

2.

FÖLDRENGÉS MEGFIGYELŐ ÁLLOMÁSOK MAGYARORSZÁGON

2018-ban 32 állandó szeizmográf állomás működött Magyarországon, melyek közül öt lyukszeizmográf, huszonhét felszíni állomás. Az állomások közül tizenhetet a GeoRisk Földrengés Mérnöki Iroda Kft., tizenötöt pedig az MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet (MTA CSFK GGI) üzemeltetett (2.1. Táblázat és 2.1. ábra).

Szélessávú lyukszeizmográf állomások

Az év folyamán 5 modern szélessávú lyukszeizmográf állomás működött (PKB1, PKB2, PKB3, PKB4, PKB5). Az állomásokon az érzékelő 3 komponenses szélessávú Nanometrics Trillium Posthole szeizmométer, mely 150 m-es béléscsővezetett fúróluk alá van telepítve. A felszíni aknában elhelyezett digitalizáló, adatgyűjtő és kommunikációs egység Nanometrics Centaur CTR-3. Mindegyik állomás internet összeköttetéssel rendelkezik.

Szélessávú felszíni állomások

2018-ban 15 szélessávú felszíni szeizmológiai állomás működött (ABAH, AMBH, BEHE, BSZH, BUD, CSKK, EGYH, KOVH, LTVH, MORH, MPLH, PSZ, SOP, TIH, TRPA). Az állomások nagy részénél az érzékelő 3 komponenses szélessávú Streckeisen STS-2, illetve STS-2.5 szeizmométer; az érzékelő jele EarthData PS-6-24 digitalizáló egységen át jut a SeisComp szoftverrel felszerelt adatgyűjtő számítógépre. Az AMBH, CSKK, EGYH, LTVH és TIH állomásokon Güralp CMG-3T szeizmométer és Güralp CMG-DM24S3-EAM adatgyűjtő egység található. Mindegyik állomás internet összeköttetéssel rendelkezik.

Rövidperiódusú felszíni állomások

A 13 rövidperiódusú felszíni állomás közül tíz teljesen azonos mérőeszközzel van felszerelve. Ezekon Güralp CMG-40T rövidperiódusú, 3 komponenses szeizmométer és Güralp CMG-DM24S3-EAM digitalizáló és adatgyűjtő működik, folyamatos regisztrálással. Egy állomáson (CSKK) Kinometrics SS-1 szenzor és Güralp CMG-DM24S3-EAM digitalizáló és adatgyűjtő működik. További két állomáson (NADP és PNNH) pedig Lennartz LE-3D szenzor, MARS-88MC digitalizáló és SeisComp PC. Mindegyik állomás internet összeköttetéssel rendelkezik.

GeoRisk adatközpont (www.foldrenges.hu)

Az összes mérőállomáson regisztrált adatot egy felhő alapú adatközpontban gyűjtjük és dolgozzuk fel. Az adatok közel valós időben, egy erre a célra kifejlesztett protokoll (SeedLink) felhasználásával jutnak el az adatközpontba. Az adatok átlagos késése a valós időhöz képest 10 másodperc körüli. Minden állomás digitális adataiból napi szeizmogramok készülnek kép formátumban. A képi szeizmogramok egyrészt az érdeklődők tájékoztatását, másrészt a működés ellenőrzését is szolgálják. Ezek a szeizmogramok is közel valós idejűek.

Az események hullámfázisainak körültekintő manuális kimérése alapján állítjuk össze havonta a fázisadatokat (kimérési adatokat) tartalmazó jelentést. A fázisadatokat felhasználásával – a saját adatokat kiegészítve a szomszédos országok szeizmológiai intézményeinek hasonló adataival (2.2. ábra) – havonta eseménylista készül (*Havi Jelentés* és *Havi Földrengés Tájékoztató*), mely a helyi és regionális földrengések hipocentrum adatait tartalmazza.

A mérési adatok, szeizmogramok és a kiértékelés további eredményei nagyrészt nyilvánosan elérhetők az interneten is a www.foldrenges.hu oldalon.

Átlagos zaj- (talajnyugtalanág) viszonyokat feltételezve a magyarországi szeizmológiai hálózat jelenlegi észlelési képessége $M_L=1.0-2.0$ magnitúdó körül van. Az ország középső részén lényegesen alacsonyabb, a határok környékén kissé magasabb az érzékenységi küszöb. Ez azt jelenti, hogy a lakosság által érzékelt valamennyi rengést a hálózat nagy valószínűséggel detektálja.

