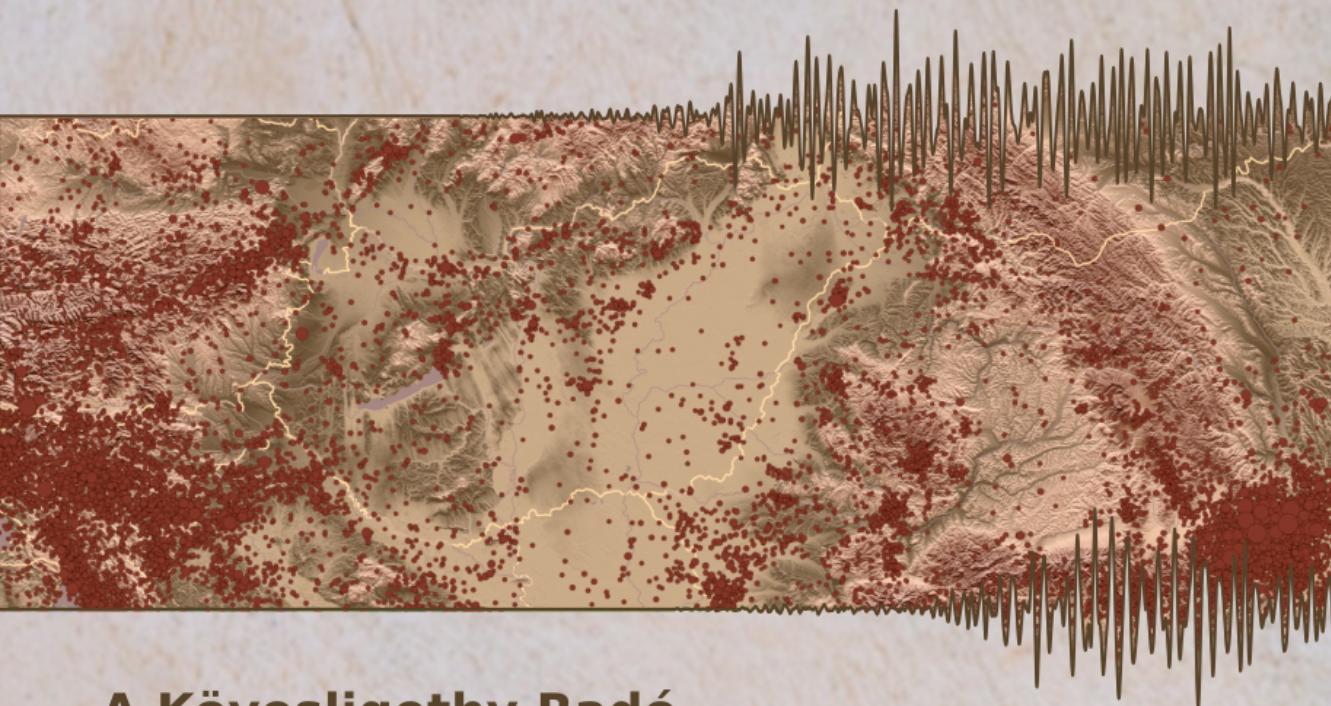




Epicentrum



2022



**A Kövesligethy Radó
Szeizmológiai
Obszervatórium
évkönyve**

Epicentrum

2022

A Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatórium
évkönyve

Közreműködők/Szerzők:

Győri E. (szerk.), Czanik Cs., Czece B., Czifra T., Fodor Cs., Gribovszki K.,
Gyarmati A., Kalmár D., Kiszely M., Süle B., Timkó M., Varga P., Wéber Z.

HUN
REN



Földfizikai és
Űrtudományi
Kutatóintézet

HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet
Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatórium
Budapest
2024

Hivatkozás:

Gyóri E. (szerk.), Czanik Cs., Czece B., Czifra T., Fodor Cs., Gribovszki K., Gyarmati A., Kalmár D., Kiszely M., Süle B., Timkó M., Varga P., Wéber Z. 2024:
Epicentrum 2022, A Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatórium Évkönyve,
HUN-REN FI Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatórium, Budapest, 72 o.

A kiadványban szereplő adatok, ábrák, táblázatok a forrásműre való megfelelő hivatkozás mellett szabadon felhasználhatók.

Felelős kiadó: Dr.Kovács István János
megbízott igazgató
HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet
9400 Sopron, Csatkai E. u. 6-8.

ISSN 2939-6085 (nyomtatott)
ISSN 2939-6077 (online)

A kiadvány megjelenését a Petőfi Kulturális Ügynökség FIT-SN-2021-0016.
számú pályázati támogatása tette lehetővé.

Tartalomjegyzék

Előszó	5
A Magyar Nemzeti Szeizmológiai Hálózat <i>Süle Bálint</i>	6
Infrahangállomás Pizskés-tetőn <i>Czanik Csenge</i>	9
Lokális események <i>Süle Bálint</i>	10
Magyarország területén érezhető földrengések 2021-ben <i>Győri Erzsébet</i>	22
A Földön keletkezett $M \geq 7$ magnitúdójú földrengések 2021-ben <i>Kiszely Márta, Győri Erzsébet</i>	24
Reális a földrengésveszély Magyarországon? <i>Wéber Zoltán</i>	32

Előszó

Kiadványunk, a HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatóriumának évkönyve, 2024-ben a harmadik alkalommal jelenik meg.

Célunk, hogy közérthető módon, rövidítve, de mégis szakmai igényességgel bemutassuk az adott évben az intézetünk által működtetett állomáshálózatot, az országban és közvetlen környezetében keletkezett földrengéseket. Beszámolunk arról, hogy ezek közül melyek voltak hazánkban is érezhetőek, és hogy hol keletkeztek nagy földrengések a Földön az adott évben.

2022 szeizmológiai szempontból egy viszonylag csendes év volt. A rengések száma mind világviszonylatban, mind hazánkban kevesebb volt, mint az előző évben. Magyarország területén 7 földrengést érzékelt a lakosság, közülük 6 keletkezett Magyarországon, egy Bosznia-Hercegovina területén. A legnagyobb, 3,4-es magnitúdójú hazai földrengés április 22-én, a Nyugat-Dunántúlon, Iván közelében pattant ki.

Kiadványunkat abban a reményben adjuk közre, hogy általa számos hasznos információhoz juttathatjuk a földrengések iránt érdeklődő olvasókat.

Azoknak, akik részletesebb szakmai információkat szeretnének kapni a régió földrengéseiről, ajánljuk a honlapunkon megtalálható, Magyar Nemzeti Szeizmológiai Bulletinünket (http://www.seismology.hu/data/src/bulletins/HNSB_2022_hu.pdf).

A Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatórium munkatársai

A Magyar Nemzeti Szeizmológiai Hálózat

SÜLE BÁLINT

A 2022-es év második felében a Kövesligethy Radó Szeizmológiai Observatórium négy új állomást telepített az ország keleti felén az AdriaArray nemzetközi projekt keretében. A korábbi években telepített és a PACASE (Pannonian-Carpathian-Alpine Seismic Experiment) projekt részeként működő 26 szélessávú ideiglenes állomás folytatta működését, az év második felében szintén az AdriaArray projekt keretében. Az ország területén ekkora kiterjedésben, ilyen sűrűségű szeizmológiai állomáshálózat még nem működött. A hálózat által szolgáltatott adatok mennyisége és minősége korábban nem megvalósítható szeizmológiai kutatásoknak ad alapot.

Az 1. és 2. táblázat tartalmazzák a Magyar Nemzeti Szeizmológiai Hálózat állandó és ideiglenes állomásainak jellemzőit. Elhelyezkedésüket az 1. ábra mutatja. Az állomások egyéb paraméterei (pontos műszerezettség, működési időszak) megtalálható a Magyar Nemzeti Szeizmológiai Bulletin 2022-es kötetében.

Az 1. és 2. táblázat tartalmazzák a Magyar Nemzeti Szeizmológiai Hálózat állandó és ideiglenes állomásainak jellemzőit. Elhelyezkedésüket az 1. ábra mutatja. Az állomások egyéb paraméterei (pontos műszerezettség, működési időszak) megtalálható a Magyar Nemzeti Szeizmológiai Bulletin 2022-es kötetében.

1. táblázat. A Magyar Nemzeti Szeizmológiai Hálózat permanens állomásainak jellemzői 2022-ben

	Kód	Helység	Szélesség	Hosszúság	Magasság	Szervezet ^a
Állandó állomások	ABAH	Abaújkér	48,2961	21,2397	195	FI
	AMBH	Ambrózfalva	46,3501	20,7258	88	FI
	BEHE	Becsehely	46,4706	16,7757	289	FI
	BSZH	Besenyszög	47,2996	20,2670	82	FI
	BUD	Budapest	47,4831	19,0201	195	FI
	CSKK	Csókakő	48,3631	18,2605	319	FI
	EGYH	Egyházaskesző	47,4163	17,3319	129	FI
	KOVH	Kővágótöttös	46,0883	18,0999	270	FI
	LTVH	Létavértes	47,3849	21,9007	121	FI
	MORH	Mórág	46,2149	18,6435	135	FI
	MPLH	Magyarpolány	47,1712	17,5348	337	FI
	PSZ	Piszkéstető	47,9181	19,8933	940	GEOFON-FI
	SOP	Sopron	47,6807	16,5567	260	FI
	TIH	Tihany	46,9001	17,8878	189	SZTFH-FI
	TRPA	Tarpa	48,1304	22,5391	113	FI

^aMűködtető szervezet: FI - Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, Magyarország; GEOFON - GEOFON Global Seismic Network, GFZ, Németország; SZTFH - Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága, Magyarország

2. táblázat. A Magyar Nemzeti Szeizmológiai Hálózat ideiglenes állomásainak jellemzői 2022-ben

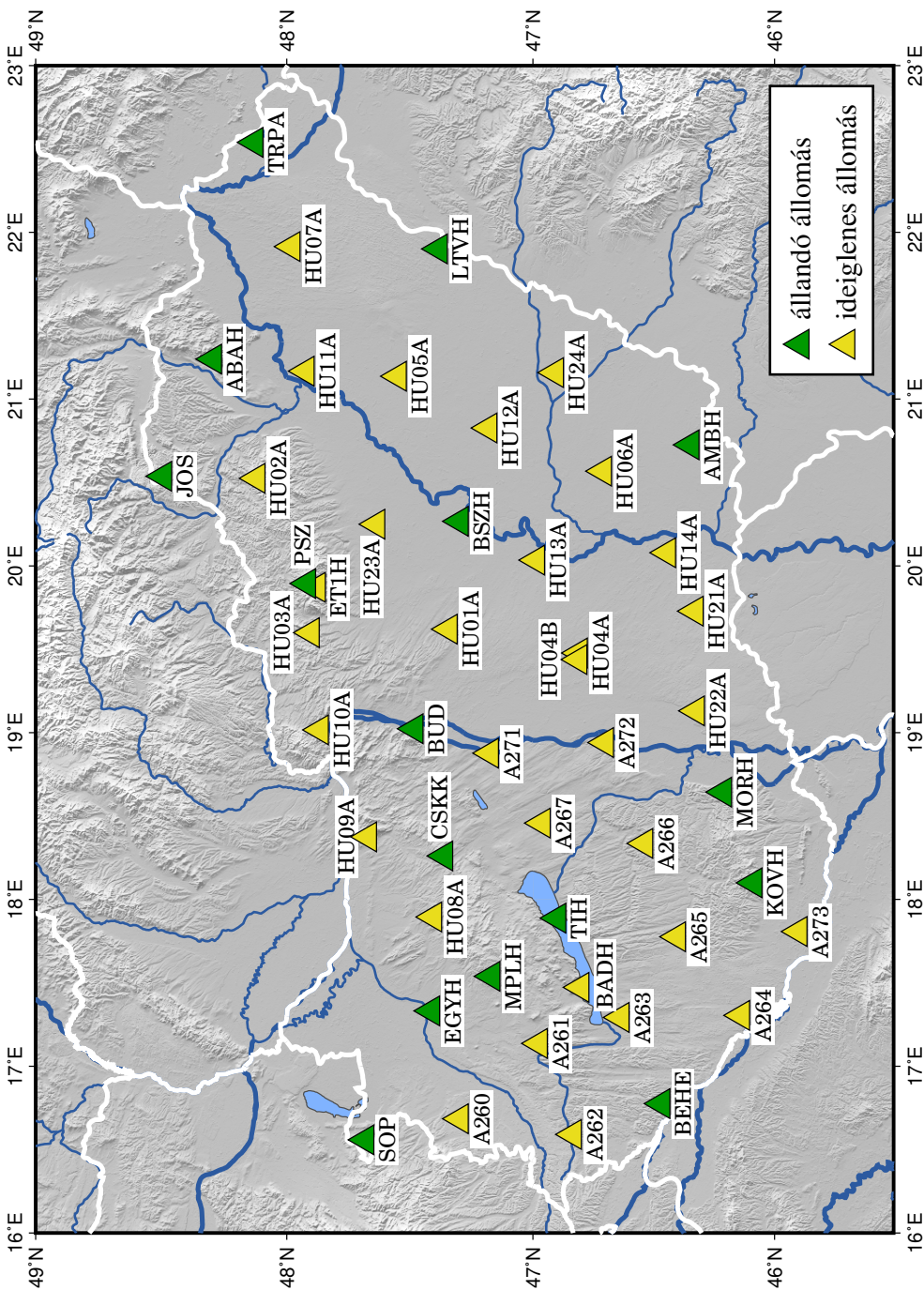
	Kód	Helység	Szélesség	Hosszúság	Magasság	Szervezet ^a
PACASE - AdriaArray	A260A	Vassurány	47,2834	16,7056	243	DSEBRA-FI
	A261A	Óhíd	46,9520	17,1486	171	DSEBRA-FI
	A262A	Szaknyér	46,8642	16,5276	240	DSEBRA-FI
	A263A	Hollád	46,6408	17,3149	165	DSEBRA-FI
	A264A	Tarany	46,1597	17,2897	143	DSEBRA-FI
	A265A	Kaposfüred	46,4245	17,7954	151	DSEBRA-FI
	A266A	Gyulaj	46,5256	18,2647	219	DSEBRA-FI
	A267A	Kálóz	46,9463	18,4820	116	DSEBRA-FI
	A271A	Ivánca	47,1547	18,8341	165	DSEBRA-FI
	A272A	Bölcske	46,7444	18,9654	170	DSEBRA-FI
	A273A	Marócsa	45,9163	17,8161	100	DSEBRA-FI
	HU01A	Pánd	47,3447	19,6203	151	FI
	HU02A	Szentlélek	48,1222	20,525	760	FI
	HU03A	Ecseg	47,9039	19,5997	175	FI
	HU04A	Ágasegyháza	46,8123	19,4784	116	FI
	HU04B	Ágasegyháza	46,8138	19,4386	120	FI
	HU05A	Hortobágy	47,5514	21,1376	91	FI
	HU06A	Eperjes	46,7123	20,5675	79	FI
	HU07A	Apagy	47,9811	21,9143	118	FI
	HU08A	Réde	47,6386	18,3824	195	FI
	HU09A	Baj	47,4313	17,9238	201	FI
	HU10A	Szokolya	47,8452	19,0186	152	FI
	HU21A	Pusztamérges	46,3329	19,729	163	DSEBRA-FI
	HU22A	Érsekhalma	46,3278	19,1311	135	DSEBRA-FI
HU23A	Bernáthegy	47,6389	20,2496	158	DSEBRA-FI	
HU24A	Bélmegyer	46,9099	21,159	120	DSEBRA-FI	
JOS	Jósvafő	48,4955	20,5374	288	FI	
Egyéb	BADH	Badacsonytördemic	46,8053	17,4726	158	FI
	ET1H	Gyöngyösoroszi	47,8791	19,8713	400	RMKI-FI

