

A „Szeizmológia az iskolában” program elindítása Magyarországon

KISZELY M.[@], MÓNUS P.[&], GRIBOVSZKI K.[#]

MTA CSFK GGI Kövesligethy Radó Szeizmológiai Observatórium,
1112 Budapest, Meredek u. 18.

[@]E-mail: kiszely.marta@csfk.mta.hu; [&]E-mail: monus.peter@csfk.mta.hu;

[#]E-mail: katalin.gribovszki@csfk.mta.hu

Minden évben lelkes gimnáziumi csoportok jelentkeznek a Kövesligethy Radó Szeizmológiai Observatóriumba, hogy ismeretterjesztő előadást hallgathassanak meg a földrengésekről. A szeizmológia az iskolában programnak Európa-szerte és Amerikában valamint Ausztráliában is már kialakult módszertana van. A földrajz- és fizikatanárok nagy örömmel számolnak be arról, hogy mennyire más lesz a gyerekek kapcsolata a tananyaggal, egy-egy tudománnyal, ha modelleket, kísérleteket látnak, és maguk végezhetik el a méréseket. E cikkben bemutatjuk az első lépéseket, amivel a szeizmológiai ismeretek oktatását szeretnénk elősegíteni közép- és általános iskolások és tanáraik számára.

Kiszely, M., Mónus, P., Gribovszki, K.: The „Seismology in school” project starts in Hungary

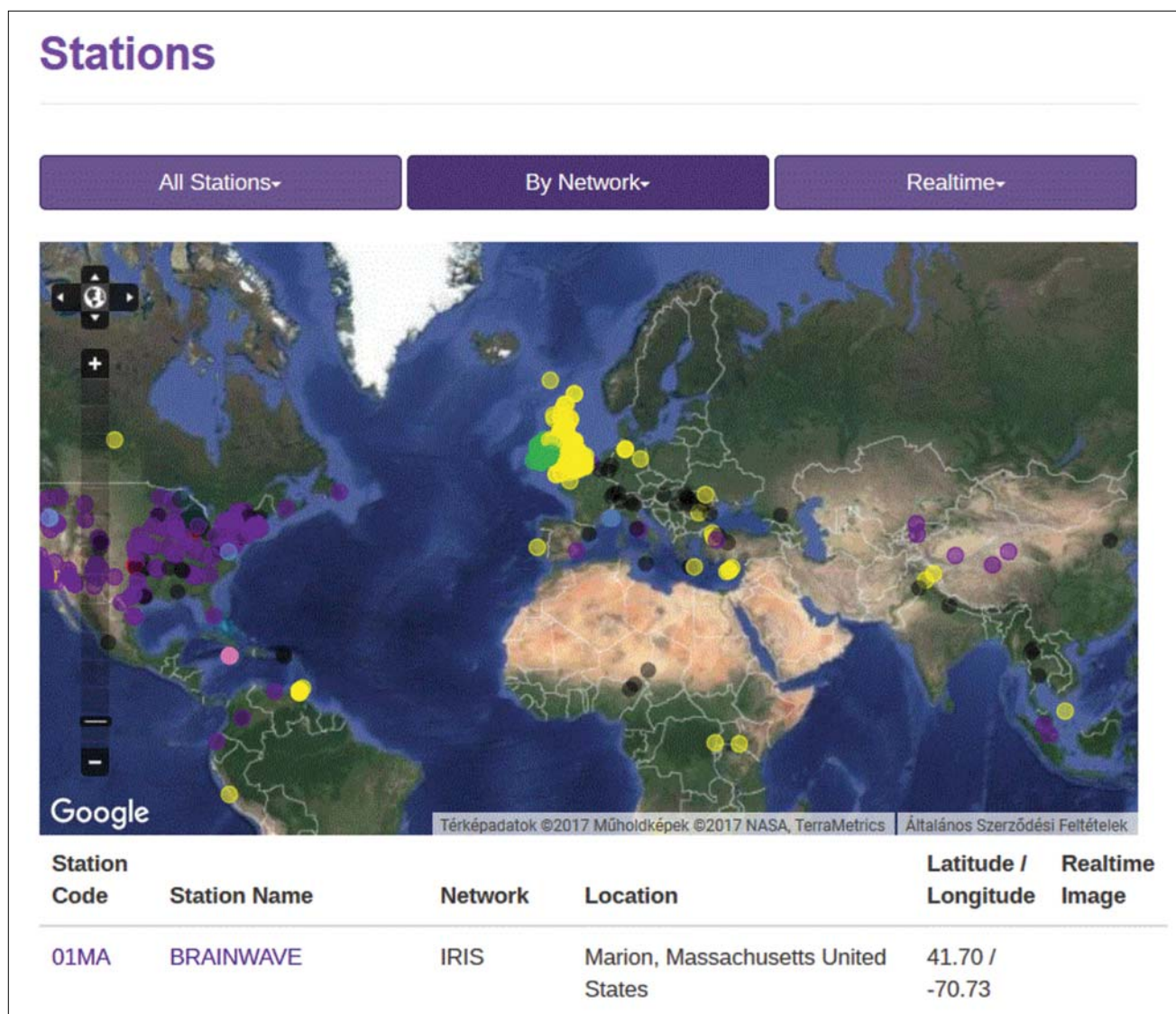
Every year, eager high school groups appear at Kövesligethy Radó Seismological Observatory to be able to attend lectures about the earthquakes. The seismology at the schools teaching methodology is already established in Europe and across other continents as well. The geography and physics teachers are very pleased to report that how different will be the children’s relationship to the curriculum, to a discipline when they see themselves models, experiments and themselves can perform the measurements. We present in this article the first steps to help primary and secondary school students and their teachers in seismological skills training.