HUN-Reng virtuális szeizmológiai hálózat

A kommunikáció fejlődése, a valós idejű adatátvitel és az azonos adatátviteli protokoll (SeedLink) Európa-szerte elterjedt használata lehetővé tette, hogy idegen állomások adatait is fogadjuk közel valós időben ugyanúgy, mint a saját állomásainkét (2.2. Táblázat). Az összes elérhető hazai és külföldi állomások mérési adatainak felhasználásával a földrengések paraméterei még pontosabban, megbízhatóbban számíthatók ki. Ezen kívül a nagyszámú állomás adatához való valós idejű hozzáférés lehetővé tette egy automatikus földrengésjelző rendszer elindítását is. Ez a rendszer automatikusan képes felismerni a földrengéseket, és azok paramétereit néhány percen belül kiszámítja, térképen és listán automatikusan meg is jeleníti. Az online földrengés információ elsősorban gyors tájékoztatásul szolgál (www.foldrenges.hu).

2.

SEISMOGRAPH STATIONS IN HUNGARY

In 2018, there were 32 permanent seismograph stations running in Hungary: five borehole stations and twenty seven surface stations. Seventeen of the permanent stations were operated by GeoRisk Earthquake Engineering Ltd. and fifteen of them by Geodetic and Geophysical Institute, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Hungarian Academy of Sciences (MTA CSFK GGI). (Table 2.1 and Fig. 2.1)

Broadband borehole stations

During the year, five modern broadband borehole stations were in operation (PKB1, PKB2, PKB3, PKB4, PKB5). Nanometrics Trillium Posthole 3-component broadband seismometers are installed in the bottom of a 150 m deep steel cased borehole at the stations. Nanometrics Centaur CTR-3 digitizers and acquisition systems, along with the communication units are arranged in a small pit. Each station has a connection to the Internet.

Broadband surface stations

Fifteen broadband surface stations (ABAH, AMBH, BEHE, BSZH, BUD, CSKK, EGYH, KOVH, LTVH, MORH, MPLH, PSZ, SOP, TIH, TRPA) were running during the year. Most of these stations have Streckeisen STS-2 or STS-2.5 very broadband seismometers as sensors and EarthData PS-6-24 digitizer. Linux PC's with SeisComP software have been used as data acquisition systems. Five stations (AMBH, CSKK, EGYH, LTVH and TIH) are equipped with Güralp CMG-3T seismometer and Güralp CMG-DM24-S3-EAM data acquisition module. Each station has a connection to the Internet.

Short period surface stations

Out of the thirteen short period stations ten have similar hardware. These stations are equipped with Güralp CMG-40T short period seismometers and Güralp CMG-DM24S3-EAM digital acquisition system. One of the stations, CSKK has Kinometrics short period SS-1 sensors, and Güralp CMG-DM24S3-EAM digital acquisition system for recording and communication with the Data Centre. Two stations, NADP and PNNH have Lennartz LE-3D sensor, MARS-88MC digital acquisition system and SeisComP PC for recording. Continuous data are recorded at each short period station. Each station has a connection to the Internet.

GeoRisk Data Centre (www.foldrenges.hu)

All recorded data from each station are transmitted to and processed at a cloud based *Data Centre*. Using digitally recorded data, analogue “live seismograms” are calculated for each station. The main purposes of the “live seismograms” are feeding public interests in one hand, and rapid visualization of the operational status and quality check of the stations on the other.

A careful manual offline analysis is used for event identification and picking the phases on each recorded seismogram. Merging the phase data of the Hungarian network and the same kind of available data sets from neighboring countries, preliminary event lists are calculated on monthly schedule. Based on technical and operational statistics of the stations, list of local and regional seismic events and their hypocenter information, *Monthly Reports* are compiled.

Data that are collected by the *Data Centre* are published in a variety of formats on the internet at www.foldrenges.hu.

The estimated detection capabilities of the present network with average noise conditions, supposing that at least four stations is needed for origin determination, is typically around 1.0-2.0 M_L , somewhat lower in the middle of the country and a little higher towards the border regions. This means that in most parts of the country it is very unlikely that felt events go undetected.

