

2023. augusztusi földrengések Békésben – földtudományi háttér adatok

KISS J.

Szabályzott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága (SZTFH), Földtani Igazgatóság,
H-1051 Budapest, Sas utca 20–22.
E-mail: janos.kiss@sztfh.hu

2023. augusztusában földrengések pattantak ki Szarvastól K-re. Földrengések Magyarországon is elő szoktak fordulni, de nem ilyen mennyiségben (száznál több rengés volt) és nem ilyen erősséggel (hat 3,5 magnitúdó feletti rengést regisztráltak). Érdekes volt tehát megvizsgálni a rengéseket, a terület földtani környezetét és a rendelkezésre álló, mélyebb szintek felépítését mutató geofizikai adatokat is. Ez a tárgya a következő tanulmánynak.

Kiss, J.: August 2023 earthquakes in Békés – Geoscience background data

In August 2023 there were earthquakes east of Szarvas. Earthquakes happen in Hungary too, but usually not in such a quantity (there were more than 100) and not with such strength (6 earthquakes were registered over magnitude 3,5). So it is worth to study those earthquakes, the geological environment of their area and the available geophysical data showing the structure of deeper levels. That is the subject of the next paper.

Beérkezett: 2024. február 7.; elfogadva: 2024. július 25.

1. Prológus

Az ember hatással van a környezetére és az emberiség „bűntettei” megjelenhetnek akár negatív visszacsatolásban is a természeti folyamatokban, de a természet erőihez képest ezek a hatások jelentéktelenek. Gondoljunk csak a nagy vulkánkitörések hatására vagy a földrengésekre, hogy ezekben mekkora erők szabadulnak fel, vagy az ezeknek a következményeképpen kialakuló cunamikra és mindezeknek az emberiségre gyakorolt hatására! A természettudományokkal, ezen belül is főként a földtudományokkal foglalkozó szakemberek tisztában vannak vele, hogy egy-egy ilyen földi, természeti folyamat az élőlények részleges vagy akár teljes kihalásához is vezethet, amit számítógéppel, okostelefonnal vagy mesterséges intelligenciával nem tudunk megakadályozni!

A jelen cikkben az 2023 augusztusában lezajlott békési rengésekkel kapcsolatban összegezzük elsősorban a földtanhoz kapcsolódó geofizikai információkat, mert a megjelent számos vélemény és hozzászólás között csak a konkrét földtani háttérinformációk nem jelentek meg. Nem fogunk beszélni az ipar tevékenységéről az adott körzetben, mert azt nem ismerjük eléggé.

2. Földrengések

Augusztus második felében, az Alföldön, Szarvastól 9–12 km távolságra, K-re, 100-nál több földrengés pattant ki. A rengések magnitúdója 0,6–4,2 között változott. A nagyobb magnitúdójú rengések fészekmélysége (előzetes hipocentrummeghatározások alapján) 12 ± 3 km, illetve 23 ± 3 km közötti mélységben volt (1. táblázat) (a publikusan elérhető forrásadatok: www.foldrenges.hu).

Magnitúdóról beszélve meg kell vizsgálnunk, hogy mit is jelent a magnitúdó (avagy a Richter-skála¹⁾). Ehhez, a www.foldrenges.hu oldalon találunk szemléletes információt (1. ábra). Látszik, hogy a földrengések magnitúdó értékei között nagyságrendi különbség van a felszabaduló energia szempontjából! A 4-es magnitúdójú rengés a gyenge és kis rengések határvonala, legutoljára Oroszlányon (2011) és Gyömrőn (2006) volt hasonló erősségű földrengés Magyarországon, ezek energiája 1011 joule körüli volt (ami a nagyszaki 20 kT-s atombomba energiájának megfelelő). Éves szinten, a Földön, 10–15 ezer ilyen, 4-es körüli rengés pattan ki.

A honlapon a békési (12×12 km-es területre eső) rengések táblázata (2. táblázat) is elérhető, amelyet szintén

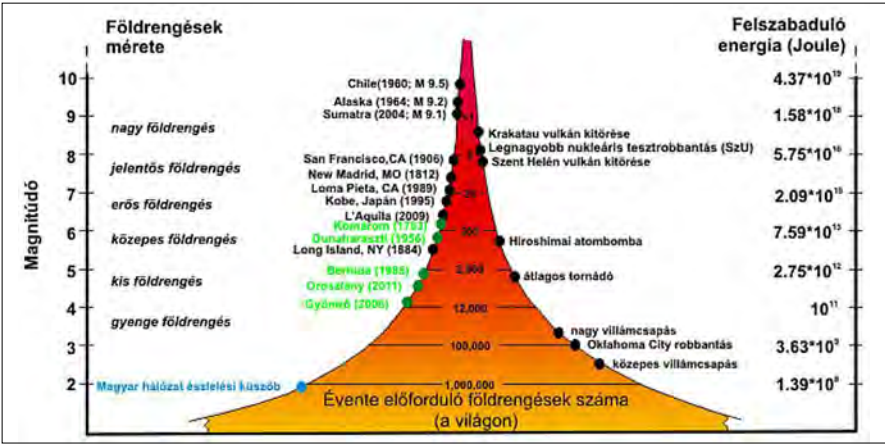
érdemes megvizsgálni! A 2. ábra a földrengéseket mutatja, időbeli sorrendben (augusztus 19. 8.00–24.00 óra között) a magnitúdó alapján. A magnitúdó értéke a szimbólumok nagyságával arányos, és felirattal is jelezve van. Piros szaggatott vonalakkal jelöltük a fő rengések után kialakult lehetséges utórengési sorozatokat. Látszik, hogy egy 1,4-es kicsi rengés után jön szinte egy időben két 4,1-es rengés

(egymást fedik az ábrán), majd azok után időben eltolódva a többi utórengés. Az ábrákon az átfedések miatt nem látszik, de a táblázatból kiderül, hogy 2023. augusztus 19–20-án hat 3,5 vagy annál nagyobb magnitúdójú rengés volt (3. táblázat).

