beérkező hullámairól

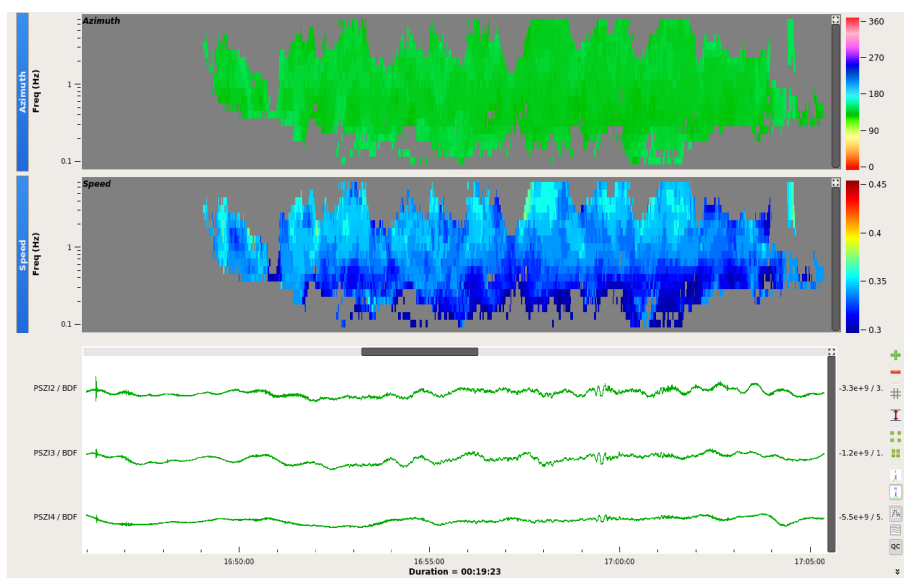
Robbanás Bejrútban - 2020.08.04

2020. augusztus 4-én este, helyi idő szerint 18:08-kor egy extrém erős robbanás történt Libanon fővárosában, Bejrútban. A detonációkor legalább 2750 tonna ammónium-nitrát robbant fel, melynek robbanóereje 1,1 kilotonna TNT erejével egyezett meg. Ez közelítőleg megegyezett egy kb. $M = 3,5$ és $M = 4,5$ közötti erősségű földrengés erejével, amit a Bejrúttól 200 kilométernyire lévő Cipruson is lehetett érezni.

A robbanás okozta rengést a magyarországi szeizmológiai mérőállomások nem regisztrálták, de a Pizskés-tetői infrahang (PSZI) állomás detektálta a robbanást követő lökéshullámot. A 2. ábra alján

látható a PSZI négy detektorának regisztrátuma (PSZI1, PSZI2, PSZI3 és PSZI4), felül pedig a detekciók mind látszólagos sebesség, mind azimut szerint színezve.

Direkt hullám esetén a Pizskés-tető és Bejrút közötti közel 2100 km távolságon – 340 m/s-os hangsebességgel számolva – a menetidő körülbelül 1 óra 42 perc, így a beérkezés 16:50 (UTC) körül lenne várható. PSZI-ről nézve Bejrút nagyjából 134° -os azimutnál található. A várakozásoknak megfelelően $134^\circ \pm 4^\circ$ -os irányból az említett időpontban megjelentek a detekciók, ami az ábra felső részén zöld színnel látható.



4. ábra. A Pizskés-tetői infrahang állomás regisztrátuma a bejrúti robbanásról

Hadgyakorlat a Bakonyban - 2020.09.16–25

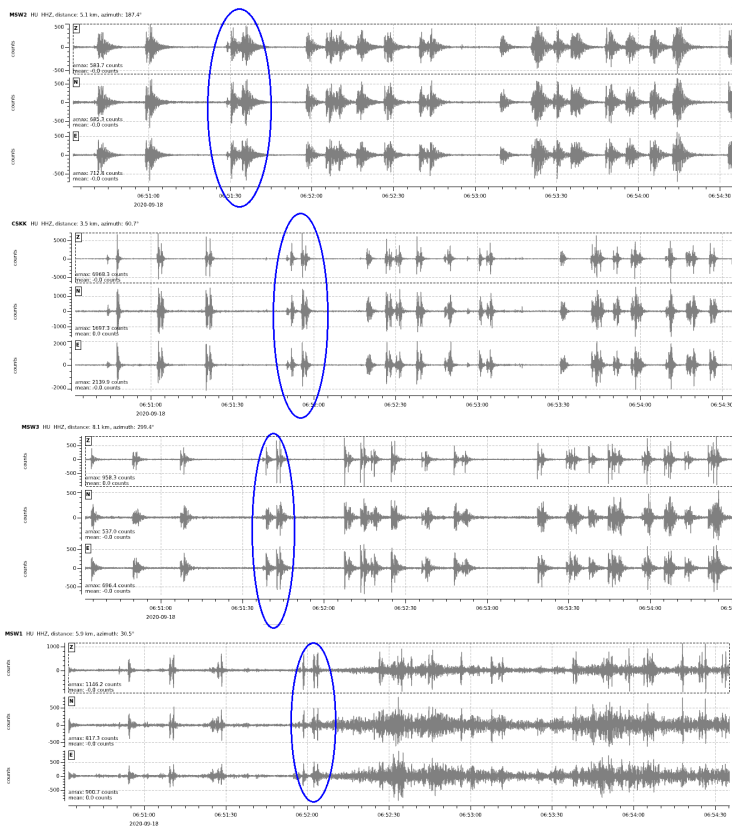
"Ne ijedjen meg, ha háborúra emlékeztető zajokat hall!" olvashattuk 2020 szeptemberében több hírportál oldalán is (<https://168.hu/itthon/honvedseg-hadgyakorlat-191075>).