HUN-Reng Virtual Seismic Network

Development in communication technology and standardized communication protocols, software packages made available to access near real time data of stations beyond the domestic network. SeedLink and SeisComP developed at GEOFON became a kind of standard all over Europe. The larger pool of data provided by an extended, “virtual network” of seismic stations helps to have faster and more accurate earthquake locations and parameter determinations. In addition, near real time access to data from large number of stations makes possible to operate automatic rapid earthquake alarm systems. Automatically generated earthquake lists and epicenter maps are the main product of such systems (www.foldrenge.hu). The present configuration of the *HUN-Reng* virtual seismic network is shown in Table 2.2.

2.1. Táblázat Magyarországi szeizmológiai állomások, műszerek és alapkőzet

Table 2.1. Seismic stations in Hungary, instrumentation and lithology

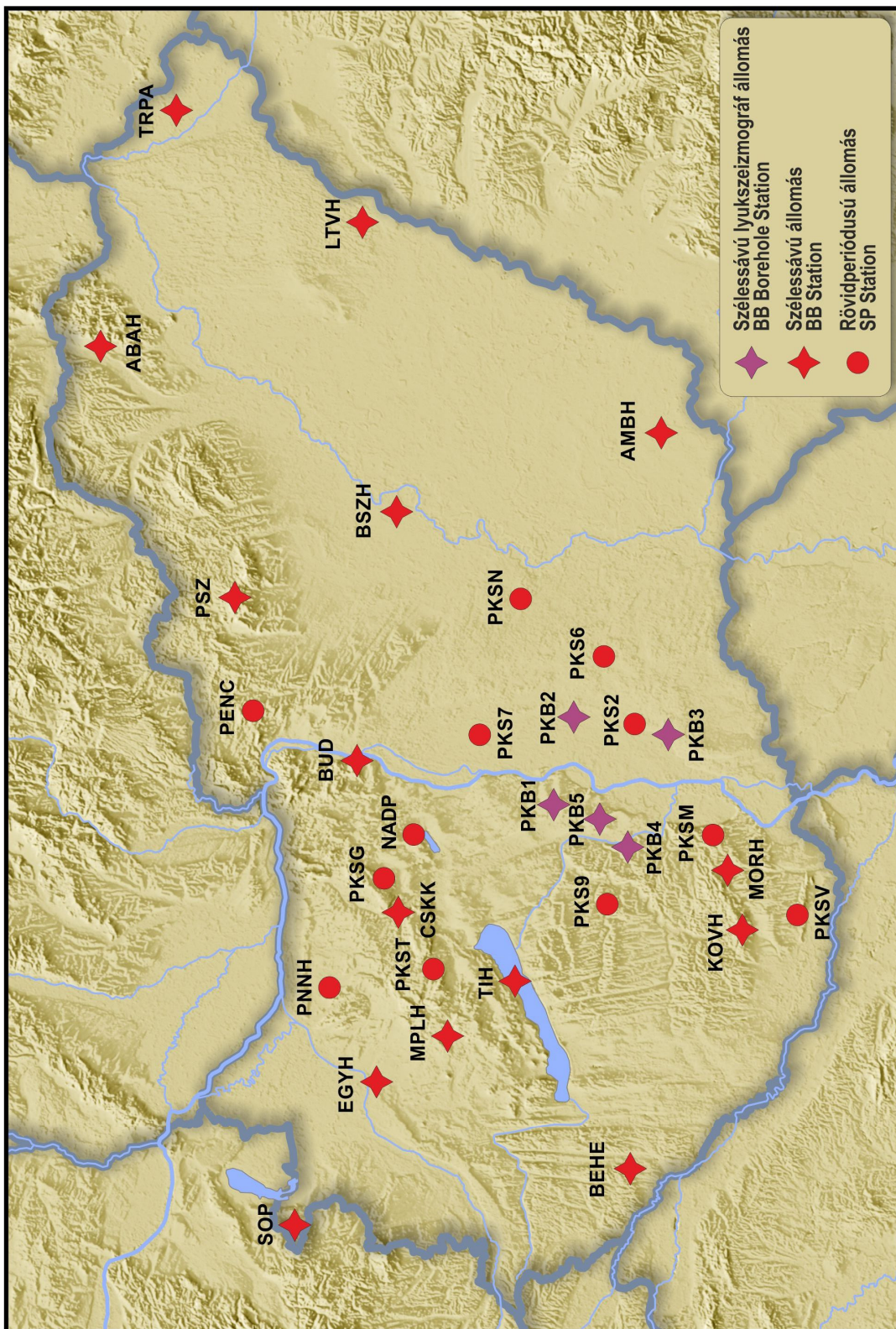
Kód Helység Code Location	Szélesség Latitude (N)	Hosszúság Longitude (E)	Magasság Elevation (m)	Alapkőzet Foundation	Állomás típusa Station type (1)	Érzékelő típusa Sensor type (2)	Adatgyűjtő típusa Recording equipment (3)	Szerv. Org. (4)
ABAH Abaújkér	48.2961	21.2395	173	kőzet rock	3C BB	STS-2.5	CMG-DM24S3- EAM	GGI
AMBH Ambrózfalva	46.3501	20.7258	91	üledék alluvium	3C BB	CMG-3T	CMG-DM24S3- EAM	GGI
BEHE Becsehely	46.4704	16.7757	298	üledék alluvium	3C BB	STS-2	PS-6-24+ SeisComP PC	GGI
BSZH Besenyszög	47.2996	20.2670	82	üledék alluvium	3C BB	STS-2.5	PS-6-24 + SeisComP PC	GGI
BUD Budapest	47.4836	19.0239	196	dolomit dolomite	3C BB	STS-2	PS-6-24+ SeisComP PC	GGI
CSKK Csókakő	47.3631	18.2605	319	dolomit dolomite	3C BB	CMG-3T	CMG-DM24S3- EAM	GGI
EGYH Egyházaskesző	47.4171	17.3318	225	kőzet rock	3C BB	CMG-3T	CMG-DM24S3- EAM	GGI
KOVH Kővágótöttös	46.0883	18.0999	270	mészke limestone	3C BB	STS-2.5	PS-6-24 + SeisComP PC	GGI
LTVH Létavértes	47.3849	21.9007	121	homok sand	3C BB	CMG-3T	CMG-DM24S3- EAM	GGI
MPLH Magyarpolány	47.1702	17.5395	307	kőzet rock	3C BB	STS-2.5	PS-6-24 + SeisComP PC	GGI
MORH Mórág	46.2149	18.6435	135	gránit granite	3C BB	STS-2	PS-6-24 + SeisComP PC	GGI
NADP ⁺ Nadap	47.2577	18.6176	210	kőzet rock	3C SP	LE-3D	MARS-88MC+ SeisComP PC	GR
PENC Penc	47.7905	19.2817	250	üledék alluvium	3C SP	CMG-40T	CMG-DM24S3- EAM	GR
PKS2 Kecel	46.4920	19.2131	106	homok sand	3C SP	CMG-40T	CMG-DM24S3- EAM	GR
PKB1 Előszállás	46.7843	18.7922	178	üledék alluvium	3C BB	TC20-PH2	CTR-3	GR
PKB2 Akasztó	46.6744	19.2419	92	üledék alluvium	3C BB	TC20-PH2	CTR-3	GR
PKB3 Császártöltés	46.4238	19.1949	110	üledék alluvium	3C BB	TC20-PH2	CTR-3	GR
PKB4 Kölesd	46.4963	18.6038	172	üledék alluvium	3C BB	TC20-PH2	CTR-3	GR
PKB5 Pusztahencse	46.5950	18.7356	184	üledék alluvium	3C BB	TC20-PH2	CTR-3	GR
PKS6 Bócsa	46.5998	19.5645	120	homok sand	3C SP	CMG-40T	CMG-DM24S3- EAM	GR
PKS7 Kunszentmiklós	47.0473	19.1609	95	agyag mud	3C SP	CMG-40T	CMG-DM24S3- EAM	GR
PKS9 Tamási	46.5870	18.2789	240	löss loess	3C SP	CMG-40T	CMG-DM24S3- EAM	GR
PKSG Gánt	47.3918	18.3907	200	dolomit dolomite	3C SP	CMG-40T	CMG-DM24S3- EAM	GR
PKSM Mórág	46.2119	18.6413	170	gránit granite	3C SP	CMG-40T	CMG-DM24S3- EAM	GR