A 2. ábra tartalmát megismételve, de a színezéskor nem a magnitúdó értékét, hanem az első rengéstől eltelt

1. táblázat Néhány rengés előzetes adata – koordináta, hipocentrum, magnitúdó
Table 1 Preliminary data of some earthquakes – coordinate, hypocenter, magnitude

Dátum	Magnitúdó	EOVy (m)	EOVx (m)	Hipocentrum (km)	Szórás ± (km)
2023. 08. 19. 09:37	2,20	774 927	169 837	–23	3
2023. 08. 20. 01:52	4,13	773 243	166 466	–15	2
2023. 08. 22. 22:35	3,70	775 346	168 067	–12	3
2023. 09. 08. 05:09	3,20	774 313	166 377	–16	NA



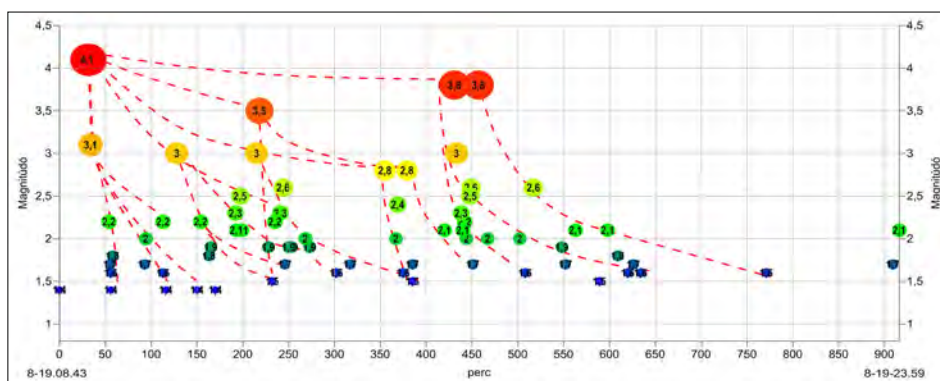
1. ábra Földrengés magnitúdóértékek, nagyobb földi rengések, rengések éves gyakorisága, hasonló erejű pusztító jelenségek és a rengés során felszabaduló energia mértéke (http://www.foldrenges.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=15:magnitudo&catid=19&Itemid=23)
Figure 1 Earthquake magnitude values, major earthquakes, annual frequency of earthquakes, destructive phenomena of similar strength and the amount of energy released during the earthquake

2. táblázat Békési rengések ideje, magnitúdója, helye és távolsága az első rengéstől
Table 3 Time, magnitude, location and distance of the first earthquake in Békés

Dátum	Magni-túdó	EOVy	EOVx	Távolság	Dátum	Magni-túdó	EOVy	EOVx	Távolság
2023. 08. 19. 08:43:55	1,4	774 750	167 387	0	2023. 08. 19. 10:17:31	2,0	775 713	168 741	1661,530921
2023. 08. 19. 09:13:27	4,1	773 955	168 927	1733,096939	2023. 08. 19. 10:18:19	2,0	773 876	169 036	1866,300351
2023. 08. 19. 09:16:37	4,1	773 124	164 796	3058,947041	2023. 08. 19. 10:36:20	2,2	775 443	167 068	762,8957989
2023. 08. 19. 09:17:52	3,1	774 802	172 169	4782,282719	2023. 08. 19. 10:36:55	1,6	776 470	165 422	2611,441173
2023. 08. 19. 09:37:24	2,2	774 927	169 837	2456,385353	2023. 08. 19. 10:39:03	1,4	777 576	163 666	4672,485099
2023. 08. 19. 09:38:01	1,7	777 874	164 006	4603,318042	2023. 08. 19. 10:51:12	3,0	773 002	167 017	1786,729974
2023. 08. 19. 09:39:05	1,4	773 171	166 242	6533,105923	2023. 08. 19. 11:13:27	1,4	777 914	162 117	6146,852528
2023. 08. 19. 09:39:51	1,6	780 962	169 410	1950,452768	2023. 08. 19. 11:17:04	2,2	774 377	166 934	586,8032038
2023. 08. 19. 09:41:16	1,8	779 275	169 818	5136,670712	2023. 08. 19. 11:26:45	1,8	775 993	166 301	1650,589289
2023. 08. 19. 10:16:09	1,7	786 097	168 302	11383,83213	2023. 08. 19. 11:28:43	1,9	772 273	169 114	3019,612227