^aMűködtető szervezet:

FI - Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, Magyarország

DSEBRA - German Seismological Broadband Array, Németország

RMKI - Rézecske- és Magfizikai Intézet, Wigner Fizikai Kutatóközpont, Magyarország



1. ábra. A Magyar Nemzeti Szeizmológiai Hálózat permanens és ideiglenes állomásai 2022-ben

Infrahangállomás Pizskés-tetőn

CZANIK CSENGE

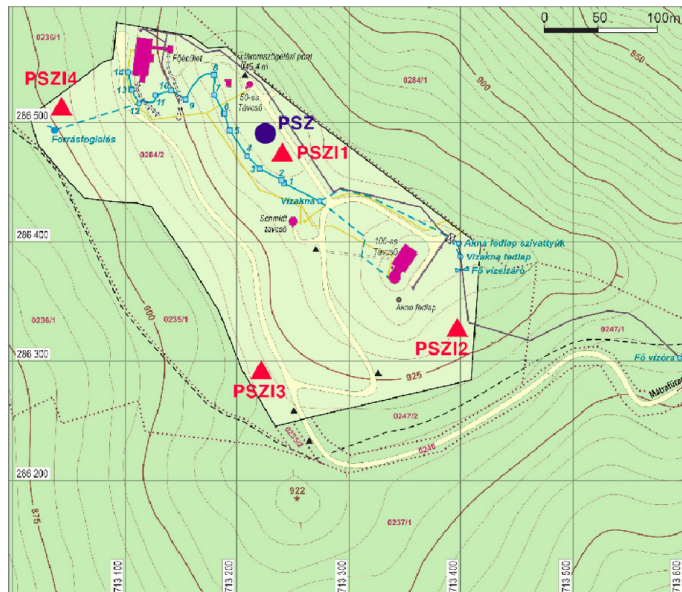
A Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatórium a Mátrában található Pizskés-tetőn, egy állandó szeizmológiai állomás (PSZ) mellett egy infrahangállomást (PSZI) is működtet.

Az infrahangot - mint a levegőben terjedő alacsony frekvenciájú nyomásváltozást - mikrobarométerekkel érzékeljük. Egy infrahangállomás mindig több mikrobarométerből áll. Az egyes elemekhez a beérkező jelek időeltolódással érkeznek, ami alapján becsülhető a forrás iránya és a látószög sebesség.

A Pizskés-tetőn működő infrahang-

állomás egy közepes, körülbelül 250 méter apertúrájú, négy elemből álló műszercsoport, az egyes elemek elhelyezkedését az 1. ábra mutatja.

Az infrahangállomás fontos szerepet tölt be a robbantások és a földrengések elkülönítésében. A felszíni robbantások (pl. bányarobbantások), a földrengésekkel ellentétben infrahangjelet is keltenek, ezek érzékelése hatékony kiegészítése a szeizmikus megkülönböztető módszereknek. Az infrahangos kutatásokról bővebb információ a www.infrasound.hu oldalon található.



1. ábra. A Pizskés-tetői állomás térképe. A piros háromszögek a négy mikrobarométert, a kék kör a szeizmométert jelölik.

Lokális események

SÜLE BÁLINT

A 2022-es évben 1937 eseményt detektált a Magyar Nemzeti Szeizmológiai Hálózat a 45,5-49,0°É szélességi és 16,0-23,0°K hosszúsági körök által határolt területen belül. Ezek közül 475 földrengés, 1462 pedig robbantás volt. Paramétereik megtalálhatók a Magyar Nemzeti Szeizmológiai Bulletin 2022-es kötetében. Jelen kiadvány keretein belül csak a földrengéseket mutatjuk be az 1. táblázatban és az 1. ábrán.

Az 1. táblázat *Hely* oszlopában magyarországi földmozgások esetében az epi-

centrumhoz legközelebb eső település neve, míg külföldi eseményeknél az adott ország elnevezése szerepel.

Az év folyamán az ország határain belül nem keletkezett erősebb földrengés. A detektált események magnitúdója 0,4 és 3,4 között változott. A legerősebb, 3,4-es erősségű rengés a Győr-Moson-Sopron megyei Iván és Répcelak térségében pattant ki.

Az országhatáron kívül Horvátországban és Ausztriában keletkezett nagy számú földrengés.

1. táblázat. A Magyar Nemzeti Szeizmológiai Hálózat által detektált földrengések paramétereai 2022-ben (ϕ : szélesség, λ : hosszúság, H : mélység, magnitúdó: lokális magnitúdó (ML)).

	Dátum	idő	ϕ (°É)	λ (°K)	H (km)	ML	Hely
1	2022.01.02	18:33:52.2	46.008	16.914	2.3	2.0	Horvátország
2	2022.01.03	00:28:28.3	45.810	17.128	0.2	2.0	Horvátország
3	2022.01.04	00:26:27.5	47.341	18.182	5.2	0.9	Balinka
4	2022.01.06	23:26:12.1	45.748	21.642	0.0	2.2	Románia
5	2022.01.07	10:27:05.4	46.472	16.292	11.0	-	Horvátország
6	2022.01.08	16:02:19.1	46.455	16.215	7.1	1.7	Szlovénia
7	2022.01.08	16:08:08.4	46.456	16.198	8.0	2.2	Szlovénia
8	2022.01.09	05:42:02.7	46.054	16.874	11.1	2.1	Horvátország
9	2022.01.09	12:27:03.7	45.514	16.101	0.0	2.1	Horvátország
10	2022.01.09	12:35:45.5	45.756	16.942	0.6	2.4	Horvátország
11	2022.01.14	09:04:32.3	47.833	16.280	0.0	1.0	Ausztria
12	2022.01.14	23:03:06.2	47.748	16.065	2.0	2.8	Ausztria
13	2022.01.15	02:07:35.7	46.477	16.231	0.0	1.8	Szlovénia
14	2022.01.15	02:40:23.8	46.425	16.315	11.0	-	Horvátország
15	2022.01.15	19:21:55.9	47.817	16.270	4.7	0.8	Ausztria
16	2022.01.16	21:52:58.0	47.942	16.452	11.0	1.2	Ausztria
17	2022.01.16	22:36:41.6	47.772	16.230	11.0	1.0	Ausztria
18	2022.01.17	18:56:18.6	46.825	16.556	9.7	1.9	Csőde
19	2022.01.18	00:30:06.5	47.838	16.274	0.0	0.8	Ausztria
20	2022.01.19	05:05:19.5	47.854	16.261	5.1	1.4	Ausztria
21	2022.01.19	10:45:08.3	47.788	16.238	11.0	0.9	Ausztria
22	2022.01.19	16:34:58.2	47.762	16.214	11.0	0.8	Ausztria

	Dátum	idő	ϕ (°É)	λ (°K)	H (km)	ML	Hely
23	2022.01.19	17:17:08.4	45.969	17.072	8.9	2.9	Horvátország
24	2022.01.19	18:33:36.4	47.926	16.427	6.4	1.6	Ausztria
25	2022.01.20	00:14:50.0	47.809	16.216	9.0	-	Ausztria
26	2022.01.20	01:20:00.4	47.797	16.238	9.0	-	Ausztria
27	2022.01.20	06:22:48.6	47.775	16.259	9.0	-	Ausztria
28	2022.01.20	07:54:52.7	47.808	16.219	9.0	-	Ausztria
29	2022.01.20	19:08:24.3	47.831	16.268	0.0	1.6	Ausztria
30	2022.01.20	21:15:57.6	47.816	16.265	1.1	0.9	Ausztria
31	2022.01.21	00:54:48.6	48.026	20.518	0.0	1.4	Répáshuta
32	2022.01.21	03:57:29.7	47.841	16.246	0.0	1.0	Ausztria
33	2022.01.21	18:19:27.3	46.067	18.855	10.0	-	Nagybaracska
34	2022.01.22	03:41:50.2	47.784	16.243	9.0	0.8	Ausztria
35	2022.01.22	07:54:32.7	47.827	16.212	9.0	1.1	Ausztria
36	2022.01.22	09:09:21.3	47.786	16.259	11.0	-	Ausztria
37	2022.01.22	09:21:35.5	47.845	16.309	11.0	-	Ausztria
38	2022.01.22	09:59:42.9	47.854	16.273	3.8	1.2	Ausztria
39	2022.01.22	10:24:20.6	47.839	16.245	3.0	1.3	Ausztria
40	2022.01.22	11:04:53.1	47.779	16.244	11.0	0.7	Ausztria
41	2022.01.22	13:38:11.0	47.819	16.275	0.0	0.7	Ausztria
42	2022.01.22	13:43:18.1	47.769	16.222	11.0	0.6	Ausztria
43	2022.01.22	13:59:02.7	47.800	16.228	9.0	0.8	Ausztria
44	2022.01.22	14:30:12.0	47.830	16.271	0.0	0.8	Ausztria
45	2022.01.22	16:53:18.1	47.813	16.282	0.0	0.7	Ausztria
46	2022.01.22	17:50:23.8	47.790	16.245	12.5	0.8	Ausztria
47	2022.01.22	18:41:14.5	46.083	21.585	15.0	1.0	Románia
48	2022.01.22	21:54:20.4	47.825	16.267	3.3	0.7	Ausztria
49	2022.01.22	23:24:27.1	47.792	16.229	9.0	-	Ausztria
50	2022.01.23	00:05:54.0	47.803	16.226	9.0	0.6	Ausztria
51	2022.01.23	03:45:16.5	47.822	16.263	9.0	0.6	Ausztria
52	2022.01.23	04:17:28.9	47.814	16.251	9.0	0.8	Ausztria
53	2022.01.23	17:14:29.5	47.828	16.269	8.0	1.5	Ausztria
54	2022.01.23	18:19:28.1	45.922	17.025	8.3	2.0	Horvátország
55	2022.01.23	20:14:41.1	47.817	16.263	3.7	1.0	Ausztria
56	2022.01.23	20:27:06.5	47.797	16.224	9.0	0.9	Ausztria
57	2022.01.24	05:53:01.8	47.781	16.231	11.0	-	Ausztria
58	2022.01.24	06:35:54.1	47.818	16.289	3.9	1.0	Ausztria
59	2022.01.24	11:16:52.9	47.805	16.222	6.4	1.6	Ausztria
60	2022.01.24	13:03:30.7	47.941	16.232	0.0	1.1	Ausztria
61	2022.01.25	15:16:21.1	47.804	16.283	11.0	1.0	Ausztria
62	2022.01.26	19:21:49.3	47.966	16.980	20.7	1.8	Ausztria
63	2022.01.26	21:14:09.2	47.786	16.231	11.0	0.8	Ausztria
64	2022.01.28	00:20:22.7	47.841	16.257	5.2	0.9	Ausztria
65	2022.01.28	00:33:53.5	47.829	19.295	16.1	1.2	Nézsza
66	2022.01.28	02:40:28.2	47.723	16.214	14.0	0.8	Ausztria
67	2022.01.28	03:07:49.6	47.704	16.208	15.1	0.8	Ausztria
68	2022.01.30	06:24:17.8	45.688	18.105	0.0	2.0	Horvátország

	Dátum	idő	ϕ (°É)	λ (°K)	H (km)	ML	Hely
69	2022.01.30	16:54:13.5	48.016	19.411	0.2	1.3	Iliny
70	2022.02.01	11:31:00.7	48.313	22.297	0.0	2.0	Lónya
71	2022.02.01	14:17:21.1	46.483	16.298	8.0	1.9	Horvátország
72	2022.02.02	08:47:03.1	47.844	16.303	0.0	1.4	Ausztria
73	2022.02.02	22:04:42.0	47.845	16.263	2.2	1.0	Ausztria
74	2022.02.03	04:28:44.4	47.824	16.285	0.0	0.8	Ausztria
75	2022.02.03	04:35:29.0	47.848	16.406	0.0	1.0	Ausztria
76	2022.02.03	05:26:33.6	47.774	16.242	11.0	0.6	Ausztria
77	2022.02.03	06:04:38.4	47.835	16.281	0.0	0.6	Ausztria
78	2022.02.03	07:26:21.1	47.860	16.284	0.0	-	Ausztria
79	2022.02.04	08:34:22.5	47.836	16.281	2.6	1.1	Ausztria
80	2022.02.04	13:55:12.6	47.838	16.267	3.5	1.7	Ausztria
81	2022.02.04	23:11:16.2	47.773	16.229	11.0	-	Ausztria
82	2022.02.05	00:31:13.9	47.847	16.299	0.0	0.9	Ausztria
83	2022.02.05	01:37:57.4	47.758	16.249	11.0	-	Ausztria
84	2022.02.05	07:53:00.8	47.816	16.261	5.5	1.5	Ausztria
85	2022.02.05	08:16:05.5	47.764	16.243	11.0	-	Ausztria
86	2022.02.05	13:00:52.6	47.838	16.267	4.4	1.7	Ausztria
87	2022.02.05	18:33:59.5	47.839	16.283	5.6	1.5	Ausztria
88	2022.02.05	18:37:50.9	47.843	16.254	2.4	1.8	Ausztria
89	2022.02.05	18:52:21.4	47.785	16.325	11.0	-	Ausztria
90	2022.02.06	00:55:19.9	47.823	16.279	0.0	0.9	Ausztria
91	2022.02.06	01:25:19.9	47.850	16.279	0.0	2.3	Ausztria
92	2022.02.06	01:28:05.8	47.840	16.258	2.0	1.6	Ausztria
93	2022.02.06	01:30:57.9	47.811	16.245	0.0	-	Ausztria
94	2022.02.06	01:35:25.1	47.831	16.257	4.2	1.8	Ausztria
95	2022.02.06	02:31:17.7	47.743	16.199	11.0	-	Ausztria
96	2022.02.06	02:46:19.6	47.830	16.311	11.0	-	Ausztria
97	2022.02.06	03:34:53.3	47.764	16.244	11.0	-	Ausztria
98	2022.02.06	03:36:02.3	47.733	16.213	11.0	-	Ausztria
99	2022.02.06	04:00:02.2	47.995	20.442	6.8	1.6	Felsőtárkány
100	2022.02.06	04:15:13.7	47.737	16.272	11.0	-	Ausztria
101	2022.02.06	05:12:22.7	47.819	16.295	0.0	1.1	Ausztria
102	2022.02.06	06:00:36.7	47.809	16.223	9.0	-	Ausztria
103	2022.02.06	07:50:47.1	47.831	16.279	0.0	1.0	Ausztria
104	2022.02.06	11:43:40.8	47.822	16.291	0.0	0.8	Ausztria
105	2022.02.06	11:48:53.7	47.828	16.290	0.0	0.8	Ausztria
106	2022.02.06	15:01:57.2	47.788	16.239	11.0	-	Ausztria
107	2022.02.06	18:16:36.1	47.826	16.283	0.0	1.0	Ausztria
108	2022.02.06	18:23:35.7	47.834	16.268	0.0	0.9	Ausztria
109	2022.02.06	20:54:40.3	47.840	16.267	4.8	1.1	Ausztria
110	2022.02.06	23:23:47.0	47.785	16.226	9.0	-	Ausztria
111	2022.02.07	06:02:49.3	47.805	16.281	7.3	-	Ausztria
112	2022.02.07	16:35:20.9	47.803	16.261	9.0	1.0	Ausztria
113	2022.02.07	17:58:02.1	47.761	16.236	11.0	-	Ausztria
114	2022.02.08	00:24:16.5	45.518	16.470	5.6	2.1	Horvátország