Kód Helység Code Location	Szélesség Latitude (N)	Hosszúság Longitude (E)	Magasság Elevation (m)	Alapkőzet Foundation	Állomás típusa Station type (1)	Érzékelő típusa Sensor type (2)	Adatgyűjtő típusa Recording equipment (3)	Szerv. Org. (4)
PKSN Nyárlőrinc	46.8970	19.8667	110	homok sand	3C SP	CMG-40T	CMG-DM24S3- EAM	GR
PKST Tés	47.2590	18.0343	473	dolomit dolomite	3C SP	CMG-40T	CMG-DM24S3- EAM	GR
PKSV Villány	45.8885	18.2521	420	mészkeő limestone	3C SP	CMG-40T	CMG-DM24S3- EAM	GR
PNNH** Pannonhalma	47.5525	17.7611	280	lősz loess	3C SP	LE-3D	MARS-88MC+ SeisComp PC	GR
PSZ Piszkéstető	47.9184	19.8944	940	andezit andesite	3C BB	STS-2	PS-6-24 + SeisComp PC	GEOFON /GGI
SOP Sopron	47.6833	16.5583	260	gneisz gneiss	3C BB	STS-2	PS-6-24 + SeisComp PC	GGI
TIH Tihany	46.9001	17.8877	183	kőzet rock	3C BB	CMG-3T	CMG-DM24S3- EAM	GGI/MFGI
TRPA Tarpa	48.1304	22.5391	113	andezit andesite	3C BB	STS-2	PS-6-24 + SeisComp PC	GGI