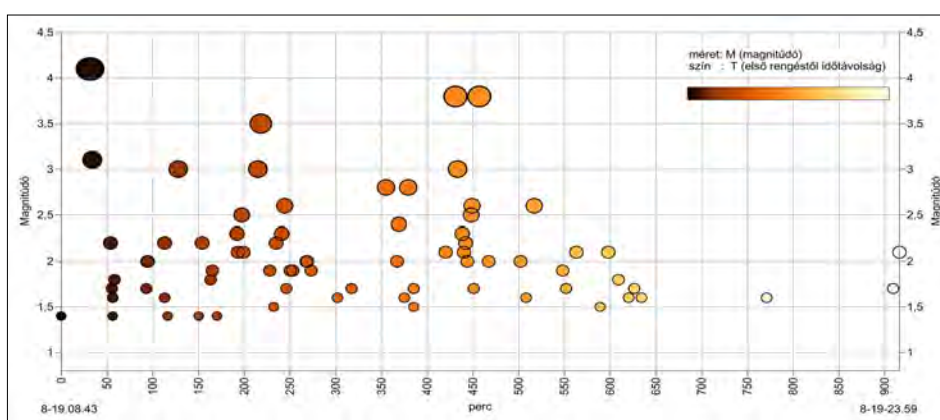
2. táblázat | Békési rengések ideje, magnitúdója, helye és távolsága az első rengéstől *(folyt.)*
Table 3 | Time, magnitude, location and distance of the first earthquake in Békés *(cont'd.)*

Dátum	Magni- túdó	EOVy	EOVx	Távolság	Dátum	Magni- túdó	EOVy	EOVx	Távolság
2023. 08. 19. 11:33:28	1,4	774 636	169 163	1779,655023	2023. 08. 19. 17:55:17	1,7	775 140	166 950	585,7209233
2023. 08. 19. 11:55:59	2,3	776 861	168 543	2406,793926	2023. 08. 19. 18:06:41	2,1	776 165	165 415	2427,140087
2023. 08. 19. 11:56:33	2,1	774 687	166 718	671,9598202	2023. 08. 19. 18:32:24	1,5	771 023	170 534	4877,923534
2023. 08. 19. 12:00:53	2,5	775 293	166 953	695,1294843	2023. 08. 19. 18:41:54	2,1	776 901	166 654	2272,463421
2023. 08. 19. 12:02:11	2,1	774 601	170 830	3446,22257	2023. 08. 19. 18:52:24	1,8	774 456	166 825	634,255469
2023. 08. 19. 12:18:37	3,0	773 312	166 801	1552,816795	2023. 08. 19. 19:03:55	1,6	771 504	165 652	3680,589763
2023. 08. 19. 12:21:47	3,5	775 674	166 961	1017,473341	2023. 08. 19. 19:09:32	1,7	772 924	167 127	1844,417523
2023. 08. 19. 12:31:40	1,9	775 560	168 738	1575,214589	2023. 08. 19. 19:17:44	1,6	775 687	169 964	2742,060904
2023. 08. 19. 12:35:24	1,5	772 235	167 224	2520,276572	2023. 08. 19. 21:34:47	1,6	776 225	169 753	2788,114237
2023. 08. 19. 12:38:26	2,2	776 732	167 429	1982,444955	2023. 08. 19. 23:52:41	1,7	778 062	165 900	3630,497624
2023. 08. 19. 12:44:10	2,3	775 621	165 849	1767,508133	2023. 08. 19. 23:59:19	2,1	777 145	169 550	3227,16501
2023. 08. 19. 12:47:30	2,6	776 027	168 303	1571,554962	2023. 08. 20. 00:08:49	1,4	773 259	165 688	2260,460573
2023. 08. 19. 12:49:50	1,7	776 303	166 085	2026,57667	2023. 08. 20. 00:36:29	1,8	776 016	168 859	1941,530324
2023. 08. 19. 12:53:57	1,9	775 864	165 187	2465,967559	2023. 08. 20. 00:37:14	1,7	776 880	167 654	2146,669281
2023. 08. 19. 12:56:32	1,9	776 644	167 983	1985,560878	2023. 08. 20. 00:41:41	1,7	779 854	167 718	5114,721596
2023. 08. 19. 13:11:00	2,0	775 297	166 731	854,1340644	2023. 08. 20. 01:25:17	1,9	776 000	165 968	1891,047593
2023. 08. 19. 13:12:34	2,0	775 891	167 522	1148,958659	2023. 08. 20. 01:52:58	4,1	773 243	166 466	1766,151183
2023. 08. 19. 13:16:29	1,9	776 496	167 757	1784,773375	2023. 08. 20. 01:59:49	2,3	775 905	166 855	1271,632415
2023. 08. 19. 13:45:05	1,6	773 421	168 916	2025,8534	2023. 08. 20. 02:09:27	1,0	771 913	164 326	4173,522493
2023. 08. 19. 14:00:23	1,7	773 950	169 149	1935,108266	2023. 08. 20. 02:15:11	1,6	775 065	163 279	4120,059344
2023. 08. 19. 14:38:53	2,8	774 389	166 379	1070,6937	2023. 08. 20. 03:03:19	1,1	781 256	166 414	6578,355798
2023. 08. 19. 14:50:14	2,0	774 629	165 828	1563,688588	2023. 08. 20. 03:13:33	3,5	773 788	165 921	1753,453735
2023. 08. 19. 14:52:49	2,4	775 538	166 180	1441,455168	2023. 08. 20. 03:19:53	1,8	777 419	167 443	2669,587421
2023. 08. 19. 14:58:17	1,6	776 842	165 874	2581,788721	2023. 08. 20. 03:29:01	1,1	769 339	167 054	5421,236944
2023. 08. 19. 15:02:10	2,8	774 368	163 710	3696,789553	2023. 08. 20. 04:57:01	1,7	776 943	171 881	5000,528472
2023. 08. 19. 15:08:11	1,7	774 902	167 390	152,0296024	2023. 08. 20. 05:44:14	1,9	776 217	166 528	1699,991176
2023. 08. 19. 15:08:35	1,5	776 573	167 759	1860,567924	2023. 08. 20. 08:59:30	1,9	774 491	168 827	1463,106626
2023. 08. 19. 15:43:07	2,1	774 063	167 373	687,1426344	2023. 08. 20. 09:20:42	2,2	774 687	166 718	671,9598202
2023. 08. 19. 15:54:09	3,8	774 061	167 484	695,7945099	2023. 08. 20. 15:47:40	1,7	772 942	166 237	2142,746835
2023. 08. 19. 15:56:08	3,0	776 296	166 419	1824,044956	2023. 08. 20. 15:49:05	2,1	779 297	165 260	5019,894222
2023. 08. 19. 16:01:15	2,3	776 372	166 420	1888,378405	2023. 08. 20. 18:32:02	2,0	777 128	166 770	2456,74032
2023. 08. 19. 16:03:57	2,1	775 750	166 963	1086,17494	2023. 08. 20. 21:21:38	1,8	777 895	166 564	3250,900491
2023. 08. 19. 16:05:24	2,2	777 037	167 435	2287,503661	2023. 08. 21. 11:24:10	2,3	780 034	166 499	5358,096677
2023. 08. 19. 16:07:16	2,0	776 046	167 414	1296,281219	2023. 08. 21. 17:40:11	2,6	776 684	166 093	2326,970563
2023. 08. 19. 16:11:44	2,5	777 027	164 322	3818,239647	2023. 08. 21. 19:47:30	1,1	774 599	167 273	189,2009514
2023. 08. 19. 16:12:14	2,6	773 072	167 352	1678,364978	2023. 08. 22. 01:54:36	1,5	777 483	164 443	4017,016928
2023. 08. 19. 16:14:04	1,7	777 664	170 228	4069,726895	2023. 08. 22. 07:46:27	1,7	775 803	168 076	1258,383884
2023. 08. 19. 16:20:03	3,8	773 005	166 906	1810,079004	2023. 08. 22. 22:35:15	3,7	775 346	168 067	904,2212119
2023. 08. 19. 16:30:12	2,0	774 962	168 170	811,1923323	2023. 08. 22. 22:45:16	0,8	775 897	163 631	3927,231213
2023. 08. 19. 17:05:31	2,0	774 128	167 930	825,6712421	2023. 08. 23. 07:16:02	2,2	775 611	169 962	2715,132778
2023. 08. 19. 17:11:36	1,6	774 195	168 376	1134,083771	2023. 08. 24. 01:56:02	0,9	774 144	170 821	3487,060653
2023. 08. 19. 17:20:07	2,6	775 915	166 411	1519,802948	2023. 08. 25. 13:50:36	2,0	777 855	168 453	3282,89217
2023. 08. 19. 17:51:21	1,9	773 460	167 026	1339,560002	2023. 09. 08. 05:09:10	3,2	774 313	166 377	1100,485802