	Dátum	idő	ϕ (°É)	λ (°K)	H (km)	ML	Hely
115	2022.02.08	06:39:26.0	47.822	16.279	0.0	1.1	Ausztria
116	2022.02.09	04:25:59.0	47.839	16.310	0.0	1.7	Ausztria
117	2022.02.09	05:07:52.0	47.819	16.268	3.6	1.2	Ausztria
118	2022.02.09	05:29:25.7	47.825	16.261	0.0	1.1	Ausztria
119	2022.02.09	07:29:43.6	46.876	22.843	0.4	1.7	Románia
120	2022.02.09	08:07:50.9	47.784	16.211	11.0	-	Ausztria
121	2022.02.09	08:23:53.2	47.813	16.252	4.0	1.1	Ausztria
122	2022.02.09	15:13:25.7	47.821	16.260	7.2	1.7	Ausztria
123	2022.02.09	20:29:51.6	47.853	16.285	0.0	2.2	Ausztria
124	2022.02.09	20:33:27.8	47.996	16.475	0.0	-	Ausztria
125	2022.02.10	04:53:29.6	47.822	16.247	5.7	1.6	Ausztria
126	2022.02.10	05:14:33.5	47.832	16.264	4.2	1.9	Ausztria
127	2022.02.10	13:59:33.6	47.784	16.206	11.0	1.0	Ausztria
128	2022.02.10	15:40:03.4	47.850	16.323	0.0	1.1	Ausztria
129	2022.02.10	17:22:58.2	47.852	16.268	1.6	1.8	Ausztria
130	2022.02.10	22:02:07.8	47.846	16.289	8.5	1.3	Ausztria
131	2022.02.10	23:02:02.3	47.775	16.296	11.0	-	Ausztria
132	2022.02.11	19:53:47.5	46.444	16.242	0.0	1.5	Szlovénia
133	2022.02.12	03:48:59.6	46.440	16.197	2.8	-	Szlovénia
134	2022.02.12	17:58:50.4	47.807	16.286	11.0	-	Ausztria
135	2022.02.12	19:23:24.5	47.825	16.253	5.1	1.0	Ausztria
136	2022.02.13	17:18:11.2	46.059	22.093	0.0	2.7	Románia
137	2022.02.13	17:47:21.6	47.784	16.227	9.0	-	Ausztria
138	2022.02.13	19:25:39.7	47.819	16.282	0.0	-	Ausztria
139	2022.02.13	23:10:23.9	47.831	16.321	11.0	-	Ausztria
140	2022.02.13	23:20:05.7	47.800	16.241	11.0	1.0	Ausztria
141	2022.02.13	23:48:24.6	47.751	16.258	11.0	-	Ausztria
142	2022.02.14	01:21:24.1	47.835	16.281	2.6	1.1	Ausztria
143	2022.02.14	01:53:28.1	47.832	16.261	5.5	1.7	Ausztria
144	2022.02.14	05:01:18.8	47.821	16.282	11.0	-	Ausztria
145	2022.02.14	16:16:11.5	47.817	16.289	12.0	1.4	Ausztria
146	2022.02.14	17:06:29.7	47.830	16.291	3.5	0.9	Ausztria
147	2022.02.14	17:39:43.8	47.815	16.293	0.0	0.8	Ausztria
148	2022.02.14	18:12:34.8	47.822	16.272	4.1	1.0	Ausztria
149	2022.02.14	18:18:48.0	47.824	16.277	3.8	0.8	Ausztria
150	2022.02.14	18:21:29.9	47.840	16.266	2.9	1.3	Ausztria
151	2022.02.14	20:03:52.1	47.784	16.235	11.0	-	Ausztria
152	2022.02.14	20:19:21.0	47.815	16.268	4.2	0.9	Ausztria
153	2022.02.14	20:26:53.1	47.849	16.293	5.4	1.0	Ausztria
154	2022.02.14	20:28:09.9	47.740	16.052	4.6	-	Ausztria
155	2022.02.14	21:08:21.7	47.748	16.305	11.0	-	Ausztria
156	2022.02.14	21:13:48.5	47.795	16.235	11.0	-	Ausztria
157	2022.02.15	00:43:36.4	47.814	16.252	7.1	0.8	Ausztria
158	2022.02.15	02:06:46.6	47.830	16.289	0.0	0.8	Ausztria
159	2022.02.15	02:48:10.3	47.840	16.256	3.2	2.1	Ausztria
160	2022.02.15	02:57:31.0	47.793	16.269	11.0	0.8	Ausztria

	Dátum	idő	ϕ (°É)	λ (°K)	H (km)	ML	Hely
161	2022.02.15	04:35:38.1	47.838	16.293	0.0	1.3	Ausztria
162	2022.02.15	07:21:51.8	47.790	16.232	11.0	1.0	Ausztria
163	2022.02.15	07:31:04.5	47.803	16.238	9.0	-	Ausztria
164	2022.02.15	08:27:30.0	47.780	16.218	11.0	-	Ausztria
165	2022.02.15	19:57:12.6	47.778	16.224	11.0	-	Ausztria
166	2022.02.15	23:07:34.6	47.313	18.332	3.5	1.3	Magyaralmás
167	2022.02.17	22:01:40.3	47.770	16.218	11.0	0.9	Ausztria
168	2022.02.18	06:56:00.5	47.844	16.214	9.0	-	Ausztria
169	2022.02.20	06:05:12.2	45.932	17.209	4.5	2.1	Horvátország
170	2022.02.21	15:45:10.6	47.905	16.408	0.0	1.4	Ausztria
171	2022.02.21	20:23:31.5	47.839	16.251	9.0	-	Ausztria
172	2022.02.22	09:29:02.2	48.224	22.138	35.0	2.0	Pap
173	2022.02.22	19:37:57.0	48.231	22.220	11.7	2.0	Újkenéz
174	2022.02.23	17:45:31.2	47.788	16.227	11.5	1.1	Ausztria
175	2022.02.24	12:47:34.7	45.536	16.075	0.0	2.4	Horvátország
176	2022.02.24	20:53:53.0	47.618	16.236	7.0	1.1	Ausztria
177	2022.02.25	11:01:28.9	46.156	16.018	9.0	1.8	Horvátország
178	2022.02.25	16:20:25.9	45.896	17.075	12.0	2.2	Horvátország
179	2022.02.25	18:26:13.0	47.938	16.445	11.0	1.5	Ausztria
180	2022.02.26	22:49:27.1	46.207	16.543	7.3	2.8	Horvátország
181	2022.02.28	08:49:44.6	48.021	19.966	4.2	2.0	Mátraterenye
182	2022.02.28	16:24:29.9	45.511	16.357	0.0	2.1	Horvátország
183	2022.02.28	21:45:52.2	47.817	16.279	0.0	0.8	Ausztria
184	2022.03.01	01:13:16.7	47.122	16.091	0.0	1.9	Ausztria
185	2022.03.01	02:26:17.5	46.457	17.703	9.5	1.7	Csombárd
186	2022.03.03	01:28:54.6	45.510	16.023	13.0	-	Horvátország
187	2022.03.05	22:02:29.8	45.568	18.311	0.0	2.2	Horvátország
188	2022.03.09	04:06:58.6	45.975	17.200	12.0	2.0	Horvátország
189	2022.03.09	17:54:52.5	45.503	16.202	13.0	-	Horvátország
190	2022.03.11	04:35:09.6	48.024	19.965	4.2	1.5	Mátraterenye
191	2022.03.11	11:48:17.8	47.017	22.211	0.6	2.3	Románia
192	2022.03.12	07:30:57.7	46.134	21.335	15.0	-	Románia
193	2022.03.12	11:39:03.1	47.002	19.556	3.8	2.1	Lajosmizse
194	2022.03.13	03:41:16.0	45.916	16.032	0.0	1.5	Horvátország
195	2022.03.13	06:53:29.7	45.903	16.026	9.0	1.3	Horvátország
196	2022.03.13	11:51:43.2	45.619	21.265	5.8	1.9	Románia
197	2022.03.15	00:33:22.6	47.799	16.243	11.0	-	Ausztria
198	2022.03.15	01:07:44.2	47.830	16.274	0.0	-	Ausztria
199	2022.03.15	04:31:02.8	47.821	16.296	0.0	-	Ausztria
200	2022.03.16	20:55:36.4	45.971	16.063	8.0	1.4	Horvátország
201	2022.03.18	05:44:02.0	47.816	16.287	0.0	-	Ausztria
202	2022.03.19	19:50:12.2	47.820	16.244	5.5	1.8	Ausztria
203	2022.03.20	03:16:50.0	47.952	16.406	6.0	2.4	Ausztria
204	2022.03.21	07:07:41.4	47.735	16.204	16.4	-	Ausztria
205	2022.03.21	18:05:20.9	47.746	18.314	12.0	1.3	Dunaalmás
206	2022.03.22	23:37:06.9	45.872	16.004	9.0	2.3	Horvátország

	Dátum	idő	ϕ (°É)	λ (°K)	H (km)	ML	Hely
207	2022.03.23	01:26:16.6	47.975	20.383	0.0	-	Felsőtárkány
208	2022.03.24	00:16:42.1	47.778	16.076	4.0	1.8	Ausztria
209	2022.03.25	20:30:13.9	45.711	20.466	16.0	-	Szerbia
210	2022.03.27	00:26:33.3	47.807	16.247	3.8	1.2	Ausztria
211	2022.03.27	11:14:28.1	48.249	21.552	10.0	-	Sárazsadány
212	2022.03.27	21:20:38.2	47.820	16.282	0.0	-	Ausztria
213	2022.03.29	19:24:28.1	47.938	20.103	0.0	0.7	Recsk
214	2022.03.30	09:56:43.5	47.934	16.289	11.0	-	Ausztria
215	2022.04.02	03:49:28.1	47.983	20.315	5.0	1.3	Szarvaskő
216	2022.04.02	08:22:08.0	45.602	16.046	5.0	1.7	Horvátország
217	2022.04.03	01:28:58.1	47.962	18.869	10.0	-	Perőcsény
218	2022.04.03	15:32:53.3	46.213	16.480	5.0	1.3	Horvátország
219	2022.04.03	17:23:14.9	46.234	16.561	5.0	-	Horvátország
220	2022.04.03	21:35:01.1	46.259	16.402	5.0	1.5	Horvátország
221	2022.04.03	21:45:49.7	45.644	18.698	8.0	1.3	Horvátország
222	2022.04.05	19:12:57.6	45.718	20.862	12.0	-	Románia
223	2022.04.05	23:54:12.4	45.585	16.067	5.0	2.2	Horvátország
224	2022.04.06	02:03:26.7	45.517	20.957	5.0	1.5	Románia
225	2022.04.06	08:53:42.6	48.745	19.976	15.3	1.5	Szlovákia
226	2022.04.06	13:53:53.9	47.754	16.329	17.0	1.1	Ausztria
227	2022.04.06	15:00:55.4	45.584	16.068	5.0	2.7	Horvátország
228	2022.04.06	17:04:03.3	48.700	19.271	7.5	2.4	Szlovákia
229	2022.04.09	00:26:56.4	46.015	20.845	17.3	1.9	Románia
230	2022.04.11	02:01:03.7	47.993	19.977	10.9	-	Mátraballa
231	2022.04.11	04:03:15.7	48.003	19.999	5.0	1.1	Mátraballa
232	2022.04.12	04:11:42.4	45.725	21.773	2.9	2.0	Románia
233	2022.04.14	12:03:07.2	47.815	18.373	5.1	1.8	Szlovákia
234	2022.04.14	14:45:50.9	45.730	21.737	7.2	1.6	Románia
235	2022.04.14	23:43:39.2	46.156	17.772	9.0	1.1	Somogyhárság
236	2022.04.15	00:00:39.9	46.152	17.773	14.2	1.1	Somogyhárság
237	2022.04.17	15:17:01.9	48.940	21.955	7.9	1.6	Szlovákia
238	2022.04.18	09:38:35.2	45.543	16.106	13.0	-	Horvátország
239	2022.04.18	19:55:47.1	47.120	19.749	8.0	1.9	Csemő
240	2022.04.20	01:45:31.7	45.513	16.297	5.0	2.0	Horvátország
241	2022.04.23	03:26:56.8	47.846	16.298	11.0	-	Ausztria
242	2022.04.24	06:21:28.8	45.684	17.436	11.1	2.5	Horvátország
243	2022.04.27	00:27:38.3	45.887	21.220	35.0	1.6	Románia
244	2022.04.28	01:26:09.7	46.165	19.160	10.0	1.3	Csávoly
245	2022.04.28	08:48:01.1	47.703	16.139	10.6	1.5	Ausztria
246	2022.04.29	22:51:25.4	48.053	20.752	3.5	1.2	Kisgyőr
247	2022.05.01	20:46:30.9	48.920	22.042	5.0	1.6	Szlovákia
248	2022.05.04	10:28:41.3	47.843	16.266	5.6	0.8	Ausztria
249	2022.05.05	16:24:46.4	47.557	18.105	1.0	-	Csép
250	2022.05.05	23:03:29.2	47.201	17.656	6.7	1.2	Németbánya
251	2022.05.06	19:10:47.5	45.504	16.067	6.5	3.4	Horvátország
252	2022.05.07	16:11:40.9	47.923	20.471	3.0	1.4	Noszvaj