Bevezetés

A tudományos ismeretterjesztés egy új távlatát szeretnénk elindítani a földtudományokat érintő tantárgyakban Magyarországon. E program során kihasználjuk az internet adta lehetőségeket, és a program részleteit és szakmai ismereteinket egy honlap segítségével osztjuk meg a gyerekekkel és tanáraikkal.

A kísérleti programok tapasztalata szerint a tanulók egyre elkötelezettebbek lesznek, és sokkal többet tanulnak egy-egy témakörből, ha látják, hogyan tükröződik a tanult tananyag a valóságban, a saját életükben. A földrengések megfigyelése saját iskolai műszerrel „azta!” élményt nyújt a diákoknak, és felkeltik a lelkesedésüket. Európában a „Szeizmológia az iskolában” oktatási program 1995-re nyúlik vissza, amikor az első erőfeszítések történtek abban az ügyben, hogy oktatási céllal iskolai szeizmográfot állítsanak fel osztálytermekben (Bobbio, Zollo 2009, Bobbio et al. 2011). Nagyon sikeres tapasztalatok voltak az USA-

ban is a Princeton Earth Physics Program (PEPP) keretében. Európában pedig az Educational Seismological Project (EDUSEIS) négy különböző európai ország részvételével indult el: Franciaországban, Olaszországban, és Portugáliában. Németország esetében pedig tudományos múzeumok és kutatóintézetek fogtak össze az érintett középiskolákkal. „A szeizmológia az iskolában” program 2011-ben Európában már 484 állomással fut és nemrég tovább bővült svájci iskolákkal, továbbá az első lépések megtörténtek Görögországban és Portugáliában is (Solirano 2011). Norvégiában SEIS-SCHOOL néven 2000-ben indult 6 állomással a program. Az 1. ábra mutatja „A szeizmológia az iskolában” programban részt vevő iskolák elhelyezkedését (<http://geoserver.iris.edu/stations/register>). A különböző színek más-más hálózatot jelölnek. Látványos a hiány Közép-Európában! Romániában 2012 és 2016 között egy 4 évig tartott a program sikeresen 15 középiskola részvételével (Tataru et al. 2016). Jó lenne egy hasonlót elindítani Magyarországon is!