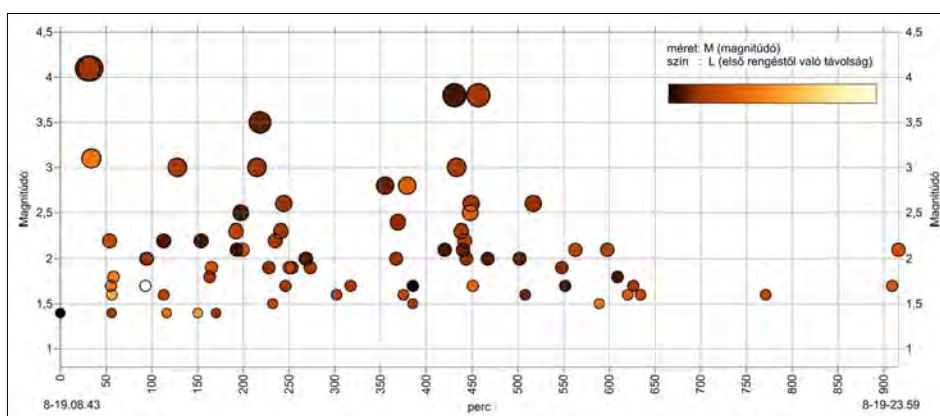
2. ábra Békési rengések, utórengések, rengéssrajok, időrendi sorrendben, méret és szín magnitúdó szerint (augusztus 19-én 8.00–24.00 óra között)

Figure 2 Earthquakes, aftershocks, earthquake swarms in Békés, in chronological order, according to size and color magnitude (August 19, between 8.00 a.m. and 12.00 p.m.)



3. ábra Békési rengések, utórengések, rengéssrajok – időrendi sorrendben, méret a magnitúdó szerint, szín az idő szerint (augusztus 19-én 8.00 – 24.00 órák között)

Figure 3 Earthquakes, aftershocks, earthquake swarms in Békés – in chronological order, size according to magnitude, color according to time (August 19 between 8:00 a.m. and 12:00 p.m.)