* Működés kezdete / Open date: 2018.08.15.

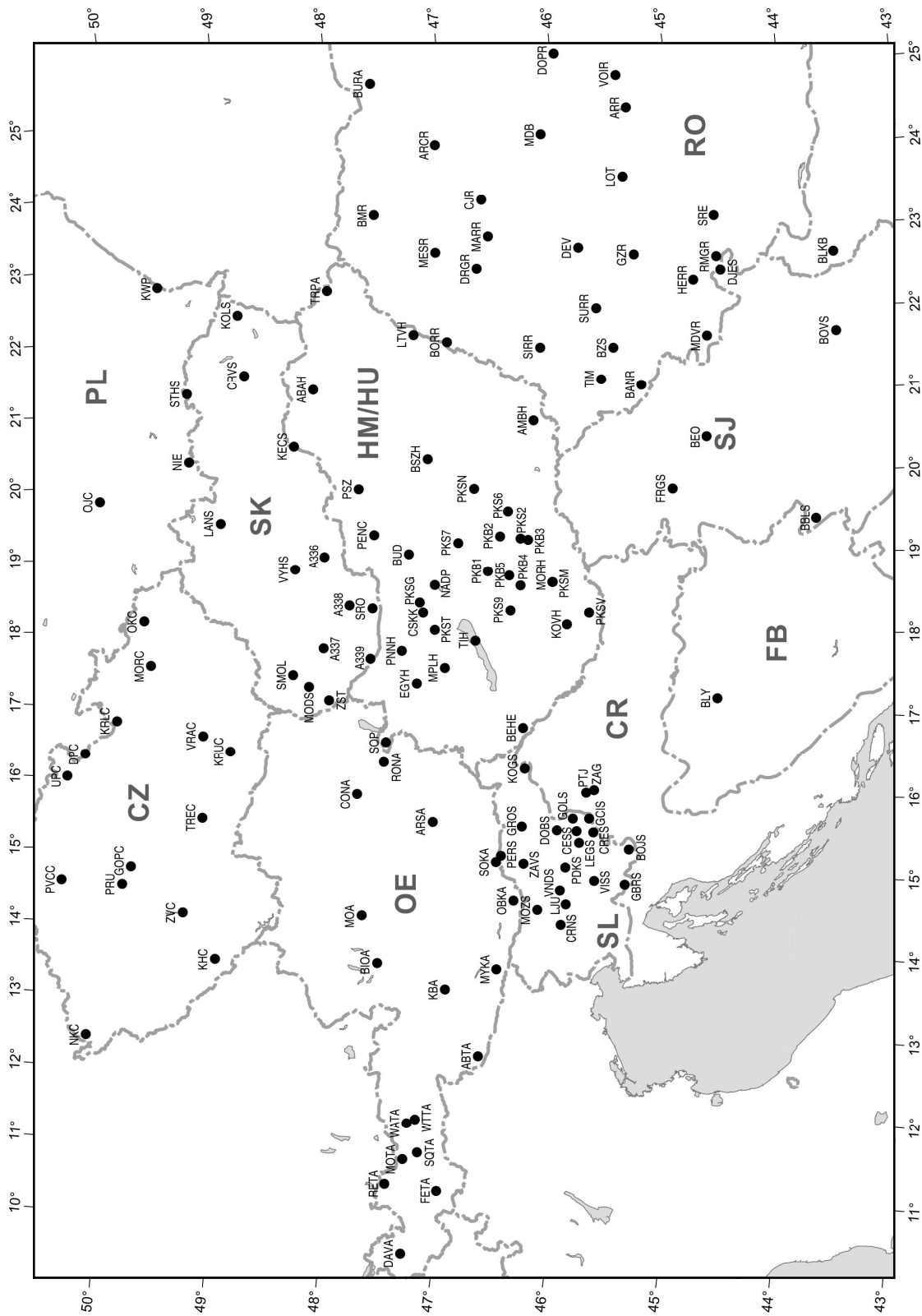
** Működés kezdete / Open date: 2018.03.01.

