

2.

FÖLDRENGÉS MEGFIGYELŐ ÁLLOMÁSOK MAGYARORSZÁGON

2015-ben 24 állandó szeizmográf állomás működött Magyarországon. Az állomások közül tízet a GeoRisk Földrengés Mérnöki Iroda Kft., tizennégyet pedig az MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet (MTA CSFK GGI) üzemeltetett (2.1. Táblázat és 2.1. ábra).

Szélessávú állomások

Az év folyamán 13 szélessávú szeizmológiai állomás működött (AMBH, BEHE, BSZH, BUD, 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, EGYH, LTVH és TIH állomásokon Güralp CMG-3T szeizmométer és Güralp CMG-DM24S3-EAM adatgyűjtő egység található. Mindegyik állomás internet összeköttetéssel rendelkezik, így az adatok közel valós időben, egy erre a célra kifejlesztett protokoll (SeedLink) felhasználásával jutnak el az adatközpontba, ahol a feldolgozás és archiválás történik. Az adatközpontban az adatok átlagos késése a valós időhöz képest 10 másodperc körüli.

Rövidperiódusú állomások

A 11 rövidperiódusú 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) az érzékelő három Kinometrics SS-1 rövidperiódusú szeizmométer, az adatgyűjtő itt is Güralp CMG-DM24S3-EAM, szintén folyamatos regisztrálással. Mindegyik rövidperiódusú állomás internet összeköttetéssel rendelkezik.

GeoRisk adatközpont (www.foldrenges.hu)

Az összes mérőállomáson regisztrált adatot egy felhő alapú adatközpontban gyűjtjük és dolgozzuk fel. 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 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- (talajnyugtalanság) viszonyokat feltételezve a magyarországi szeizmológiai hálózat jelenlegi észlelési képessége $M_L=1.0-2.0$ magnitúdó körül van. Az ország középső részén kissé alacsonyabb, a határok környékén kissé magasabb az érzékenységi küszöb. Ez azt jelenti, hogy a lakosság által érzékelt valamennyi rengést a hálózat nagy valószínűséggel detektálja.

2.

SEISMOGRAPH STATIONS IN HUNGARY

In 2015, there were 24 permanent seismograph stations running in Hungary. Ten of the permanent stations were operated by GeoRisk Earthquake Engineering Ltd. and fourteen 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 stations

Thirteen broadband stations (AMBH, BEHE, BSZH, BUD, 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. Four stations (AMBH, EGYH, LTVH and TIH) are equipped with Güralp CMG-3T seismometer and Güralp CMG-DM24-S3-EAM data acquisition module. All stations are accessible via internet in support of near real time data transfer. The average data latency at these stations is typically less than 10 s. SeedLink protocol is used for data collection and all continuous data is archived in the Data Centre.

Short period stations

Ten of the eleven short period stations 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. Continuous data are recorded at each short period station. All stations are accessible via internet.

GeoRisk Data Centre (www.foldrenge.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.foldrenge.hu.