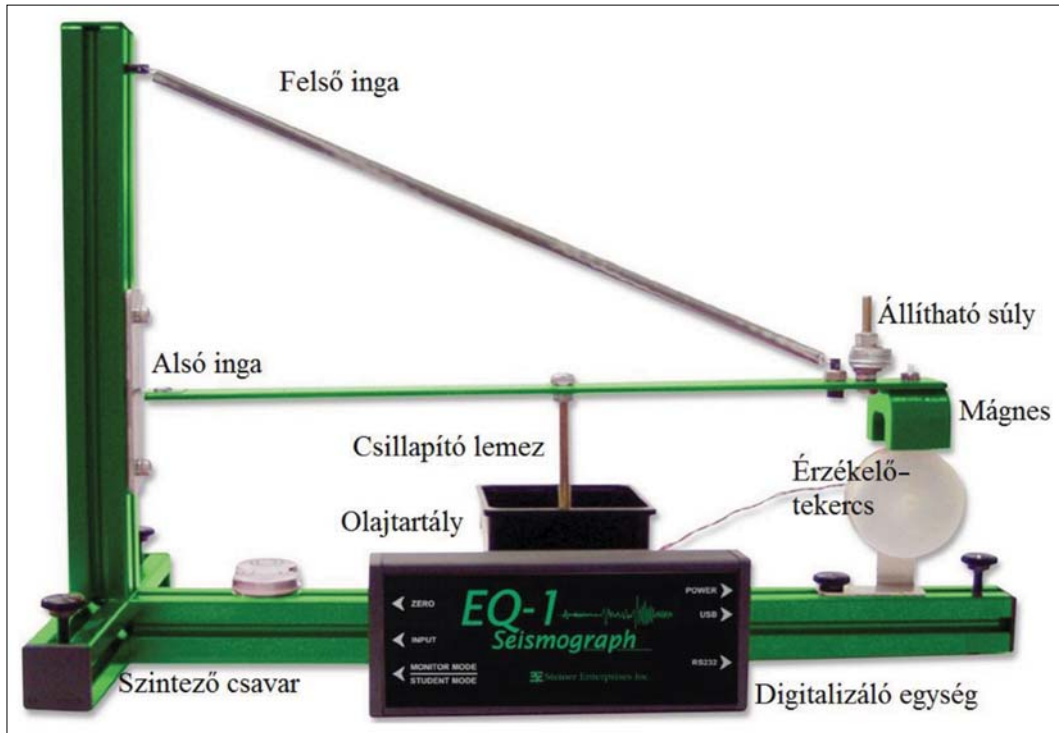
1. ábra | A „Szeizmológia az iskolában” programban részt vevő iskolák elhelyezkedése
Figure 1 | The location of participating schools in the “Seismology in school” project

A programban nagy szerephez jutott a webes kapcsolattartás az iskolák között. Interneten elérhető oktatóanyagokat is kaptak a pedagógusok (Bulaenko, Husebye 2003), és útmutatást egy nagyon olcsó, házilag összerakható szeizmométer összeállításához. Interneten, angol nyelven bőséges segédanyag is elérhető, ezeket pótoljuk most a magyar nyelvű anyaggal. A magyarországi terveket mutatjuk be az alábbiakban, amely egy *suliszeizmográf*val, egy *honlappal* és *jegyzettel* indul.

A programhoz szükséges felszerelés

A program lelke a *suliszeizmográf* (2. ábra). Egy professzionális szeizmológiai hálózat tervezésekor több szempontot is figyelembe kell venni: a kívánt érzékenységet, az érzékelő frekvencia tartományát, a tárolandó adat mennyiségét, valamint az internetkapcsolat tulajdonságait. Az

energiaellátás és az időjel pontossága is fontos tényező. Az oktatáshoz kapcsolódó programok azonban általában csak szűkös anyagi keretekkel rendelkeznek, és nincs is szükség kényes, nagy érzékenyséű műszerekre, kivált egy olyan zajos helyen, mint egy iskola. Több cég is gyárt ezért „félprofesszionális” szeizmográfot, hogy a piacát bővítse. Néhány program esetében, mint például Angliában, a szeizmológia az iskolában kezdeményezés célja nemcsak annyi volt, hogy „telepítsd a műszert és megfigyeld a földrengéseket”, hanem hogy egyes diákokban nagyfokú érdeklődést ébresszenek a szeizmológiai iránt, és kezelni tudják az iskola saját műszerét. Ezt figyelembe véve egy olcsó és egyszerű szeizmométert terveztek és forgalmaznak a MUTE cég által. Több mint 400 szeizmométert adtak már el (Solirano 2011). Az ugyanolyan típusú eszköz az egész hálózatban leegyszerűsíti a kapcsolatot az állomások között, és egy közös adatbázis létrehozását is meg-