- (1) 3C – 3 komponenses szeizmométer / three component seismometer
SP – rövid periódusú szeizmométer / short period seismometer
BB – széles sávú szeizmométer / broad band seismometer
- (2) STS-2 / STS-2.5 – Streckeisen széles sávú szeizmométer / Streckeisen broadband seismometer
CMG-40T – Güralp rövidperiódusú szeizmométer / Güralp short period seismometer
CMG-3T – Güralp széles sávú szeizmométer / Güralp broad band seismometer
TC20-PH2 – Nanometrics Trillium széles sávú lyukszeizmométer /
Nanometrics Trillium Compact Posthole broadband seismometer
LE-3D – Lennartz 3 komponenses 1Hz-es geofon / Lennartz three directional 1Hz geophone
- (3) PS-6-24 – Earth Data digitalizáló / Earth Data digitizer
CMG-DM24S3-EAM – Güralp adatgyűjtő / Güralp data acquisition module
SeisComp – GEOFON Seismological Communication Processor
CTR-3 – Nanometrics Centaur adatgyűjtő / Nanometrics Centaur data acquisition module
MARS-88MC – Lennartz adatgyűjtő / Lennartz data acquisition system
- (4) GGI – MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet / Geodetic and Geophysical Institute, MTA CSFK
GR – GeoRisk Földrengés Mérnöki Iroda Kft. / GeoRisk Earthquake Engineering Ltd.
GEOFON – GEOFON Program GFZ Potsdam / GEOFON Program GFZ Potsdam
MFGI – Magyar Földtani és Geofizikai Intézet / Geological and Geophysical Institute of Hungary



2.1. ábra Szeizmológiai állomások Magyarországon 2018-ban (részletek: 2.1. Táblázat)

Figure 2.1. Seismograph stations in Hungary in 2018 (See Table 2.1. for details)



2.2. ábra A hipocentrum meghatározáshoz használt szeizmológiai állomások

Figure 2.2. Seismograph stations used for hypocenter determination

2.2. Táblázat HUN-RENG virtuális szeizmológiai hálózathoz felhasznált fizikai hálózatok
Table 2.2. Physical networks used in HUN-RENG virtual seismic network

Hálózat kódja* Network code*	Az üzemeltető hálózat Operating network
CU	CariUSGS Caribbean Network USGS, Golden, CO
CZ	Czech Seismic Network Geophysical Institute, Czech Academy of Sciences
FB	Seismic Network of Federation of Bosnia and Herzegovina
GE	GEOFON GEOForschungsNetz (Geo Research Network)
GT	Global Telemetered Southern Hemisphere Network USGS Albuquerque Seismological Laboratory
HM	GeoRisk Earthquake Engineering, Hungary
HU	Hungarian National Seismological Network Institute of Geodesy and Geophysics, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences
II	IRIS/IDA Network University of California, Scripps Institute of Oceanography
IU	IRIS/USGS Network USGS Albuquerque Seismological Laboratory
JP	Japan Meteorological Agency Seismic Network Japan Meteorological Agency Seismic, Tokyo Japan
MK	Seismological Observatory Skopje, Republic of Macedonia (MK)
MN	MEDNET Istituto Nazionale di Geofisica, Italy
MY	Malaysian National Seismic Network Malaysian Meteorological Service
NZ	New Zealand National Seismograph Network Institute of Geological & Nuclear Sciences, Wellington, New Zealand
OE	Austrian Seismic Network ZAMG - Central Institute for Meteorology and Geodynamics
PL	Polish Seismological Network Polish Academy of Sciences, Warsaw
RO	Romanian Seismic Network National Institute for Earth Physics, Romania
SJ	Serbian Seismological Network Seismological Survey of Serbia
SK	Slovak National Seismic Network Geophysical Institute, Slovak Academy of Sciences
SL	Slovenia Seismic Network Slovenia Geological Survey, Ljubljana

*FDSN (International Federation of Digital Seismograph Networks) kód