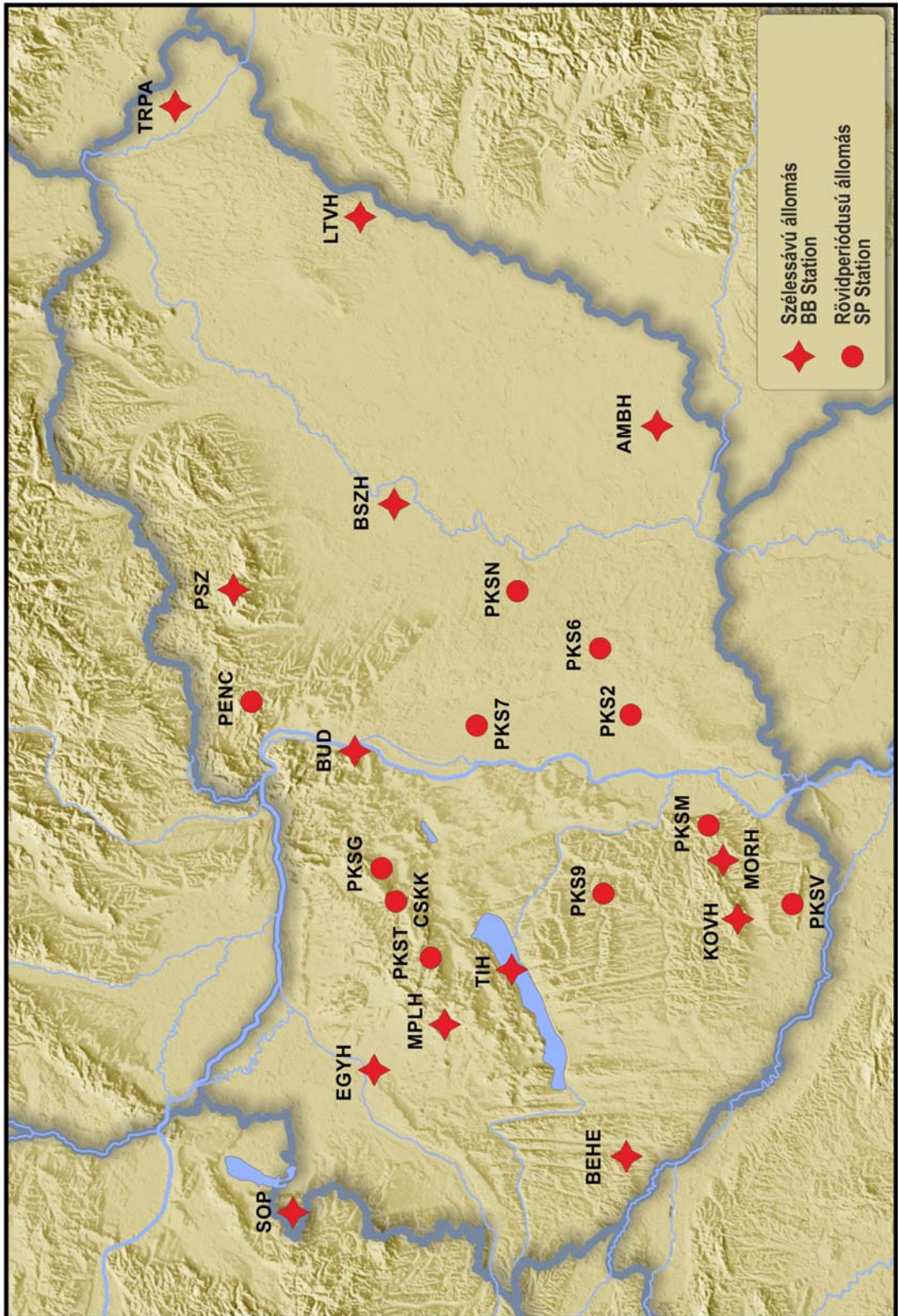
The estimated detection capabilities of the present network with average noise conditions, supposing that at least four stations is needed for origin determination, is typically around 1.0-2.0 M_L , somewhat lower in the middle of the country and a little higher towards the border regions. This means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

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) |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------|--|--|--|-----------------------|
| 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 SP | SS-1 | 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 | mészkö 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 |
| 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 |
| 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 |
| 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 | mészkö limestone | 3C SP | CMG-40T | CMG-DM24S3- EAM | 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 |

- (1) 3C – 3 komponensű 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 broad band seismometer
CMG-40T – Güralp rövidperiódusú szeizmométer / Güralp short period seismometer
CMG-3T – Güralp széles sávú szeizmométer / Güralp broad band seismometer
SS-1 – Kinemetrics SS-1 rövidperiódusú szeizmométer / Kinemetrics SS-1 short period seismometer
 - (3) PS-6-24 – Earth Data digitalizáló / Earth Data digitizer
CMG-DM24S3-EAM – Güralp adatgyűjtő / Güralp data acquisition module;
SeisComP – GEOFON Seismological Communication Processor
 - (4) GGI – MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet / Geodetic and Geophysical Institute, MTA CSFK
GR – GeoRisk Földrengés Mérnöki Iroda Kft. / GeoRisk Earthquake Engineering Ltd.
MFGI – Magyar Földtani és Geofizikai Intézet / Geological and Geophysical Institute of Hungary
- (*) Működés kezdete / Open date: 2015/03/03



2.1. ábra Szeizmológiai állomások Magyarországon 2015-ben (részletek: 2.1. Táblázat)