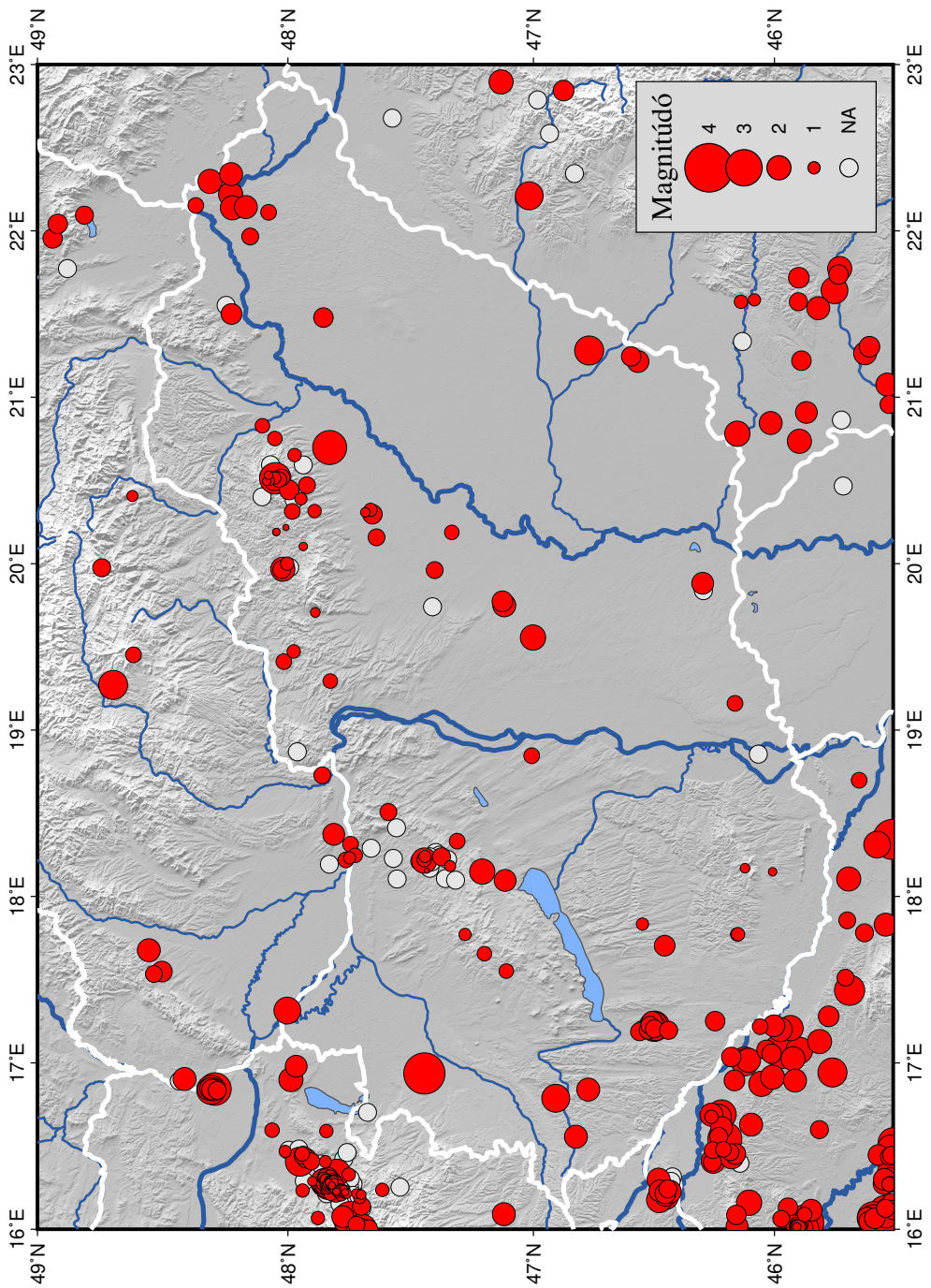
	Dátum	idő	ϕ (°É)	λ (°K)	H (km)	ML	Hely
253	2022.05.08	05:04:06.3	46.436	16.226	4.6	1.9	Szlovénia
254	2022.05.08	15:49:08.3	46.140	21.573	5.6	1.1	Románia
255	2022.05.10	04:07:09.2	47.774	16.422	13.0	-	Ausztria
256	2022.05.11	23:31:23.2	47.420	18.217	9.0	-	Pusztavám
257	2022.05.13	07:32:43.8	46.248	17.251	7.6	1.6	Bolhás
258	2022.05.14	19:15:03.3	46.550	17.834	15.7	1.0	Ecseny
259	2022.05.15	16:29:08.4	45.906	16.015	5.0	0.7	Horvátország
260	2022.05.17	06:55:46.5	47.361	18.108	9.0	-	Nagyveleg
261	2022.05.18	13:45:22.9	46.178	16.435	5.6	2.0	Horvátország
262	2022.05.19	04:26:36.2	47.889	19.707	11.9	0.8	Pásztó
263	2022.05.19	20:39:41.1	45.516	16.437	5.0	1.5	Horvátország
264	2022.05.20	03:02:33.8	47.319	18.098	9.0	-	Bakonycernye
265	2022.05.21	07:27:20.7	47.210	18.150	5.7	2.1	Várpalota
266	2022.05.22	21:34:05.3	46.183	16.462	10.1	1.4	Horvátország
267	2022.05.22	23:35:44.5	46.163	16.452	4.8	1.7	Horvátország
268	2022.05.24	02:04:10.6	48.064	16.595	11.0	1.2	Ausztria
269	2022.05.26	23:05:18.0	46.430	16.288	5.0	-	Horvátország
270	2022.05.31	01:35:42.1	47.573	18.229	9.0	-	Kömlőd
271	2022.06.01	20:39:47.5	48.619	19.452	23.0	1.3	Szlovákia
272	2022.06.02	17:44:40.2	46.300	19.882	10.6	1.8	Zákányszék
273	2022.06.02	19:35:59.1	48.814	22.094	4.8	1.5	Szlovákia
274	2022.06.03	18:26:46.5	45.701	17.512	12.0	1.4	Horvátország
275	2022.06.04	17:52:58.3	45.600	21.303	11.8	1.7	Románia
276	2022.06.08	01:52:17.5	45.529	16.129	13.0	1.6	Horvátország
277	2022.06.10	03:09:43.2	47.692	16.005	7.0	-	Ausztria
278	2022.06.13	04:25:06.3	46.256	16.409	11.0	2.0	Horvátország
279	2022.06.13	14:33:31.9	45.816	21.536	5.8	1.9	Románia
280	2022.06.14	05:20:29.5	48.152	21.966	8.0	1.4	Gégény
281	2022.06.16	09:48:28.7	46.480	16.176	4.5	2.1	Szlovénia
282	2022.06.18	11:33:16.3	46.934	22.585	5.0	-	Románia
283	2022.06.18	22:03:39.4	45.869	16.040	7.3	3.0	Horvátország
284	2022.06.19	04:52:25.5	47.791	16.245	11.0	-	Ausztria
285	2022.06.20	19:08:44.0	48.011	16.468	11.0	1.0	Ausztria
286	2022.06.24	20:04:15.0	47.701	16.126	10.8	-	Ausztria
287	2022.06.25	06:08:35.5	47.728	18.247	8.4	1.2	Almásfüzitő
288	2022.06.25	07:18:46.8	47.833	18.194	10.0	-	Szlovákia
289	2022.06.25	16:32:23.5	46.123	18.170	0.2	0.8	Orfű
290	2022.06.26	04:45:21.7	46.007	18.149	5.0	0.7	Aranyosgadány
291	2022.06.26	20:34:07.6	45.873	16.089	3.5	1.2	Horvátország
292	2022.06.27	13:20:59.0	46.124	17.002	13.5	2.2	Horvátország
293	2022.06.28	01:29:24.5	47.686	20.308	5.6	0.8	Erdőtelek
294	2022.06.29	01:49:56.5	47.938	20.593	10.0	-	Cserépváralja
295	2022.07.05	04:37:23.8	47.766	18.220	5.2	1.3	Szlovákia
296	2022.07.16	00:21:41.6	46.221	16.690	10.9	2.4	Horvátország
297	2022.07.16	02:18:39.1	46.263	16.676	0.4	1.1	Horvátország
298	2022.07.16	03:03:39.8	46.233	16.674	5.5	2.1	Horvátország

	Dátum	idő	ϕ (°É)	λ (°K)	H (km)	ML	Hely
299	2022.07.17	01:15:59.1	46.264	16.688	11.0	1.9	Horvátország
300	2022.07.17	22:01:21.7	47.750	18.232	2.7	1.0	Almásfüzitő
301	2022.07.19	14:42:48.6	45.532	17.831	3.3	1.9	Horvátország
302	2022.07.20	23:21:56.8	47.861	18.728	11.0	1.4	Szlovákia
303	2022.07.21	00:42:38.1	48.370	22.152	12.9	1.3	Tiszabездéd
304	2022.07.23	16:00:55.2	47.446	16.936	11.6	3.4	Iván
305	2022.07.24	02:03:16.6	47.334	20.188	10.2	1.2	Jászládány
306	2022.07.24	02:20:55.8	45.904	16.022	5.0	1.6	Horvátország
307	2022.07.28	10:42:39.5	48.085	20.495	4.7	0.7	Répáshuta
308	2022.07.28	10:46:48.0	48.055	20.497	7.4	1.6	Répáshuta
309	2022.07.28	14:00:51.2	48.078	20.522	6.1	-	Répáshuta
310	2022.07.28	15:22:12.2	48.051	20.513	8.2	2.6	Répáshuta
311	2022.07.28	16:24:01.7	48.073	20.498	4.6	0.8	Répáshuta
312	2022.07.28	16:41:51.9	47.973	20.652	5.0	1.1	Sály
313	2022.07.28	17:59:04.8	48.067	20.512	8.8	-	Répáshuta
314	2022.07.28	20:36:29.6	48.055	20.506	4.1	-	Répáshuta
315	2022.07.29	05:44:51.3	48.053	20.515	6.6	1.0	Répáshuta
316	2022.07.29	06:29:53.2	46.982	22.787	17.0	-	Románia
317	2022.07.29	17:20:29.9	48.059	20.565	5.0	-	Répáshuta
318	2022.07.29	22:47:40.9	48.070	20.594	5.0	-	Bükkszentkereszt
319	2022.07.30	01:42:33.4	45.518	16.270	3.2	1.2	Horvátország
320	2022.07.30	20:57:59.1	48.078	22.112	8.4	1.3	Nyírkarász
321	2022.07.31	07:19:50.7	47.879	16.067	5.1	1.1	Ausztria
322	2022.07.31	16:03:05.5	46.180	17.036	8.2	1.6	Gyékényes
323	2022.08.01	16:48:25.9	47.761	16.461	11.0	-	Ausztria
324	2022.08.03	06:46:30.1	48.036	20.506	5.0	1.3	Répáshuta
325	2022.08.03	07:12:01.2	45.514	16.493	2.5	2.0	Horvátország
326	2022.08.05	17:38:06.9	48.078	20.531	10.0	0.7	Répáshuta
327	2022.08.06	11:28:47.7	45.507	16.156	5.0	1.6	Horvátország
328	2022.08.06	19:07:12.7	47.413	19.741	12.6	-	Nagykáta
329	2022.08.07	11:40:18.3	47.710	16.190	13.1	1.0	Ausztria
330	2022.08.07	18:13:34.3	45.580	16.028	13.0	-	Horvátország
331	2022.08.07	19:16:42.1	46.159	16.086	4.4	1.6	Horvátország
332	2022.08.09	09:47:48.9	45.532	16.125	13.0	1.5	Horvátország
333	2022.08.13	07:56:41.1	46.596	21.245	4.2	1.6	Gyula
334	2022.08.13	07:58:57.1	46.568	21.215	17.1	1.8	Kétegyháza
335	2022.08.13	08:44:51.0	48.040	20.533	5.0	-	Répáshuta
336	2022.08.14	13:28:58.8	48.104	20.401	5.0	-	Szilvásvárad
337	2022.08.16	11:53:03.5	46.220	16.611	4.9	1.8	Horvátország
338	2022.08.18	03:40:36.2	47.112	17.552	10.0	1.2	Ajka
339	2022.08.21	03:33:02.9	45.899	21.573	11.3	1.5	Románia
340	2022.08.21	18:43:13.1	47.901	16.289	7.8	0.8	Ausztria
341	2022.08.26	05:28:08.4	45.530	16.077	0.2	1.9	Horvátország
342	2022.08.27	00:39:59.7	45.884	16.007	4.5	1.8	Horvátország
343	2022.08.27	02:01:20.8	48.882	21.773	10.1	-	Szlovákia
344	2022.08.28	01:27:17.8	46.258	22.487	13.1	1.4	Románia