4. ábra Békési rengések, utórengések, rengéssrajok – időrendi sorrendben, méret a magnitúdó szerint, szín a (0–7 km) távolság szerint (augusztus 19-én 8.00–24.00 óra között)

Figure 4 Earthquakes, aftershocks, earthquake swarms in Békés – in chronological order, size according to magnitude, color according to distance (0–7 km) (on August 19, between 8:00 a.m. and 12:00 p.m.)

időt (fekete–barna–sárga színekkel) véve alapul, rajzolódik ki a 3. ábra. A 2023. 08. 19. 9.00 órákor jelentkező két 4,1 magnitúdójú rengés után 12.00 órákor jött egy

3,5 magnitúdójú, majd 15.30 és 16.15 körül két (3,7 és 3,8 magnitúdójú) rengés. A legérdekesebb az, hogy az egész békési rengéssrajt – az ábra szerint – 2023. 08. 19. 8.25

3. táblázat $\geq 3,5$ M földrengések időrendi sorrendben, amelyek egy 3 km-es zónára korlátozódnak
Table 3 ≥ 3.5 M earthquakes in chronological order confined to a 3 km zone

Dátum	Magnitúdó	EOVy	EOVx	Távolság
2023. 08. 19. 08:43:55	1,4	774 750	167 387	0
2023. 08. 19. 09:13:27	4,1	773 955	168 927	1733,096939
2023. 08. 19. 09:16:37	4,1	773 124	164 796	3058,947041
2023. 08. 19. 12:21:47	3,5	775 674	166 961	1017,473341
2023. 08. 19. 16:20:03	3,8	773 005	166 906	1810,079004
2023. 08. 20. 01:52:58	4,1	773 243	166 466	1766,151183
2023. 08. 20. 03:13:33	3.5	773788	165921	1753.453735

körül keletkezett 1,4 magnitúdójú rengés „indítja” be. Érdekes tehát a rengések egymástól való távolságát is megvizsgálni, hogy a rengésrajon belüli kapcsolatok talán jobban látszanak.

A 4. ábra tengelyei ugyanazok, mint a 2. ábra vagy 3. ábra tengelyei, de itt most az első rengéstől eltelt idő alapján színeztük be a szimbólumokat – minél sötétebb, annál közelebb van az első rengéshez. A legnagyobb rengések (hat rengés) az első 1,4 M rengés 3 km-es környezetében vannak (3. táblázat), s belőlük öt 2 km-en belül.

Néhány rengés esetében előzetes hipocentrummeghatározás is történt (1. táblázat). A hipocentrummélységek (1. táblázat) és az intenzitások alapján első közelítésben a rengéseknek mélyföldtani okai lehetnek – az emberi tevékenység hatására bekövetkező rengések a gyakorlati tapasztalatok alapján a beavatkozás mélységében jelentkeznek.

Ez viszont azt jelenti, hogy a felszíni földtani felépítés, a mélyfúrások alapján meghatározott medencealjzat-fel-szín (~3500 m-en) vagy az ismert medencealjzat-szerkezet nem biztos, hogy fel fogja tudni fedni a rengések okait, vagyis ebben az esetben a geofizikai mérések alapján meghatározott mélyföldtani felépítés adhat érdemben információt a lehetséges okokról.

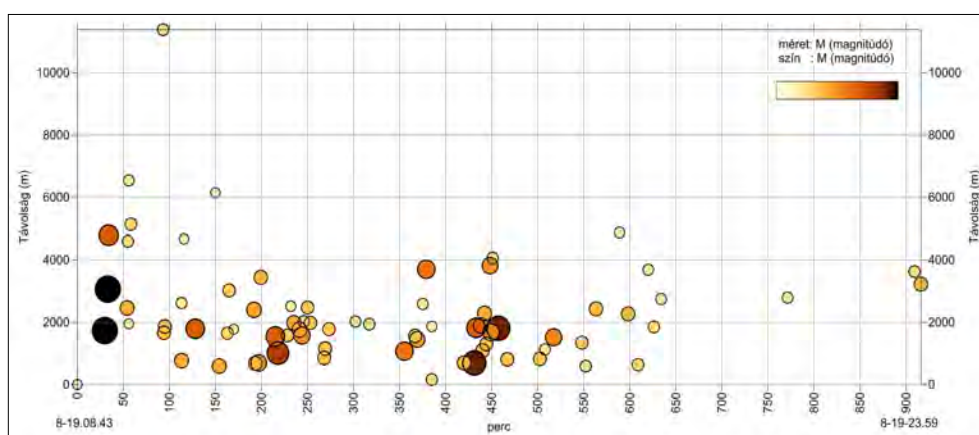
Az 5. ábra mutatja az idő függvényében a kipattant föld-rengések távolságát a legelső rengéstől. Látszik, hogy a főbb rengések egy durván 3–5 km sugarú körben következtek be (6. ábra). A rengések csoportosan (rajokban) történtek augusztus 19. és szeptember 8. között (2. táblázat, 7. ábra).

3. Térképező földtani-geofizikai adatok

A rengések helye a prekainozoos földtani térkép (Haas et al. 2010, 2014) alapján tektonikus szerkezetekkel erősen terhelt területre szén található (8. ábra). A medencealjzat 3–4 km-es mélysége és a rengések 12–23 km mélysége viszont egy mélyebb elmozdulási szintre mutatnak. A nagyobb, mély és erős rengéseket követheti gyengébb, sekélyebb szintű utórengés (2. ábra), ami a terület statikus energiaminimum állapotának (össztömeg-egyensúlyának) elérése céljából, azaz feszültségkiegyenlítés, anyagátrendeződés miatt történik.