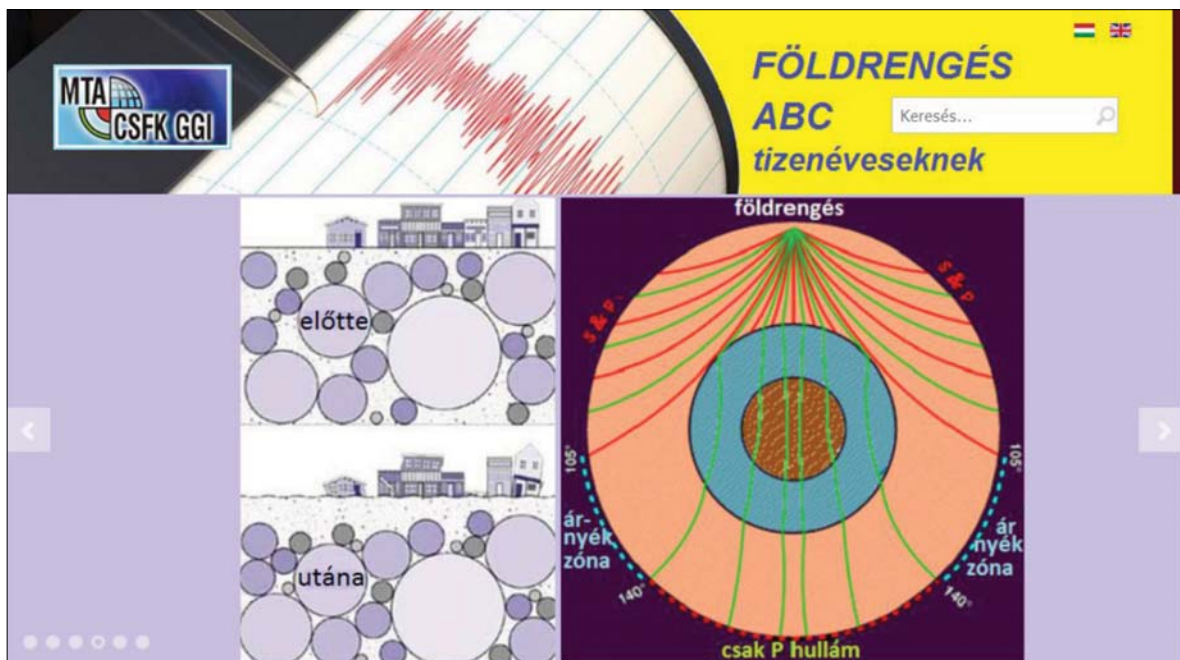


2. ábra | Az EQ-1 vertikális suliszeizmográf
 Figure 2 | The EQ-1 Vertical school seismometer

könnyíti. Néhány más esetben egy-egy iskola külön vásárolt vagy épített saját műszert. Ez a megközelítés elsősorban hatékonyan bizonyul a részt vevő iskolák számának növekedésében, de hosszabb távon az a tapasztalat, hogy több gond keletkezik, amikor megpróbálnak összerakni

egy adatbázist, vagy közös gyakorlati feladatokat terveznek.

Az általunk megvásárolt EQ-1 típusú suliszeizmográf képes regisztrálni egy legalább $M = 3,5$ földrengést 150 km-en belül, és a Földön bárhol kipattant $M > 6,5$



3. ábra | A „Szeizmológia az iskolában” honlap főoldala
 Figure 3 | The main page of website “Seismology in school”

Főmenü

Szeizmológia az iskolában

- Kapcsolat
- Megközelítés
- Mi a földrengés?
- Földrengések a mítoszokban
- Földrengés keletkezik!
- Vetők legfontosabb típusai
- Miről árulkodnak a földrengések?
- Gutenberg-Richter törvény
- Szeizmometerek
- Leggyakrabban hol pattannak ki földrengések?
- A szeizmikus hullámok szemléltetése
- A honlapról
- Források, linkek
- Köszönetnyilvánítás
- Képgaléria

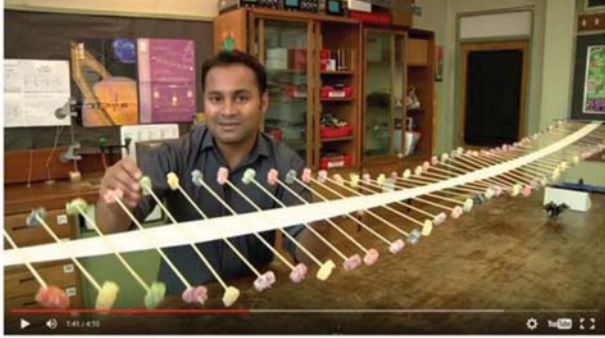
Felhasználónév

Ön itt van: Főlap

A szeizmikus hullámok szemléltetése

A hullámgép segítségével egyszerűen nagyon látványos bemutatót tudunk készíteni: [wave machine](#)

How to build your own Wave Machine physics demo



Legalább 5 m hosszú ragasztó szalagra 5 cm-ként egyenletesen hurkapálcikát ragasszunk fel keresztben. Kb. a fele távolsáig rakjunk gumimacikat a hurkapálcia két szélére. Igyekezzünk jól kifeszíteni a szalagot a demonstrációhoz. Mehet a kísérlet!