	Dátum	idő	ϕ (°É)	λ (°K)	H (km)	ML	Hely
345	2022.08.28	07:37:46.7	46.060	17.217	12.0	1.3	Horvátország
346	2022.08.29	12:05:30.8	47.007	18.846	10.0	1.3	Nagyvenyim
347	2022.08.29	22:19:21.4	47.830	16.316	8.4	1.1	Ausztria
348	2022.08.31	04:38:47.6	46.097	16.629	7.4	1.9	Horvátország
349	2022.09.01	01:07:26.6	45.901	16.036	3.2	1.7	Horvátország
350	2022.09.01	02:28:02.4	45.811	16.599	30.5	1.5	Horvátország
351	2022.09.01	18:57:56.6	45.525	21.076	6.3	1.9	Románia
352	2022.09.02	00:40:28.5	46.167	16.894	6.8	1.7	Horvátország
353	2022.09.03	18:17:05.9	47.869	16.392	14.6	-	Ausztria
354	2022.09.04	20:45:15.0	47.779	16.158	10.1	-	Ausztria
355	2022.09.06	19:20:30.3	47.803	16.340	11.3	2.2	Ausztria
356	2022.09.06	22:59:50.4	47.958	16.443	8.6	-	Ausztria
357	2022.09.16	15:17:33.4	47.702	16.001	3.1	2.5	Ausztria
358	2022.09.19	19:22:05.5	47.663	18.289	8.5	-	Tata
359	2022.09.19	19:26:42.0	45.531	16.098	13.0	2.9	Horvátország
360	2022.09.20	16:36:26.7	46.159	22.537	14.3	1.9	Románia
361	2022.09.21	15:45:02.0	45.608	16.070	1.9	1.7	Horvátország
362	2022.09.22	20:16:07.1	47.377	18.238	3.7	1.5	Mór
363	2022.09.23	12:29:22.6	47.641	20.158	13.2	1.4	Tarnaméra
364	2022.09.24	08:16:57.0	46.106	16.159	12.7	2.1	Horvátország
365	2022.09.27	01:11:30.3	45.536	16.020	5.0	1.9	Horvátország
366	2022.09.28	14:24:12.8	47.844	16.590	11.5	1.1	Ausztria
367	2022.09.29	13:20:04.0	46.441	17.195	5.0	1.5	Pat
368	2022.09.30	17:02:16.9	46.124	17.016	8.5	2.2	Horvátország
369	2022.09.30	17:12:19.3	45.500	16.116	3.7	1.6	Horvátország
370	2022.10.01	00:29:36.4	47.976	19.472	1.2	1.1	Herencsény
371	2022.10.02	05:52:53.0	48.294	16.843	5.3	2.7	Ausztria
372	2022.10.02	06:28:10.2	48.284	16.834	5.3	1.5	Ausztria
373	2022.10.02	08:17:35.1	48.308	16.838	6.0	2.4	Ausztria
374	2022.10.02	08:28:26.6	48.305	16.840	5.4	1.7	Ausztria
375	2022.10.02	08:34:04.2	48.300	16.840	5.3	1.9	Ausztria
376	2022.10.02	08:41:32.3	48.319	16.841	8.1	1.8	Ausztria
377	2022.10.02	08:54:50.3	48.307	16.859	5.0	-	Ausztria
378	2022.10.02	09:10:08.9	48.311	16.846	7.3	1.8	Ausztria
379	2022.10.02	09:10:34.6	48.310	16.857	5.0	-	Ausztria
380	2022.10.02	12:25:20.4	48.436	16.891	10.9	-	Szlovákia
381	2022.10.02	12:32:58.1	48.415	16.903	9.0	1.9	Szlovákia
382	2022.10.03	22:47:30.0	45.898	16.001	7.1	2.0	Horvátország
383	2022.10.04	18:27:35.5	45.507	16.444	8.5	1.5	Horvátország
384	2022.10.07	05:08:08.1	46.296	19.837	10.6	-	Zákányszék
385	2022.10.10	19:04:03.2	47.424	18.169	9.0	-	Pusztavám
386	2022.10.11	06:42:20.4	47.947	20.389	5.0	1.0	Felsőtárkány
387	2022.10.12	04:18:14.8	46.500	17.204	9.9	1.5	Somogysimonyi
388	2022.10.13	03:36:58.0	47.418	18.207	9.0	-	Pusztavám
389	2022.10.13	05:49:34.8	47.400	18.265	9.0	-	Pusztavám
390	2022.10.13	08:13:37.9	48.623	20.407	5.0	0.9	Szlovákia

	Dátum	idő	ϕ (°É)	λ (°K)	H (km)	ML	Hely
391	2022.10.15	21:50:56.2	47.465	18.212	5.0	-	Bokod
392	2022.10.17	23:31:58.0	46.258	16.475	22.6	1.4	Horvátország
393	2022.10.18	02:41:31.3	46.233	16.558	5.0	1.5	Horvátország
394	2022.10.18	16:12:00.2	47.385	18.248	7.3	-	Mór
395	2022.10.19	07:22:20.6	46.504	17.214	9.5	2.3	Somogysimonyi
396	2022.10.19	13:25:37.0	46.526	17.197	15.0	1.5	Zalakomár
397	2022.10.19	14:57:47.7	46.509	17.247	13.0	1.7	Nemesvid
398	2022.10.21	21:49:10.9	47.404	19.961	12.0	1.4	Jászboldogháza
399	2022.10.22	00:03:00.2	46.454	16.208	8.3	1.9	Szlovénia
400	2022.10.22	09:19:54.9	47.127	19.774	9.0	1.7	Nyársapát
401	2022.10.22	19:50:38.3	46.502	17.227	10.0	2.2	Somogysimonyi
402	2022.10.22	20:59:57.4	46.500	17.220	11.9	2.5	Somogysimonyi
403	2022.10.22	22:42:37.4	46.002	17.223	8.6	1.8	Horvátország
404	2022.10.22	23:34:58.1	46.562	17.187	21.5	1.5	Zalakomár
405	2022.10.22	23:51:24.4	46.519	17.226	9.3	1.5	Somogysimonyi
406	2022.10.23	07:00:33.5	46.550	17.199	14.0	-	Zalakomár
407	2022.10.24	05:20:00.1	48.169	22.143	10.8	1.9	Szabolcsbáka
408	2022.10.24	06:08:28.8	47.352	18.223	5.0	-	Mór
409	2022.10.24	09:27:15.6	47.790	16.153	6.6	-	Ausztria
410	2022.10.27	16:18:36.6	47.696	16.004	6.9	1.6	Ausztria
411	2022.10.27	16:42:25.5	47.686	16.021	12.0	-	Ausztria
412	2022.10.27	18:05:43.2	47.956	16.482	18.6	-	Ausztria
413	2022.10.28	03:49:53.1	48.538	17.534	4.7	1.4	Szlovákia
414	2022.10.30	11:56:50.2	45.562	16.446	10.0	1.7	Horvátország
415	2022.10.30	19:15:28.4	45.512	16.270	5.0	1.3	Horvátország
416	2022.10.31	03:06:53.4	45.502	18.343	11.8	3.3	Horvátország
417	2022.10.31	17:17:16.0	45.914	16.894	16.5	1.9	Horvátország
418	2022.11.02	09:30:04.6	46.497	17.206	9.7	2.0	Somogysimonyi
419	2022.11.03	03:46:43.3	48.558	17.677	5.9	1.9	Szlovákia
420	2022.11.03	19:53:39.2	45.846	16.114	5.0	1.8	Horvátország
421	2022.11.04	00:43:31.9	47.988	16.900	8.3	2.0	Ausztria
422	2022.11.05	12:04:17.8	47.678	16.703	12.2	-	Fertőboz
423	2022.11.06	07:14:45.3	47.560	18.412	10.0	-	Tatabánya
424	2022.11.07	12:34:11.1	46.144	16.397	11.0	-	Horvátország
425	2022.11.09	10:37:18.6	46.908	16.787	6.4	2.3	Kiskutas
426	2022.11.10	08:07:49.0	46.771	21.281	5.6	2.4	Doboz
427	2022.11.12	01:08:08.6	45.537	16.300	5.0	1.8	Horvátország
428	2022.11.13	09:24:06.0	45.903	16.014	5.0	1.2	Horvátország
429	2022.11.16	05:34:08.0	47.133	22.895	5.0	2.0	Románia
430	2022.11.16	23:09:49.5	47.666	20.323	11.3	1.1	Tenk
431	2022.11.17	09:44:41.1	48.229	22.341	14.1	1.9	Tiszaadony
432	2022.11.17	15:25:38.9	45.866	20.909	15.7	1.8	Románia
433	2022.11.19	06:26:11.8	45.907	16.015	1.9	1.2	Horvátország
434	2022.11.19	12:10:22.2	46.831	22.345	5.0	-	Románia
435	2022.11.19	15:59:09.8	45.899	16.013	5.0	1.2	Horvátország
436	2022.11.20	01:45:11.4	47.892	20.316	5.0	1.1	Egerszalók

	Dátum	idő	ϕ (°É)	λ (°K)	H (km)	ML	Hely
437	2022.11.20	12:52:36.8	45.895	20.735	11.0	2.0	Románia
438	2022.11.21	06:41:05.7	47.447	18.215	4.4	2.1	Pusztavám
439	2022.11.25	02:45:42.1	48.002	17.314	10.4	2.2	Szlovákia
440	2022.11.25	23:04:05.0	47.593	18.508	5.0	1.4	Tarján
441	2022.11.26	00:49:48.5	45.694	17.857	9.6	1.4	Horvátország
442	2022.11.26	07:58:57.0	48.506	17.549	5.8	1.7	Szlovákia
443	2022.11.26	15:42:01.6	47.722	16.027	6.8	1.4	Ausztria
444	2022.11.27	23:48:58.6	47.436	18.155	5.0	0.4	Bakonyársárkány
445	2022.11.28	20:21:45.4	46.033	17.078	5.0	1.6	Horvátország
446	2022.11.28	20:50:07.6	46.012	17.055	5.0	1.6	Horvátország
447	2022.12.01	10:12:41.2	45.943	16.130	5.0	1.6	Horvátország
448	2022.12.05	23:42:38.7	47.444	18.240	8.4	1.0	Pusztavám
449	2022.12.07	04:27:09.9	47.658	20.297	8.9	1.6	Erdőtelek
450	2022.12.07	10:48:21.5	46.774	16.839	10.4	1.9	Bocfölde
451	2022.12.09	19:25:13.3	47.674	16.003	11.3	1.5	Ausztria
452	2022.12.10	06:37:56.6	48.046	20.192	5.0	0.6	Tarnalelesz
453	2022.12.10	06:39:18.6	48.008	20.218	5.0	0.5	Hevesaranyos
454	2022.12.10	06:46:41.5	48.047	20.190	5.0	0.6	Tarnalelesz
455	2022.12.12	05:39:30.8	47.116	18.096	11.5	1.8	Vilonya
456	2022.12.15	06:37:11.4	47.281	17.772	5.0	1.0	Bakonybél
457	2022.12.15	08:31:00.8	45.539	16.275	5.0	1.8	Horvátország
458	2022.12.17	08:00:28.6	47.856	21.479	14.4	1.6	Hajdúnánás
459	2022.12.17	11:39:02.3	47.831	20.698	4.0	2.8	Mezőkeresztes
460	2022.12.17	18:42:54.6	46.155	20.780	5.1	2.1	Románia
461	2022.12.18	08:21:46.1	47.854	16.306	8.2	1.0	Ausztria
462	2022.12.19	07:33:41.2	47.719	16.105	7.0	-	Ausztria
463	2022.12.21	09:05:12.5	45.500	16.519	5.0	2.5	Horvátország
464	2022.12.21	17:58:29.1	45.898	21.718	5.8	1.7	Románia
465	2022.12.22	17:54:11.5	47.577	22.677	35.0	-	Románia
466	2022.12.23	12:08:23.6	45.772	17.279	15.0	1.7	Horvátország
467	2022.12.25	04:52:33.5	47.425	18.238	9.0	-	Pusztavám
468	2022.12.25	04:58:27.4	47.447	18.222	5.0	1.2	Pusztavám
469	2022.12.25	18:10:54.5	45.578	16.067	5.0	1.7	Horvátország
470	2022.12.26	02:13:19.7	45.621	17.781	0.0	1.5	Horvátország
471	2022.12.27	17:42:33.5	48.227	21.501	22.2	1.7	Viss
472	2022.12.27	23:19:24.3	48.103	20.829	5.2	1.2	Felsőzsolca
473	2022.12.29	04:07:36.6	47.546	16.253	7.0	-	Ausztria
474	2022.12.31	00:02:16.1	45.519	16.043	5.0	2.2	Horvátország
475	2022.12.31	04:35:25.6	46.109	17.016	7.7	2.0	Horvátország



1. ábra. Magyarországon és közvetlen környezetében keletkezett földrengések 2022-ben

Magyarország területén érezhető földrengések 2022-ben

GYÓRI ERZSÉBET

A 2022-es év folyamán Magyarország területén 7 földrengést érzékelt a lakosság (1. táblázat), amelyek közül 6 patant ki Magyarországon.

Márciusban a Boszniában keletkezett 6-os magnitúdójú földrengést érezték néhányan az ország DNy-i részén. A leg erősebb hazai, 3,4-es magnitúdójú földrengés július 23-án keletkezett a Győr-Moson-Sopron vármegyei Iván közelében. A további négy hazai rengés nem érte el a 3-as magnitúdót. Közülük egy a Bükkben Répáshuta, kettő Somogysimonyi, egy pedig a Zala-megyében található Kiskutas közelében keletkezett.

Az érezhető földrengések epicentrumainak helyszínei az 1. ábra térképén lát-

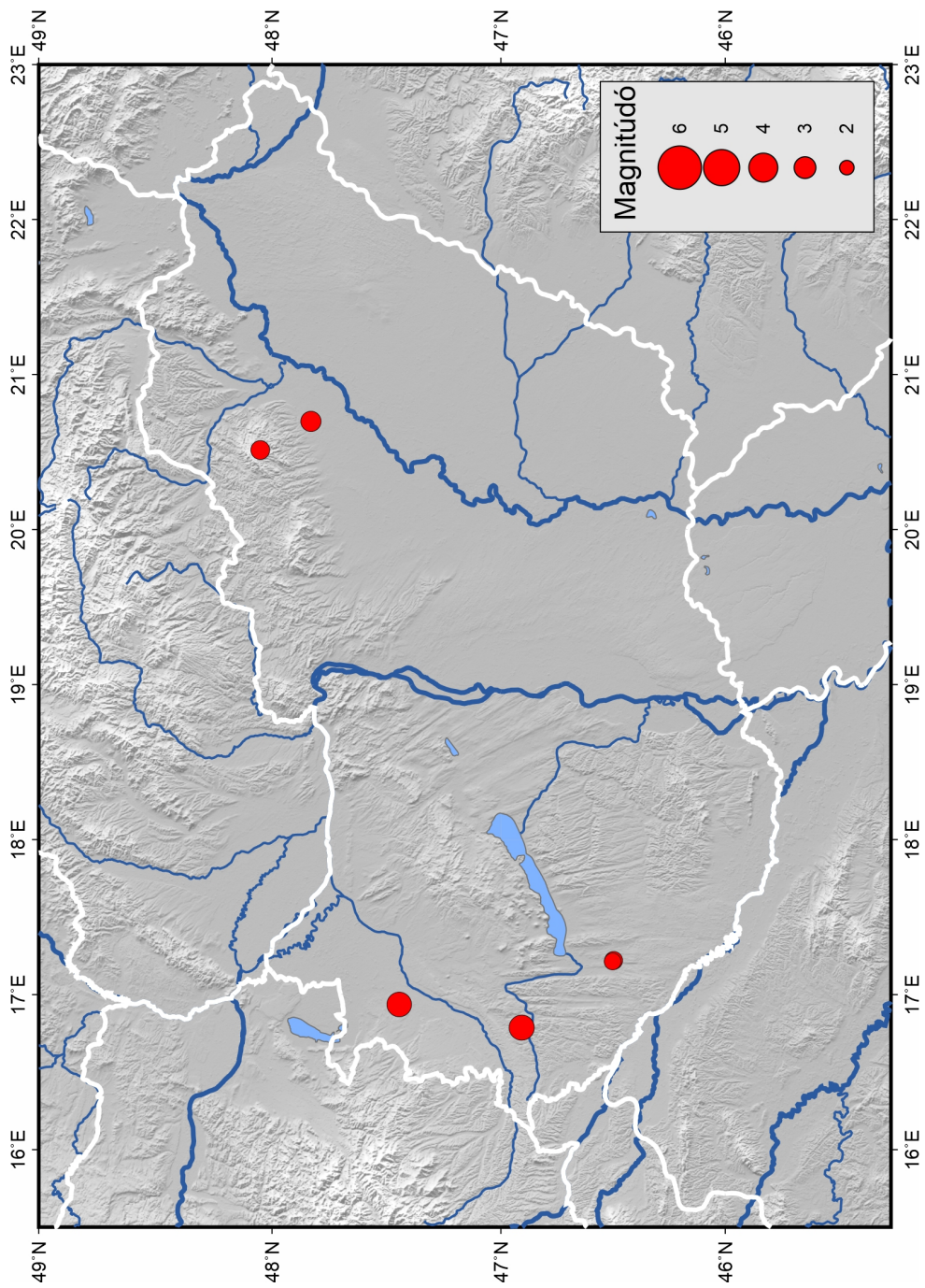
hatók.