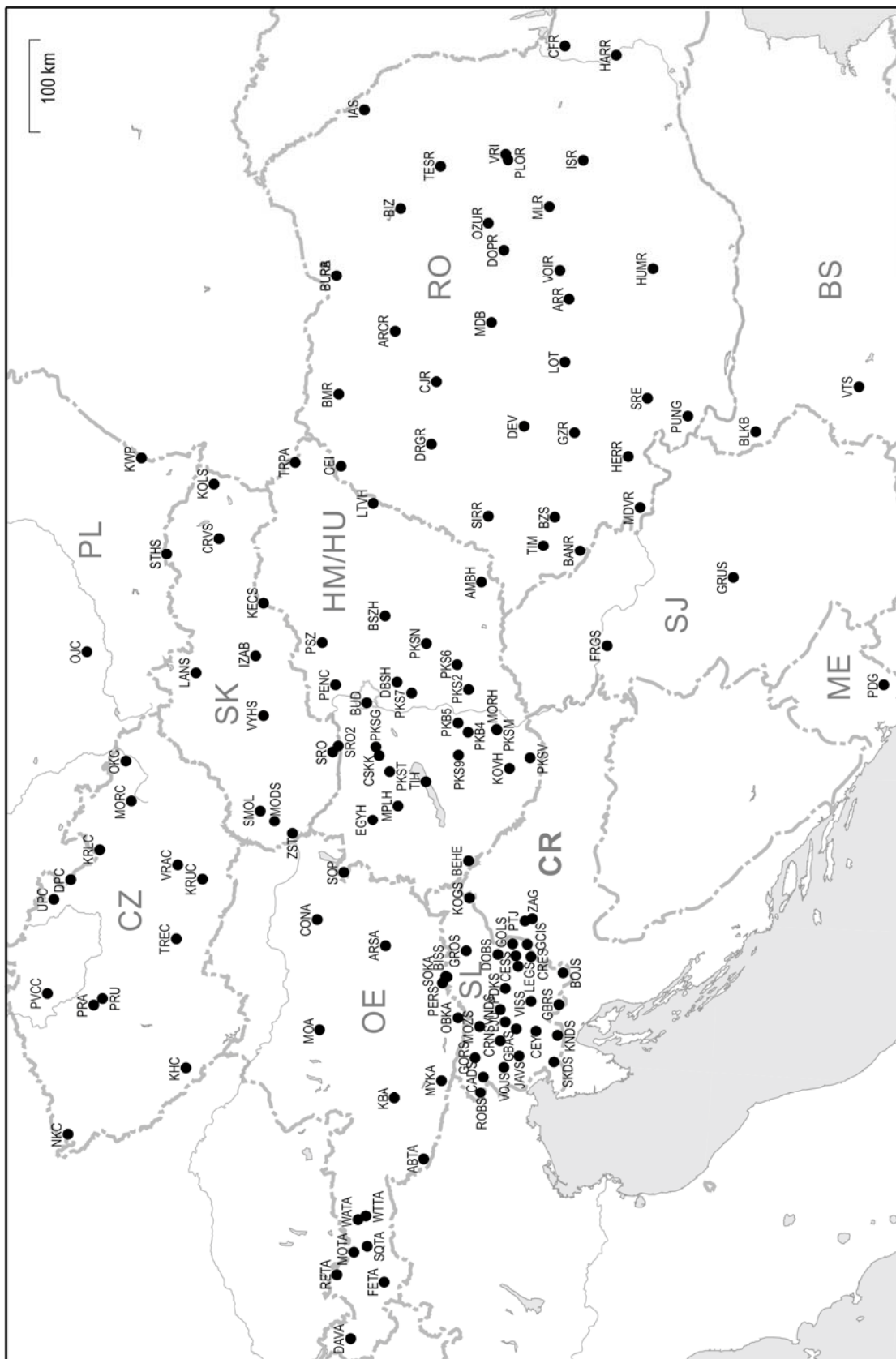
Figure 2.1. Seismograph stations in Hungary in 2015 (See Table 2.1. for details)

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).

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.foldrenges.hu). The present configuration of the *HUN-RENG* virtual seismic network is shown in Table 2.2.



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 |
| 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