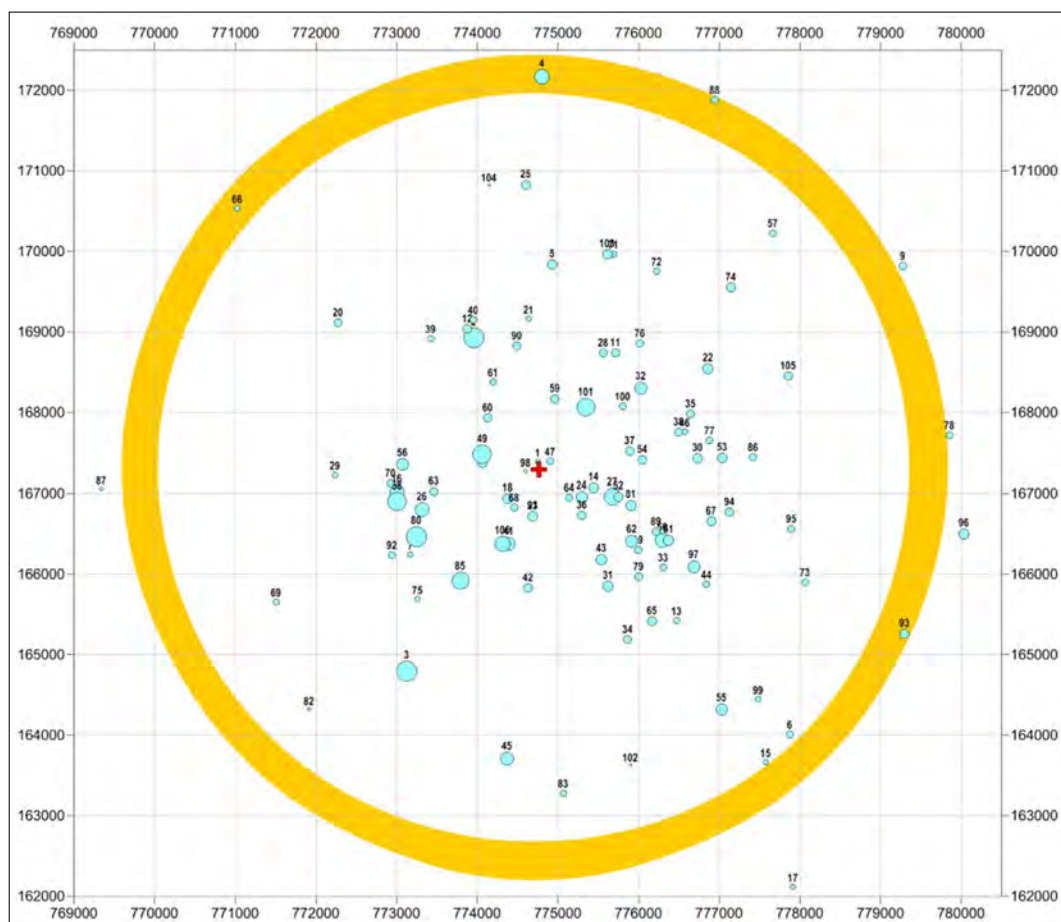
3.1. Gravitációs adatok

Az Eötvös Loránd által elkezdett gravitációs mérések területi fedettséget adnak az országnak (Kiss, Gulyás 2005) és



5. ábra Békési rengések, utórengések, rengésrajok – időrendi sorrendben, az első rengéstől való távolsággal (augusztus 19-én 8.00–24.00 óra között)

Figure 5 Earthquakes, aftershocks, earthquake swarms in Békés – in chronological order, with distance from the first earthquake (August 19, between 8:00 a.m. and 12:00 p.m.)



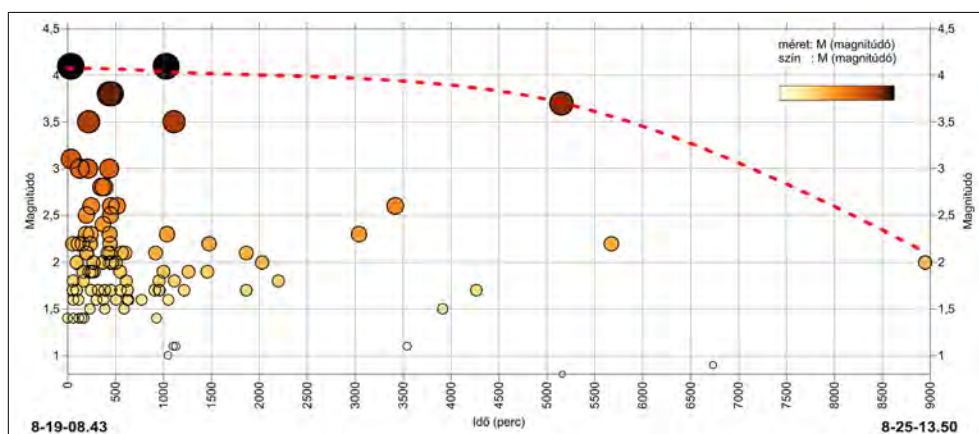
6. ábra A 2023. augusztusi békési földrengések területi eloszlása (időrendi sorszámmal, magnitúdó-arányosan)

Figure 6 Spatial distribution of Békés earthquakes in August 2023 (in chronological order, proportional to magnitude)

ma már a Kárpát-medence teljes területére (Kiss 2006, 2014, 2016). A Kárpát-medence belseje felett tapasztalt izosztatikus eredetű (Kiss 2009, 2010) gravitációs maximumot felszabdalo minimumzónák alapján, különböző szűrések segítségével regionális gravitációs lineamentek