Fészekparamétereiket és a hazánk területére érvényes maximális intenzitást az 1. táblázat mutatja.

A földrengések hatását az érintett településekre az obszervatórium honlapján található internetes kérdőívvel mértük fel. Az intenzitások meghatározása az Európai Makroszeizmikus Skála (EMS) (Grünthal, 1998) alapján történt. Az egyes településekre meghatározott intenzitás értékek a KRSZO honlapján (<http://www.seismology.hu/index.php/hu/szeizmicitas/foeldrengesek-evkoenye>), a Magyar Nemzeti Szeizmológiai Bulletin 2022-es kötetében található meg (Süle et al. 2023).

Dátum	Idő	ϕ (°É)	λ (°K)	Mélység (km)	Magnitúdó (ML)	Maximális intenzitás (EMS)
2022.04.22	21:07:49.3	42.9691	18.2508	7.0	6.0	II
2022.07.23	16:00:55.2	47.4463	16.9362	11.6	3.4	IV
2022.07.28	15:22:12.2	48.0507	20.5130	8.2	2.6	III
2022.10.19	07:22:20.6	46.5041	17.2138	9.5	2.3	II
2022.10.22	20:59:57.4	46.4999	17.2199	11.9	2.5	IV
2022.11.09	10:37:18.6	46.9078	16.7871	6.4	2.3	III-IV
2022.12.17	11:39:02.1	47.8313	20.6975	4.0	2.8	IV

1. táblázat. A magyar lakosság által érzékelt földrengések fészekparamétereit



1. ábra. A 2022-ben Magyarországon érezhető földrengések epicentrumai

A Földön keletkezett $M \geq 7$ magnitúdójú földrengések 2022-ben

KISZELY MÁRTA, GYŐRI ERZSÉBET

Jól ismert tény, hogy pusztító erejű földrengések ritkábban, kisebb rengések gyakrabban keletkeznek. A Földön erős ($6 \leq M < 7$) földrengések évente átlagosan 120 esetben, míg nagyon erős ($7 \leq M < 7,9$) rengések 18-szor fordulnak elő. Óriási, 8-asnál nagyobb magnitúdójú rengés évente átlagosan egyszer várható. Ekkora földrengés a 2022-es év során nem keletkezett, de 2021-ben három $M > 8$ -as rengés pattant ki, 2020-ban viszont nem volt egy sem.

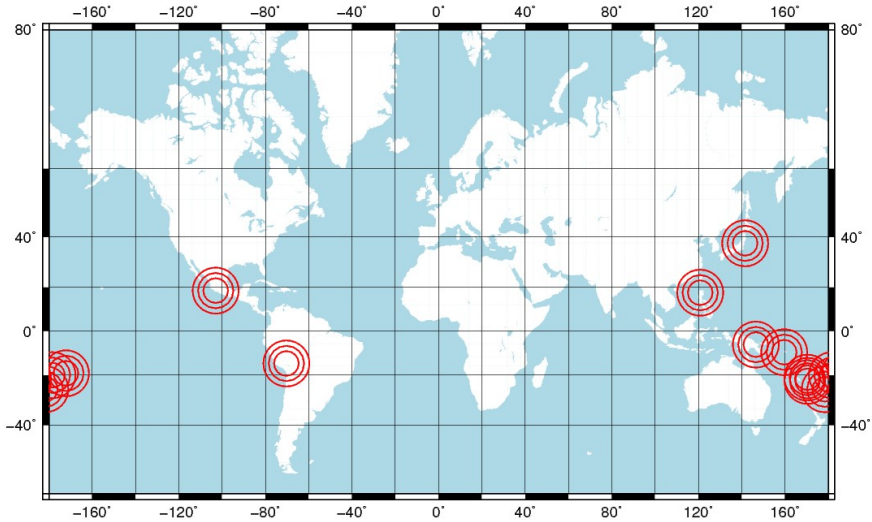
A 2022-es évben nagyon erős $M \geq 7$ földrengés 11 esetben történt, paramétereiket az 1. táblázat tartalmazza, keletkezési helyüket pedig az 1. ábra mutatja. A 2022-es év sokkal csendesebb volt, mint a 2021-es, amikor 19 ilyen erősségű földrengés fordult elő. Ezekon kívül 1599 $5 \leq M <$

5,9, és 116 $6 \leq M < 6,9$ magnitúdójú földrengést detektáltak a Föld szeizmometriai 2022-ben (Forrás: Egyesült Államok Földtani Intézete (USGS)). Az M magnitúdó ebben az esetben a momentum magnitúdót jelöli, ami fizikailag a legpontosabb kifejezése a rengések erősségének.

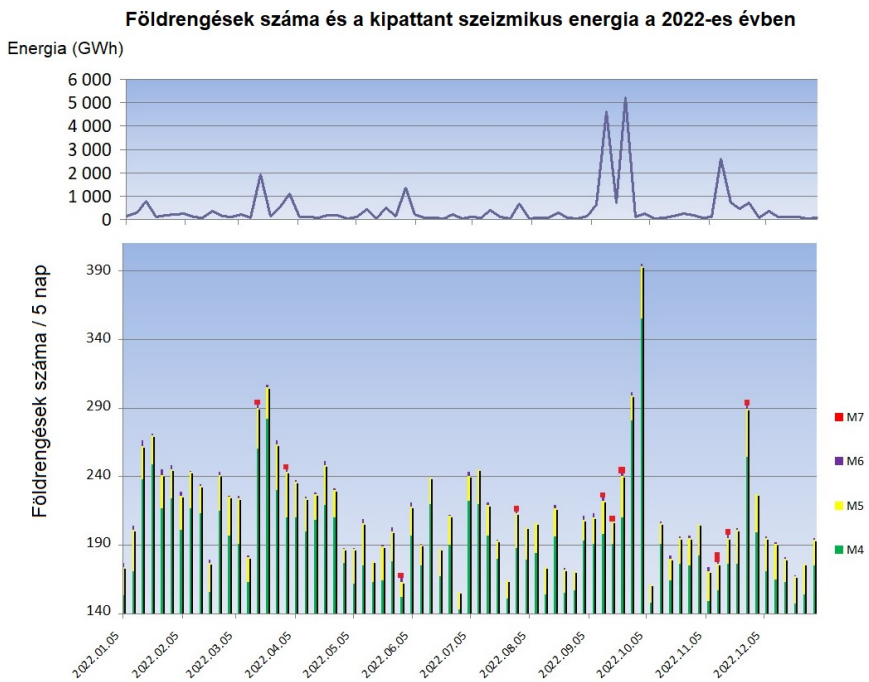
A földrengések méretét jellemző magnitúdóskála logaritmikus léptékű, azaz a skálán 1 fok eltérés kb. 33-szoros, 2 fok már 1000-szeres energiakülönbséget jelent. A 2. ábra a Földön a 2022-es év során kipattant $M \geq 4$ földrengések számát és a keletkezésük során felszabadult összes energiát mutatja, 5-naponként összegezve. Látható, hogy a földrengések során felszabadult energia túlnyomó részét az $M \geq 7$ földrengések adják (Lásd az ábra felső részét!).

	Dátum	Idő	ϕ (°É)	λ (°K)	Hely	Mélység (km)	Magnitúdó (Mw)
1	2022-03-16	14:36:30	37,71	141,57	Japán	41	7,3
2	2022-03-31	05:44:01	-22,58	170,34	Loyalty-szk.	10	7,0
3	2022-05-26	12:02:21	-14,90	-70,29	Peru	236	7,2
4	2022-07-27	00:43:26	17,52	120,81	Fülöp-szk.	33	7,0
5	2022-09-10	23:47:00	-6,29	146,50	Pápua Új-Guinea	116	7,6
6	2022-09-14	11:04:06	-21,19	170,26	Vanuatu	137	7,0
7	2022-09-19	18:05:08	18,45	-102,95	Mexikó	27	7,6
8	2022-11-09	09:51:04	-26,09	178,34	Fidzsi-szk.	660	7,0
9	2022-11-11	10:48:46	-19,28	-172,14	Tonga-szk.	37	7,3
10	2022-11-12	07:09:13	-20,11	-178,34	Tonga-szk.	579	7,0
11	2022-11-22	02:03:06	-9,82	159,60	Salamon-szk.	14	7,0

1. táblázat. A 2022-es évben a Földön kipattant $M \geq 7$ földrengések



1. ábra. A 2022-es évben kipattant $M \geq 7$ földrengések epicentrumai a Földön



2. ábra. A 2022-es-as évben kipattant $M \geq 4$ földrengések száma a Földön, és a keletkezésük során felszabadult energia

Az alábbiakban a 2022-es év néhány jelentősebb földrengését ismertetjük részletesebben.

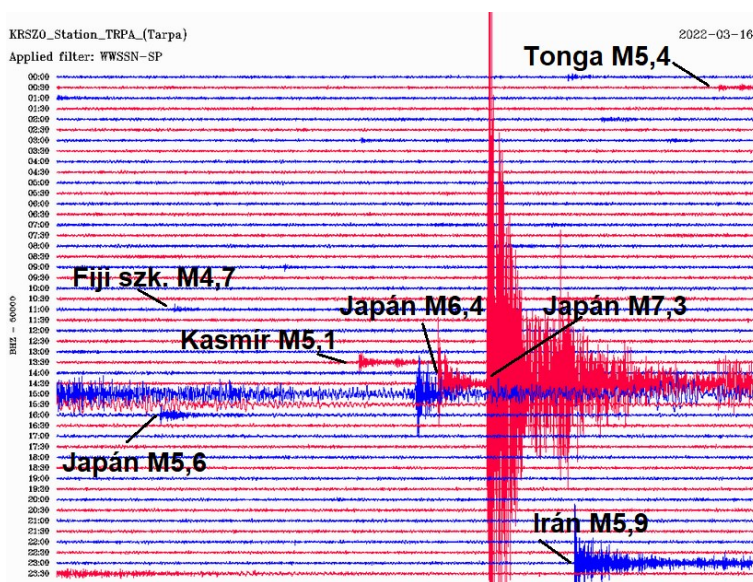
2022. március 16. - Japán M7,3

2022.03.16-án, helyi idő szerint 23:36-kor (14:36 UTC) erős, 7,3-as magnitúdójú földrengés keletkezett Japánban, Honshū keleti partja mellett 41 km mélyen, amit megelőzött 2 perccel korábban egy M6,4 erősségű, ún. előrengés. A földrengés főként Myagi és Fukushima prefektúrákat sújtotta, 3 ember halálát és 247 sérülését okozva. Utóbbi településen áll a fukusimai atomerőmű, amelyet 2011-ben kilenccses erejű földrengés rongált meg, a világ egyik legsúlyosabb nukleáris katasztrófáját okozva. A földmozgást sokan érezték, szökőárriadót is kiadtak, de végül csak egy 30 cm-es magasságú szökőár érte el a közeli partokat. A rengés nem csak Japán északi

részét, de szinte a keleti partvidék egészét, így Tokiót is megrázta. A vonatközlekedést egy időre felfüggesztették, a főváros egyes részein pedig több, mint 2 millió háztartás maradt áram nélkül egy időre.

A rengések a Csendes-óceáni-lemez és az Ohotszki-lemez találkozásánál keletkeztek, ahol a Csendes-óceáni lemez megközelítőleg 70 mm/év sebességgel mozog nyugat felé, és bukik az Ohotszki-lemez alá. Ezen a szubdukciós zónán pattant ki a 2011-es Tohoku földrengés (M9.0) és a történelmi feljegyzések, paleoszeizmológiai vizsgálatok alapján a múltban is előfordult több 8,5-nél nagyobb magnitúdójú földrengés. A 2022-es, 7,3 magnitúdójú rengés a törésvonal észak-déli irányú, 45 km-es felszakadását okozta. A főrengést számtalan utórengés követte.

2022.03.16-án még több nagy földrengés pattant ki szerte a Földön. Erről tanúskodik a 3. ábra, ami a Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegyében található tarpai (TRPA) szeizmológiai mérőállomásunk felvételét mutatja.



3. ábra. 2022.03.16-án kipattant jelentősebb földrengések a tarpai (TRPA) mérőállomás szeizmogramján



4. ábra. A Pápua Új-Guineában keletkezett földrengés miatt megcsúszott útszakasz (Fotó: AFP/APP)

2022. szeptember 11. – Pápua Új-Guinea M7,6

Az év mindkét legerősebb, 7,6-os magnitúdójú földrengése szeptemberben keletkezett, az egyik Pápua Új-Guineában, a másik Mexikóban.