A hullámgép segítségével a rengéshullámok következő tulajdonságát tudjuk szemléltetni:

4. ábra | A „Szeizmológia az iskolában” honlap menüpontjai

Figure 4 | The menu items of “Seismology in school”

erősségű rengést. $M > 6$ földrengés évente átlag 140 pattan ki, ami akár heti 2-3 megfigyelhető eseményt is jelent a diákok számára, egy közeli $M > 3$ esemény pedig érintheti őket, mert akár érezhették is. A talajmozgást a tekercsben indukálódott elektromos áram jelzi, amelynek a jele egy erősítő és digitalizáló egységen keresztül jut el a számítógéphez.

A számítógép monitorán valós időben jelenik meg a talajmozgás!

Interneten lehet regisztrálni a *Suliszeimográf* hálózatba (<http://geoserver.iris.edu/user/register>), és akkor a mi műszerünk adatait is látják más iskolák, illetve mi is elérhetjük a többi iskola műszereinek szeizmogramjait.



5. ábra | Diákok aktív részvételével könnyebb a tanulás

Figure 5 | With active participation of students the learning is easier

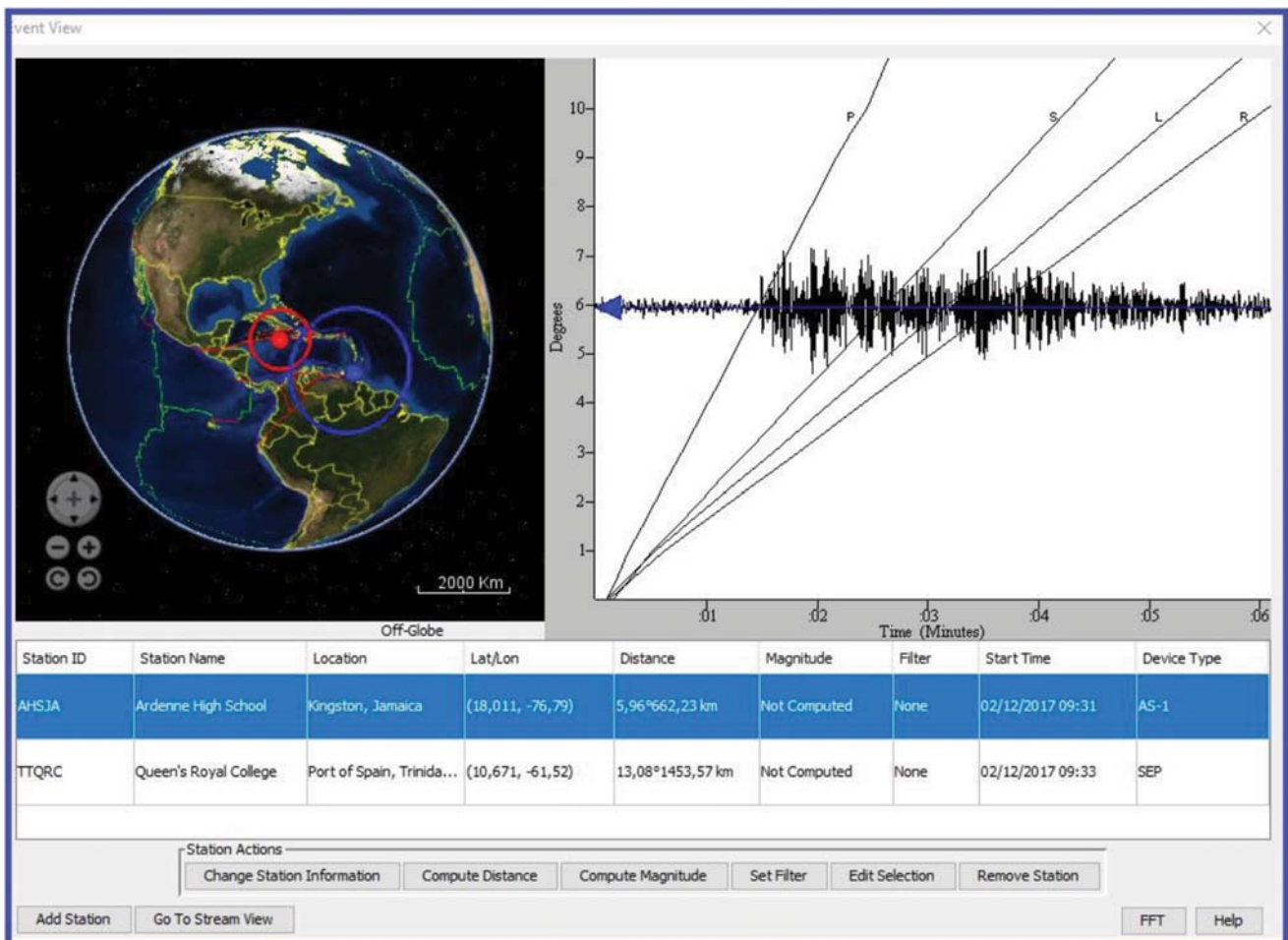
A „Földrengés ABC tizenéveseknek” honlap