Nemzetközi hadgyakorlatokat tartottak ugyanis Magyarországon, szeptember 7-e és szeptember 27-e között a Magyar Honvédség Központi Gyakorló- és Lőterének (Újmajor, Hajmáskér, Körös-hegy, Bakonykút és Újdörögd) térségében.

A Honvédelmi Minisztérium közleménye szerint, a gyakorlatok miatt a megszokottnál nagyobb hanghatásokra lehe-

tett számítani a szeptember 14-e és 25-e közötti időszakban.

A Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatórium csókakői (CSKK) és a Móri-árok mellett telepített ideiglenes (MSW1, MSW2, MSW3) állomásai is regisztrálták a hadgyakorlat lövéseit kísérő jeleket (5. ábra), Csókakőn pedig mennydörgéshez hasonló dübörgések is hallatszottak kb. 30 km-re a hadgyakorlattól. A szeptember 18-i regisztrátumokon látható (5. ábra), hogy mindegyik állomáson hasonló ütemben érkeznek a hadgyakorlat jelei.



5. ábra. A csókakői (CSKK) és a Móri-árok mellett telepített ideiglenes (MSW1, MSW2, MSW3) állomások által regisztrált jelek 2020. szeptember 18-án a délelőtti órákban

A Vituki székház lebontása robbantással - 2020.12.10

2020-ban indult el a Budapesti Atlétikai Stadion építése. A projekt során 2020.12.10-én Észak-Csepelen szükségessé vált az egykori Vituki-székház lebontása, amelynek helyén kerül megrendezésre terv szerint a 2024-es atlétikai világbajnokság.

A Vituki 1976-ban épült 57 méter magas toronyháza 420 négyzetméternyi területet foglalt el. A hierarchikus bontási technológia helyett a jelentős időmegtakarítást eredményező robbantásos technológiát választották, melynek engedélyeztetése lezajlott, és a 44 éves irodaház néhány másodperc alatt összeomlott.

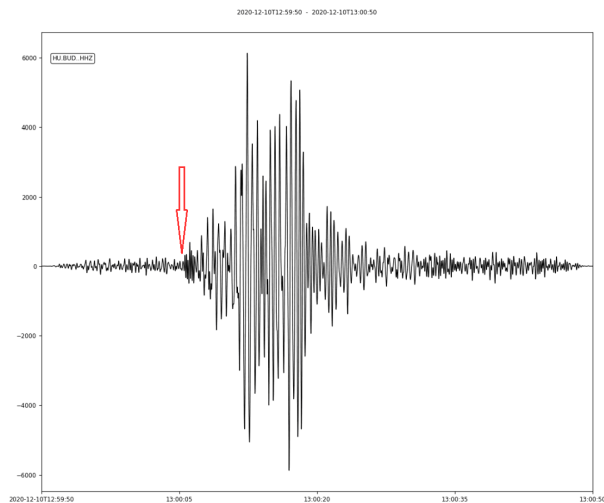
Az obszervatórium budapesti (BUD) mérőállomása kisebb földrengésként regisztrálta a tőle 7,2 km-re történt robbantást, amely helyi idő szerint 14:00-kor történt. A robbantást a 6. ábra szeizmogramján nyíllal jelöltük meg.

A toronyház lerobbanását követően

a Sas-hegyen működő szeizmológiai állomás (BUD) alatt a talaj rázkódása mintegy 30 másodpercig tartott. A kinagyított felvételen (6. ábra) piros nyíl mutatja az először beérkezett jeleket. A robbantásról videó is készült, ami ezen a linken megnézhető: <https://youtu.be/Mtop0Pya2r8>. A tervezett robbantásokra jellemző a „kerek” időpont, ami most is így történt.

Hivatkozás

Süle B., Bondár I., Czanik Cs., Grácz Z., Gyóri E., Szanyi Gy., Wéber Z., Kovács I. J. (2020): ÍGY FIGYELJÜK HAZÁNK FÖLDJÉNEK MINDEN REZDÜLÉSÉT, A Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Geodéziai és Geofizikai Intézet Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatórium fejlődése és küldetése 2013-tól napjainkig. Magyar Tudomány 181(9), 1202–1215, DOI: 10.1556/2065.181.2020.9.7



6. ábra. A Vituki székház lerobbanásának jelei a budapesti szeizmológiai állomáson