Pápua Új-Guinea a világ egyik legaktívabb szeizmikus területe, ahol becslések szerint évente több mint 100 ötös vagy annál nagyobb magnitúdójú földrengés történik. A 2022-es év legerősebb földrengése szeptember 11-én következett be. A normál elmozdulásos földrengés mélysége 116 km volt, ennek ellenére a módosított Mercalli skálán mért intenzitása elérte a VIII-as fokozatot. A rengés az egész országban, sőt még a szomszédos Indonéziában is érezhető volt. Főként a bekövetkező földcsuszamlások következtében legkevesebb 21-en meghaltak és 42-en megsérültek. A rengés utáni légi felmérés során

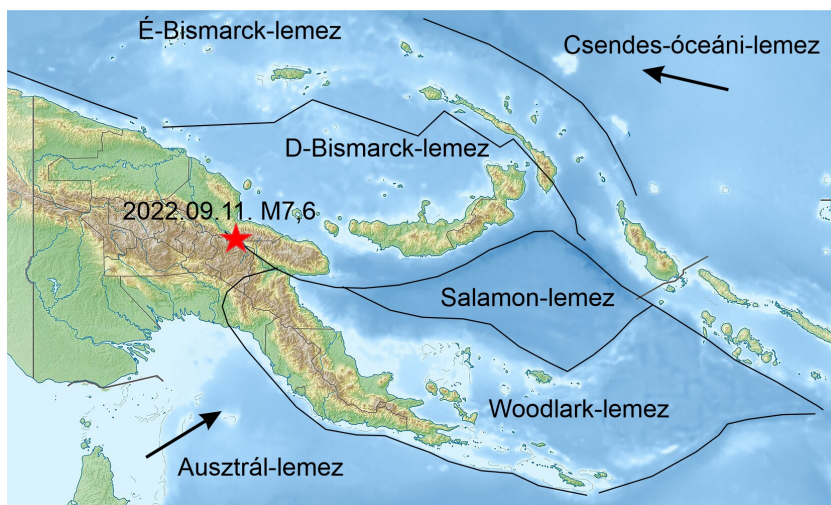
több földcsuszamlást tártak fel, de a hegyvidéki falvakban viszonylag korlátozott károk keletkeztek annak ellenére, hogy a legtöbb épület a földrengéseknek kevésbé ellenálló, falazott épület volt. Nagyobb károk főként a nagyobb városokat, az infrastruktúrát érték. Repedések keletkeztek az utakban (4. ábra), kainantui Ramu vízerőmű sérülése pedig teljes áramkimaradáshoz vezetett Madang és Morobe tartományokban. Több kábelszakadás is történt, ami megszakította az internetes és áramszolgáltatásokat.

A földrengés egy tektonikusan összetett régióban történt (5. ábra), ahol az Ausztrál-lemez körülbelül 100 mm/év sebességgel mozog kelet-északkeleti irányba a Csendes-óceáni lemezhez képest. A földrengések ebben a régióban általában e két fő lemez nagymértékű konvergenciájával és több kapcsolódó mikrolemez összetett kölcsönhatásával kapcsolatosak.

2022. szeptember 19. – Mexikó M7,6

Mexikóban a földrengés szeptember 19-én, helyi idő szerint 13:05:06-kor pat-

tant ki Michoachan és Colima államok között. A rengés mélysége viszonylag sekély, 16,9 km, maximális intenzitása a módosított Mercalli intenzitás skálán VIII (súlyos)



5. ábra. Fő tektonikai lemezek Pápua Új-Guinea régióban. A nyilak a lemezmozgás fő irányát jelölik.

volt. Az epicentrum közelében két ember meghalt, és legalább 35 másik megsérült, de több államban is voltak halálos áldozatok. A főrengést szeptember 22-én egy 6,8-as erősségű utórengés követte, ami további három halálos áldozatot követelt.

A rengés véletlenül egybeesett az 1985-ös, Mexikóvárosban súlyos károkat okozó Michoachan (M8,0) földrengés 37. évfordulójával, ami mintegy 10 000 áldozatot követelt, és a 2017-es földrengés ötödik évfordulójával, ami Puebla államot sújtotta és 370 ember halálát okozta. Az évfordulók kapcsán, nem sokkal dél után, és kevesebb, mint egy órával a földrengés előtt országos földrengésgyakorlatot tartottak. A felkészültségnek, az 1985-ös nagy rengés után telepített figyelmeztető rendszernek és a napközbeni órának is köszönhető, hogy a földrengés kevés áldozatot követelt annak ellenére, hogy sok épületben, hidakban, utakban keletkeztek súlyos károk. Colima államban közel 3000 épület sérült súlyosan (6. ábra), az epicent-

rum közelében felrobbant egy gáztartály és megszakadt a kommunikáció. Michoachan államban legalább 3161 ház és 89 iskola károsodott, ebből 800 össze is omlott. Több híd és kommunikációs vonal is megsérült.

A földrengés egy szeizmikusan aktív zónában történt, Mexikó középső partjainak közelében. A földrengés három tektonikus lemez – északkeleten az Észak-Amerikai-lemez, északnyugaton a Rivera-lemez, délen pedig a Kókusz-lemez – találkozásának közelében keletkezett (7. ábra). A Rivera-lemez és a Kókusz-lemez egyaránt az Észak-Amerikai-lemez alá bukkik. A lassabban süllyedő Rivera-lemez az Észak-Amerikai-lemezhez képest évente körülbelül 2 centiméterrel mozog északnyugati irányba, a gyorsabb Kókusz-lemez pedig hasonló irányba mozog, évente körülbelül 4,5 centiméterrel.

A többi 7-nél nagyobb magnitúdójú földrengés szerencsére vagy nagyobb mélységben, vagy a Föld gyéren lakott területein pattant ki.



6. ábra. Összedőlt épület Colima államban a 2022. szeptember 19-i mexikói földrengés után (Rafael Cruz/Anadolu Agency via Getty Images)



7. ábra. A 2022. szeptember 12-én kipattant, 7,6-os magnitúdójú földrengés epicentrumának helye Mexikóban, a fő tektonikai lemezekkel



8. ábra. Légifelvétel 6,9-es magnitúdójú földrengés után a Tajvan keleti részén található Gaoliao híd összeomlásáról

A tajvani földrengés (2022. szeptember 18., M6,9) és a tanulságok

Nagyobb figyelmet kapott még a szeptember 18-án Tajvan délkeleti részén keletkezett, 10 km-es mélységben kipattant, 6,9-es magnitúdójú földrengés. A rengés 1 halálos áldozatot követelt, 171-en sérültek meg, viszont igen súlyos anyagi károkat okozott. Az erős mozgás következtében néhány épület teljesen megsemmisült és több szenvedett súlyos károkat. Utak, hidak sérültek meg (8. ábra), vonatok siklottak ki és áramkimaradások történtek.

A 2022-es év földrengései több tanulsággal is szolgálnak. A 11 legerősebb rengés összesen 37 halálos áldozatot követelt. Ha azonban az év legtöbb áldozatot követelő földrengéseit nézzük, akkor az első 5 esetében a magnitúdó nem érte el a

7-es erősséget. Legtöbb halálos áldozatot a június 22-én Afganisztánban kipattant, 6-os magnitúdójú földrengés követelte. A leomló épületek alatt 1163-an lelték halálukat. Második a sorrendben a november 21-i Nyugat-Jávában kipattant rengés, aminek halálos áldozatait 335 és 635 közé becsülik. Ennek a földrengésnek a magnitúdója „mindössze” 5,6 volt.

Ezek a számok felhívják a figyelmet a földrengéseknek ellenálló építkezés és a lakosság felkészítésének a fontosságára.

A KRSZO munkatársai 2022 folyamán rövid előadások formájában elemezték a 2022. szeptember 18-i tajvani és szeptember 19-i mexikói rengések földtani hátterét és tanulságait. Az Aktuális Földfizika 2 előadása megtekinthető a Youtube-on (<https://youtube/p0470JN5QhY>), részletesen is kitérve arra, hogy hogyan tudták ezt a hazai műszerek is érzékelni és, hogy mire képes hazánk szeizmológiai hálózata.

Források:

<https://www.volcanodiscovery.com>

<https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/earthquakes>

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_earthquakes_in_2022

Földrengés adatok: <https://earthquake.usgs.gov/>

Reális a földrengésveszély Magyarországon?

WÉBER ZOLTÁN

2022. végén fejeződött be a Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet és a Geomega Kft. együttműködésével a Nemzeti Kiválósági Program keretében megvalósult kutatás, amelynek célja Magyarország szeizmotektonikai veszélyeztetettségi térképének megalkotása volt. A következőkben a kutatás eredményeiből mutatunk ízelítőt.

Bevezetés

Magyarország és környezetének földrengés-veszélyeztetettsége valós. A térségben bárhol előfordulhat földrengés, és akár súlyos következményekkel járó szeizmikus esemény lehetőségét sem lehet kizárni.

A földrengések oka a térség aktív geológiai fejlődése. A Kárpát-medence (földtani szempontból a Pannon-medence), valamint a környező hegyláncok mozgása, gyűrődése mind a mai napig tart. A földrengésveszély mértéke közepes: átmenetet képez a szeizmikusan aktív mediterrán térség és a tektonikailag stabil Kelet-európai-platform között. A közepes aktivitás azonban nem jelenti azt, hogy minden földrengés mérsékelt erősségű lenne, csak azt, hogy a nagy rengések ritkán következnek be. A múltban több, komoly pusztítást okozó földrengés sújtotta az országot. Például 1763-ban Komárom, 1834-ben a magyar-román határ közelében található Érmellék térségében pattant ki 6-osnál nagyobb rengés. A huszadik század folyamán 1911-ben Kecskeméten, 1925-ben Egerben, 1956-ban Dunaharasztaban keletkezett 5-ösnél nagyobb, 1985-ben pedig Berhidán 4,9-es magnitúdójú, jelentősebb károkat okozó földrengés. Statisz-

tikai vizsgálatok szerint 5-ösnél nagyobb magnitúdójú földrengések hazánkban átlagosan 40-50 évente fordulnak elő. Napjainkban pedig a modern társadalom és gazdaság kritikus infrastruktúráinak sérülékenysége miatt egy-egy nagyobb földrengés beláthatatlan következményekkel járhat hazánkban is.

A földrengéseket elhárítani nem tudjuk. Védekezni ellenük csak úgy lehetséges, ha felmérjük a földrengés-veszélyeztetettség mértékét, és olyan épületeket tervezünk és építünk, amelyek a megállapított veszélyeztetettség mértékének ellent tudnak állni.

A földrengés-veszélyeztetettség területről-területre változik, amelynek meghatározása a szeizmológia egyik legfontosabb feladata. Az utóbbi évtizedekben jelentős haladás történt a Föld dinamikájának megértésében, beleértve a földrengések kialakulásának folyamatát és mechanizmusát. Ezzel párhuzamosan látványosan fejlődtek az aktív vetők térképezésére alkalmas geofizikai mérések, a szeizmogén szerkezetek pontosabb azonosítására képes hipocentrum meghatározó eljárások, és új űrgeodéziai módszerek születtek a felszínmozgások nagy pontosságú mérésére. E korszerű ismeretek és technikák szélesebb alapokra helyezik a szeizmi-

kusan veszélyes területek kijelölését.

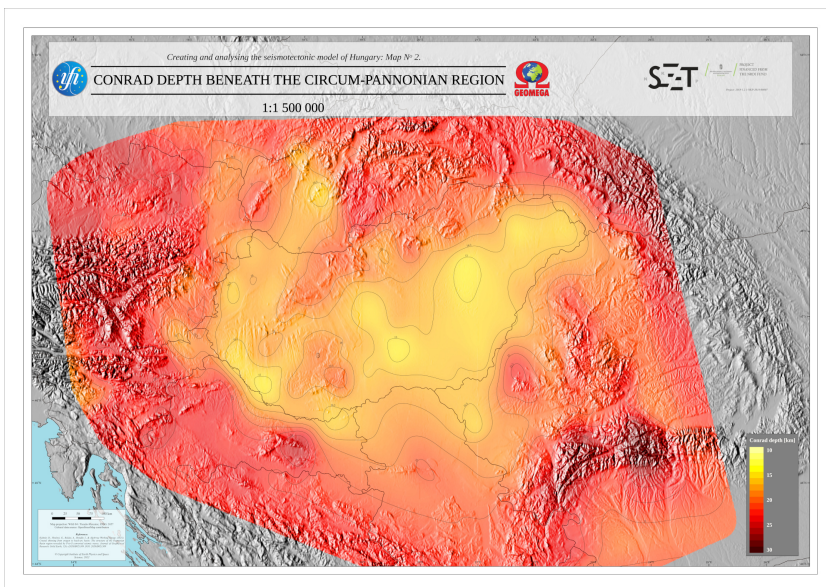
Ennek szellemében a Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet és a Geomega Kft. – a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal anyagi támogatásával – egy olyan kutatási projekten dolgozott 2019–2022 között, amelynek végcélja egy új hazai szeizmotektonikai veszélyeztetettségi térkép megszerkesztése volt. A térkép országos skálán mutatja a fiatal és aktív törésvonalakat, a földrengések eloszlását és fészekmechanizmusát, valamint hazánk földrengés-veszélyeztetettség szempontjából legérzékenyebb területeit. Egy ilyen térkép mind a helyi szeizmikus kockázatelemzések, mind pedig az országos léptékű infrastrukturális stratégiai tervezések alapjául szolgálhat.

A projekt végcélját, azaz a szeizmotektonikai, illetve szeizmotektonikai veszélyeztetettségi térképek megszerkesztését és értelmezését szerteágazó kutatások előzték meg, amelyek önmagukban is jelentős új eredményekkel járulnak hozzá a

Pannon-régió szerkezetének és geodinamikájának jobb megértéséhez. A kutatás kiterjedt a teljes litoszférára, a felszíntől a litoszféra/asztenoszféra határig.

Fontosabb eredmények

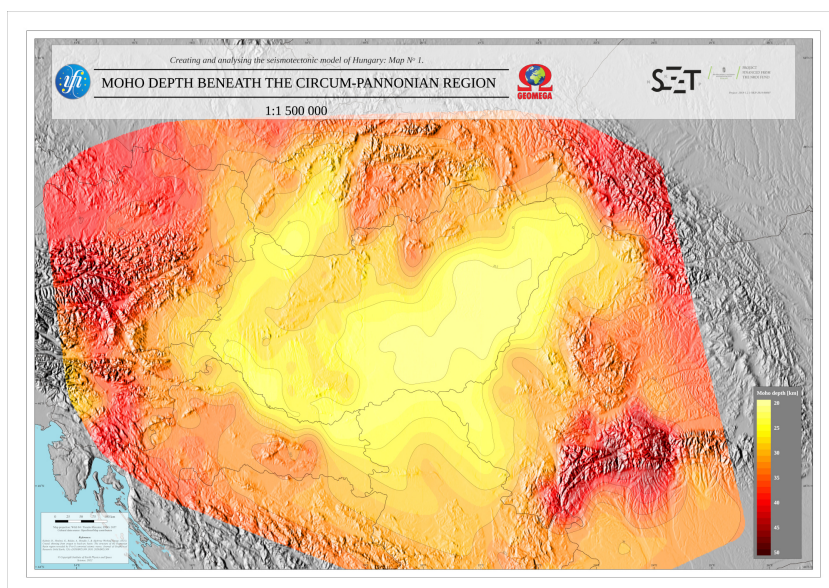
A Pannon-régióban működő állandó és ideiglenes szeizmológiai állomások mérési adataira támaszkodva meghatároztuk a földkéreg szerkezetére jellemző két határfelület mélységét. Az alsó és a felső kéreg között elhelyezkedő Conrad-felület mélységéről korábban még nem készült ilyen térkép. Az 1. ábrán bemutatott eredményeink szerint a Conrad-felület sekélyebb (12-16 km) az üledékes medencék (Alföld, Kisalföld, Dráva-medence) alatt és mélyebb (24-28 km) a Keleti-Alpok és a Déli-Kárpátok környezetében. Más szavakkal: a felső kéreg az üledékes medencék alatt a legvékonyabb, míg a hegységek alatt a legvastagabb.