Azt tapasztaltuk, hogy angol nyelven kis- és középiskolásoknak rendkívül színes és ötletesen magyarázó, ismeretterjesztő anyag található, de a tanárok nem ismerik ezeket, vagy nem tudnak jól angolul. Ezért készítettünk egy honlapot, amely a www.seismology.hu oldalról érhető el az „ISMERETTERJESZTÉS/Suli-szeizmológia” menüpont alatt található (3. ábra). Ez a honlap a középiskolások és tanáraik számára a szeizmológia alapjait és az iskolai használatra kifejlesztett „Suliszeizmográf/School seismograph” működését, valamint az ezekhez kapcsolódó szemléltető videókat és ismereteket tartalmazza. A honlapot folyamatosan bővítjük és csiszoljuk. Nagy hangsúlyt helyeztünk az egyszerű demonstrációk bemutatására, és más internetről letölthető látványos illusztrációk, linkek bemutatására. A honlap a földrengésekhez kapcsolódó mítoszok legendák bemutatásával kezdődik, majd a vetők típusait, a Föld belső szerkezetét, a földrengések kipattanásának körülményeit szemlélteti (4. ábra). A „Milyenek a rengéshullámok” menüpont alatt néhány gyakorlati tipp is látható, amelyet mi magunk is elkészíthetünk a szeizmikus hullá-

mok szemléltetésére. A gyerekeket is bevonhatjuk a demonstrációba, és ők lesznek 1-1 köztrészecske, amelyet megráz a földrengés. A diákok nagyon élvezik, és egy életre megtanulják a P és S hullámok alapvető tulajdonságait e modellezés során (5. ábra). A Gutenberg–Richter-törvény magyarázata is a látványra épül „spagetti rengés” címmel. Mostanában a Richter-féle magnitúdó mellett a momentum magnitúdót is használják, ennek szemléletes bemutatása is megtalálható a honlapon.

A suliszeizmográf adatainak a kezeléséhez is segítséget ad a honlap. Az ingyen letölthető *Amaseis* és *jAmaSeis* programot fejlesztették ki ezekhez a műszerekhez, amely angol nyelvű menüpontokat tartalmaz, és részletes útmutatás is elérhető a szeizmogramok értelmezéséhez (6. ábra). A honlapon magyar nyelvű ismertetés is megtalálható e feldolgozóprogramokról.

Első lépés a földrengés felismerése a napi felvételen, plotfájlon. Máshogy néz ki egy közeli és egy távolabbi rengés szeizmogramja. Fel kell ezen ismerni és ki kell jelölni az első P (Primer) – és ha látható – a második jelentős fázist, az S (Secunder) beérkezéseket. Ekkor egy ablakban a menetidőgörbéken odatozhatjuk a szeizmogramunkat, ahol



6. ábra | A *jAmaSeis* kiértékelő program használata látványos és könnyen elsajátítható

Figure 6 | Using of *jAmaSeis* evaluation is spectacular and easy to learn

az a legjobban illeszkedik a P és beérkezési időkülönbségéhez. Közben a földgömbön megjelenik a mi állomásunk, valamint a P és S beérkezési ideje alapján becsült epicentrális távolság, azaz egy kör az állomás körül. Ha találunk egy másik iskolát, ahol működik még suliszeizmográf, már két kört kapunk, amelyek metszete alapján pontosíthatjuk a földrengés helyét.