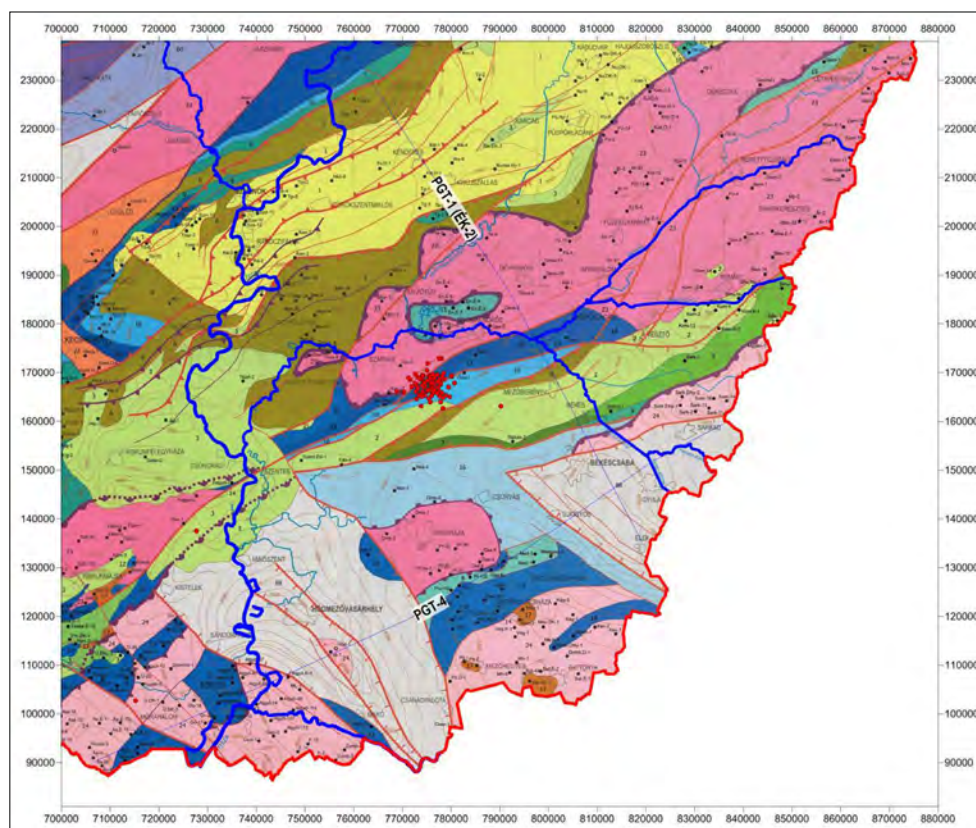
lettek kijelölve, ennek Szarvas környékére eső részét mutatja a 9. ábra.

Látható, hogy a közel Ny–K irányú regionális gravitációs lineamentek közvetlen közelébe esnek a rengések (Kiss 2006, „Kapos–Körös vonal”). A rengések helyei minimumzónák kereszteződésénél vannak, a másik irány a ÉÉNy–DDK-i



7. ábra Békési földrengések augusztus 19–25. között

Figure 7 Earthquakes between August 19 and 25 in Békés



Jelmagyarázat:

- 2 – Senon flis
 6 – Alsó kréta bázisos vulkanitok és ezek áthalmazott tengeri üledékei
 10 – Alsó–középső jura pelágikus, finom sziliciklasztos összlet
 13 – Középső triász sekélytengeri, sziliciklasztos és karbonátos összlet
 23 – Variszkuszi (karbon, perm) metamorfit összlet, gneisz, csillámpala, amfibolit

8. ábra A békési rengések a Haas-féle (2010) prekainozoos medencealjazat térképén a PGT–1 és PGT–4 szelvények nyomvonalával. A rengések a prekainozoos medencealjazat felszínén a paleozoos metamorfitok [23] és a mezozoos sziliciklasztos, karbonátos [13] és pelágikus [10] képződmények kontaktuszónájában jelentkeznek. (A képződmények ismertetését a Függelék mutatja, a medencealjazat-mélységet a 20. ábra.)

Figure 8 The Békés earthquakes on the Haas (2010) Pre-Cenozoic basement map with the traces of the PGT–1 and PGT–4 sections. The earthquakes occur on the surface of the Pre-Cenozoic basement in the contact zone of Paleozoic metamorphites and Mesozoic siliciclastic, carbonate [13] and pelagic [10] formations. (The description of the formations is shown in Appendix, the depth of the basement is shown in Figure 20)

irány, amihez szintén van regionális lineaments (középvonalban), de ez egy szélesebb zóna, amelynek az É–ÉK-i peremén vannak a rengések, és a rengésrajok irányítotttsága kezdetben ez az irány volt.

A gravitációs anomáliák spektrális jellege (térfrekvenciája, az anomáliák hullámhosszúsága) a hatások mély-

4. táblázat Gravitációs anomáliák spektrális szűrése – mélység és mélységtartomány
Table 4 Spectral filtering of gravity anomalies – depth and depth range