1. ábra. Az alsó és a felső kéreg között elhelyezkedő Conrad-felület mélységtérképe. A felső kéreg az üledékes medencék alatt vékonyabb (sárga), mint a hegységek alatt (piros) (Kalmár et al. 2021).

A földkéreg alját jelentő határfelületet Moho-felületnek hívjuk. Ennek mélysége lényegében a földkéreg vastagságának felel meg. Az általunk szerkesztett Moho-térkép (2. ábra) – köszönhetően a rendelkezésre álló sűrű szeizmológiai állomáshálózatnak – sokkal részletgazdagabb és területileg is jobban lefedett, mint az eddig ismert térképek. A Moho-felület legsekélyebb (20-26 km) az üledékes medencék alatt, különösen az Alföld délkeleti részén. A Pannon-medence belsejétől kifele haladva mélyülés (28-33 km) figyelhe-

tő meg az Erdélyi-szigethegység, Északi-középhegység és Dunántúli-középhegység alatt. A legvastagabb (40-45 km) kéreg a Keleti-Alpok és a Déli-Kárpátok vonulatai alatt található. Mivel a szárazföldek alatti kéreg vastagsága a Földön átlagosan 30-35 km, megállapíthatjuk, hogy hazánk alatt a földkéreg jelentősen kivékonyodik. Ennek következtében Magyarországon az átlagosnál nagyobb a földi hőáram. Ez is az oka annak, hogy hazánk olyan gazdag hőforrásokban.



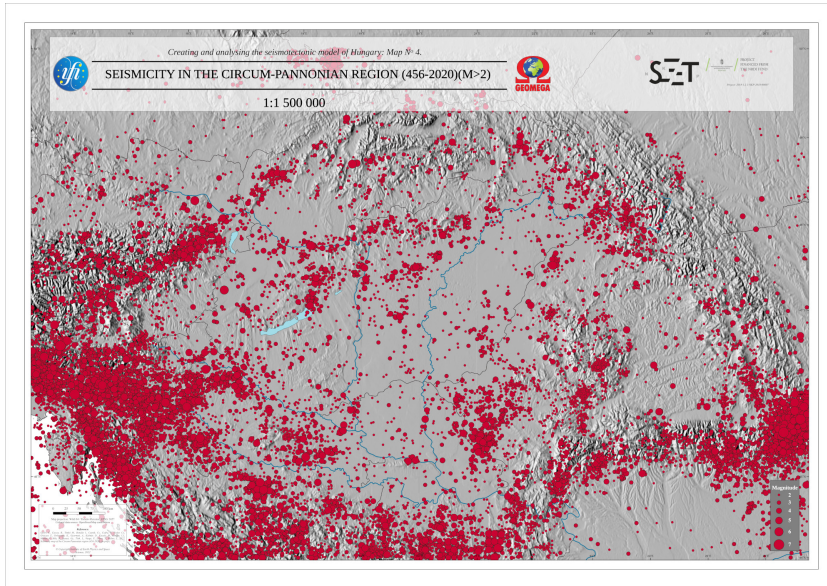
2. ábra. A földkéreg aljának, azaz a Moho-felületnek a mélysége. Magyarország alatt a kéreg jelentősen vékonyabb (sárga), mint a kontinentális átlag (Kalmár et al. 2021).

A Magyar Nemzeti Szeizmológiai Bulletinokban (<http://www.seismology.hu/index.php/hu/szeizmicitas/foeldrengesek-evkonyve>) fellelhető, 1996-2021 között műszeresen detektált szeizmikus események hipocentrumát a legmodernebb helymeghatározó algoritmusokkal pontosítottuk, majd azonosítottuk és elkülönítettük az emberi tevékenység által előidézett eseményeket (el-

sősorban bányarobbantásokat). Az így kapott, jobbára már csak földrengéseket tartalmazó adatbázist egyesítettük a történelmi földrengéseket tartalmazó magyar földrengés-katalógussal. A kapott egyesített adatbázis alapján megszerkesztettük a Pannon-medence szeizmicitás térképét (3. ábra), amely elengedhetetlen részét képezi az új országos szeizmotektonikai térképnek. A szeizmicitás térkép megmutatja,

hogy az eddigi megfigyelések szerint hol keletkeztek földrengések. A térképről leolvasható, hogy hazánk jelenlegi határain belül a földrengés-aktivitás közepes szintű, míg például Szlovéniában, Horvátország-

ban és Románia egyes területein az aktivitás lényegesen nagyobb. Magyarország területén belül sem egyenletes a rengések területi eloszlása: vannak földrengéseknek jobban és kevésbé kitett régiók.

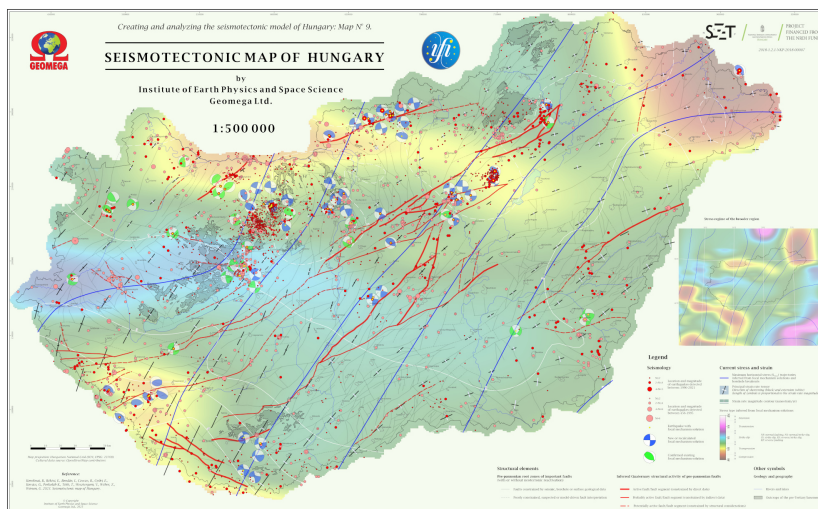


3. ábra. A Kárpát-medence szeizmicitása. A piros pöttyök az ismert földrengések keletkezési helyét (epicentrumát) jelölik. A pöttyök mérete a rengések nagyságával (magnitúdójával) arányos (Czecze et al. 2023, Győri et al. 2023).

Földrengések által nyújtott információk és fúrólukokban végzett mérések adatai alapján vizsgáltuk a földkéregben felhalmozódott kőzetfeszültség jellemző tulajdonságait is. Megállapítottuk, hogy Magyarországon kompressziós jellegű feszültség rezsim uralkodik, sehol sem jelentkezik extenzió (tágulás). A kőzetfeszültség Magyarország területén döntően (É)ÉK–(D)Ny irányú. Ez alól kivételt képez a Kisalföld déli része és az Alföld keleti, valamint északkeleti része, ahol a kőzetfeszültség kb. K–Ny-i orientációjú.

Mіндеzen eredmények és információk birtokában megszerkesztettük az új országos szeizmotektonikai térképet (4. ábra), amely feltünteti a historikus (456–1995) és a modern, műszeresen de-

tektált földrengéseket (1996–2021), az aktív vetőket/vetőzónákat, továbbá a jelenkori kéregdeformáció jellegét, irányát és nagyságát. A térkép háttérét a színek segítségével megjelenített feszültségrezsim adja, amely szerint hazánkban túlnyomórészt oldaleltolódásos és feltolódásos földrengések keletkeznek, azaz kompressziós feszültségtér uralkodik. A kőzetfeszültség irányát az ún. feszültség trajektóriák jelenítik meg. Az új szeizmotektonikai térkép az első ilyen típusú térkép az országról, amely tehát szintetizálja azokat a szeizmológiai, tektonikai és geodinamikai ismeretanyagot, amely segítségével megérthetjük a hazánkban aktív tektonikai-geodinamikai folyamatokat.



4. ábra. Magyarország új szeizmotektonikai térképe, amely feltünteti az ismert földrengések kipattanási helyét (piros és halványpiros pöttyök), az aktív vetőket/vetőzónákat (piros vonalak), valamint a kéregben uralkodó kőzetfeszültség irányát (kék trajektóriák). A térkép háttérét a színek segítségével megjelenített feszültségrezsim adja, amely szerint hazánkban túlnyomórészt oldaleltolódásos és feltolódásos földrengések keletkeznek (Koroknai et al. 2023a,b).

Ugyanazon földrengés nagyobb földfelszíni rázást okoz laza üledékekkel fedett területen, mint kemény kőzeten. A földrengés-veszélyeztetettség becsléséhez tehát nagyon fontos tudnunk azt is, hogy az ország egyes területein milyen talajtípusok, talajosztályok találhatóak. Ezért az új szeizmotektonikai veszélyeztetettségi térkép (5. ábra) nemcsak arról nyújt információkat, hogy mely területeken fordulhatnak elő földrengések, illetve vető menti elmozdulások, hanem jelzi a különböző talajosztályok elhelyezkedését is, bemutatva ezzel, hogy földrengések esetén hol milyen mértékű rengéserősítő hatással kell számolnunk. Azokat a területeket tekintjük a legveszélyeztetettebbnek, ahol nagyobb számú földrengést, vagy ilyen területhez kapcsolódó aktív vetőt láthatunk, továbbá konszolidálatlan, laza talajtípus fordul elő. A térkép tájékoztató jellegű, méretaránya miatt átnézetes képet nyújt hazánk veszélyeztetettségi viszonyairól, kijelölve a kisebb, illetve a nagyobb veszélynek kitett

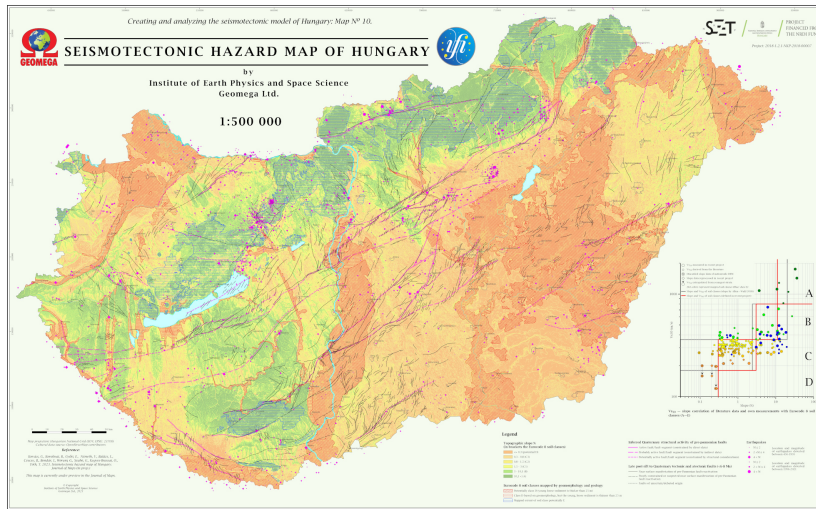
területeket.

A térkép tudományos értékén túl gyakorlati szempontból is kiemelt fontosságú, hiszen mind a helyi szeizmikus kockázatelemzésekhez, mind pedig az országos léptékű infrastrukturális stratégiai tervezésekhez alapvető jelentőségű információkat nyújt. Ugyanakkor hangsúlyozzuk, hogy egy-egy szakmai döntés, vagy konkrét beruházás előtt kellően átgondolt és precízen kivitelezett helyi geofizikai mérésekre és csatlakozó (mérnök-)geológiai vizsgálatokra van szükség a pontos veszélyeztetettség megállapítására.

A projekt eredményei a magyar szeizmológiai kutatás több mint 100 éves örökségére, valamint a Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet és a Geomega Kft. gyümölcsöző együttműködésére építve, több esetben nemzetközi kooperációk keretében és a legkorszerűbb módszerek felhasználásával jöttek létre. Az elkészült térképek, elemzések jelentős előrelépést jelentenek mind tudományos, mind gya-

korlati szempontból. Tudományosan meg-alapozott bemeneti adatokat szolgáltat-nak az aktuális és későbbi földrengés-veszélyeztetettségi vizsgálatokhoz és koc-

kázatelemzésekhez, mérsékelve ezzel a környezetünkben keletkező földrengések várható következményeit.



5. ábra. Magyarország új szeizmotektonikai veszélyeztetettségi térképe, amely feltünteti az ismert földrengések kipattanási helyét (lila pöttyök), valamint az aktív vetőket/vetőzónákat (lila vonalak). A térkép háttérét a színek segítségével megjelenített különböző talajtípusok adják: minél pirosabb színnel van jelölve egy terület, annál lazább altalajjal kell számolnunk. Azokat a területeket tekintjük a legveszélyeztetettebbnek, ahol nagyobb számú földrengést, vagy ilyen területhez kapcsolódó aktív vetőt láthatunk, továbbá konszolidálatlan, laza talajtípus fordul elő (Koroknai et al. 2023a, Kovács et al. 2023).

Hivatkozások

- Czece, B., Győri, E., Timkó, M., Kiszely, M., Süle, B., Wéber, Z. (2023). A Kárpát-Pannon régió szeizmicitása: aktualizált és átdolgozott földrengés-adatbázis. FÖLDTANI KÖZLÖNY, 153(4), 279–296.
- Győri, E., Czece, B., Timkó, M., Bondár, I., Czanik, C., Czifra, T., ... Wéber, Z. (2023). Seismicity map of the Circum-Pannonian region (456–2020) ($M > 2$). FÖLDTANI KÖZLÖNY, 153(4)
- Kalmár, D., Hetényi, G., Balázs, A., Bondár, I. (2021). Crustal Thinning From Orogen to Back-Arc Basin: The Structure of the Pannonian Basin Region Revealed by P-to-S Converted Seismic Waves. JOUR-

NAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH: SOLID EARTH, 126(7).

- Koroknai, B., Kovács, G., Wórum, G., Békési, E., Győri, E., Czece, B., ... Tóth, T. (2023a). Magyarország szeizmotektonikai viszonyai és veszélyeztetettsége. Földtani Közlöny, 153(4), 335-352.
- Koroknai, B., Békési, E., Bondár, I., Czece, B., Győri, E., Kovács, G., ... Wórum, G. (2023b). Magyarország szeizmotektonikai térképe. FÖLDTANI KÖZLÖNY, 153(4)
- Kovács, G., Koroknai, B., Győri, E., Németh, V., Balázs, L., Bondár, I., ... Tóth, T. (2023). Magyarország szeizmotektonikai veszélyeztetettségi térképe. FÖLDTANI KÖZLÖNY, 153(4)