Lehet szűrni az adatokat, amivel a zajosabb háttérből jobban kiemelhetjük a földrengés vagy az S hullám jeleit, és megtapasztalják a diákok egyéb zajforrások, mint pl. vihar, közlekedés hatását.

Tapasztalatok

Eddig két székesfehérvári középiskolába, a Lánzos Kornél és a Tóparti Gimnáziumba jutott el a suliszeizmográf, ahol a diákok és tanáraik pár hónapig megfigyelhették a földrengéseket. Mivel a szeizmográf a tanítási idő alatt jelezte az iskolai élet „minden rezdülését”, valamint a városi forgalom egy részét is, ezért inkább az éjszakai és az őszi szünet alatti eseményekre koncentráltak a diákok. Gondot jelentett a greenwichi idő használata és a távolabbi földrengések beérkezési idejének a megbecsülése. Egy saját szeizmométer építéséhez is kedvet kaptak a Lánzos Kornél Gimnáziumban. Hiányzott azonban egy olyan segédanyag, amelyet a honlap most pótol, és elkészült egy magyar nyelvű jegyzet is a programban részt kívánni vevők iskolák számára.

E cikk egyben toborzás és figyelemfelkeltés is! Távlati lehetőség, hogy a Mars-kutatásba is bekapcsolódhat az iskola a MarsQuake program keretében! A diákok izgalmas kérdésekre kutathatják a válaszokat. Milyen anyagból van a Mars magja? Miért nem láthatók tektonikai lemezek a Marson? Első kézből láthatják a NASA InSight Mars-expedíció legújabb, a Földre visszaküldött képeit és meteorbecsapódásokat kereshetnek. Meteorbecsapódás szimulációját tervezhetik a programban résztvevők, az osztályban különböző „cseppek”-kel. 2018 májusában tervek szerint 2 szeizmométert raknak ki a Mars felszínére, várhatóan 2019-től a földöntúli marsi rengések jeleit is megnézhetik a gyerekek az IRIS honlapról szabadon letöltve.

Köszönetnyilvánítás

Hálás köszönetem mindazoknak, akik a „Szeizmológia az iskolában” honlap létrejöttét segítették tanácsaikkal, hozzászólásaikkal, hibák észrevételével vagy akár csak biztatásukkal. Köszönet illeti Győri Erzsébetet az ötlet támogatásáért, Maróti Tamást a honlap szerkesztési problémáiban nyújtott segítségéért. Köszönet illeti a GGI CSFK főigazgatóját, dr. Szarka Lászlót a főigazgatói keretből történt anyagi támogatásért, amelynek a segítségével az első suliszeizmográfot beszereztük.

A cikk szerzői

Kiszely Márta, Mónus Péter, Gribovszki Katalin

Hivatkozások

- Solirano S. (2011): Current School Seismology Activities in Europe, Orfeus Report: ftp://www.orfeus-eu.org/pub/NERA/Deliverables/NERA_D8.1.pdf
- Bobbio A. MSC Newsletter, 24, 22–23
- Bobbio A., Zollo A., Festa G., Mosca P. (2010): Seismology at school: from the experience of the EduSeis project to a new approach in teaching and learning the earthquake risk, European Seismological Commission, 32nd General Assembly, Sept. 6–10, 2010, Montpellier, France
- Bulaenko M. E., Husebye E. S. (2003): Electronic learning modules for high school students in seismology. *Seismological Research Letters*, 74, 570–577
- Tataru D., Zaharia B., Grecu B., Tubu S., Brisani N., Georgescu E. S. (2016): Seismology in Romanian schools: education, outreach, monitoring and research. *Romanian Reports in Physics*, 68/4, 1589–1602

Internetes források

- Nemzetközi „Szeizmológia az iskolában” honlap: <http://geoserver.iris.edu/stations/view/SIE>
- MarsQuake program ismertetése: <http://www.bgs.ac.uk/discoveringGeology/hazards/earthquakes/marsQuake/home.html>
- IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology): <https://www.iris.edu/hq/#>