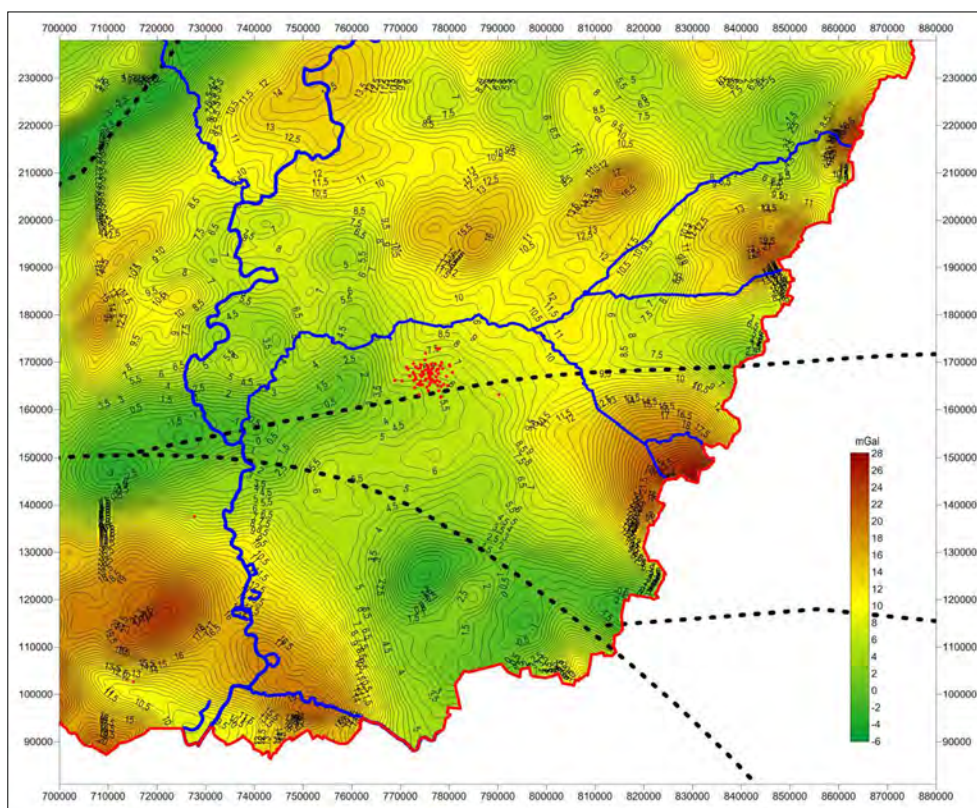
Szűrt adat	Spektrális mélység	Mélységtartomány
dg2_h200.grd	200	<500
dg2_h1300.grd	1300	500–2400
dg2_h4500.grd	4500	2400–7000
dg2_h16000.grd	16000	>7000

ségéről is hordoznak információt, ezt is érdemes megvizsgálni (Kiss 2012, 2014). A spektrális szűrések alapján 4 mélységtartományt lehet azonosítani, amelyek jellemző mélységét és mélységtartományát az 4. táblázat mutatja. A Bouguer-anomália-térkép szűréséből kapott spektrálisan szűrt térképek az adott szűrések mélységtartományába eső gravitációs hatásokat mutatják.

A 10. ábra térképe a felső 500 m-es összlet gravitációs hatását látjuk. Ezen a közel Ny–K-i lineaments csak halványan jelentkezik, sokkal erősebb a prekainozoos földtani térképről (Haas et al. 2010) ismert ÉK-i irányú szerkezeti vonal.

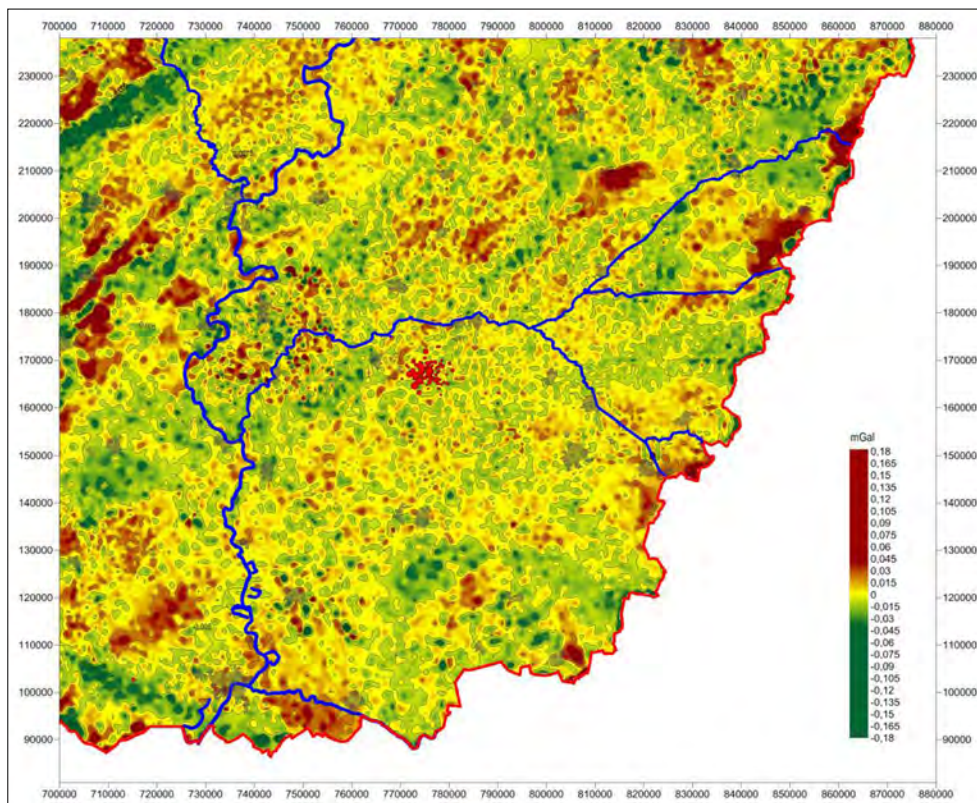
A 11. ábra térképe a 500–2400 m-es mélységtartományi összlet gravitációs hatását mutatja. Ezen a földtani térkép szerkezete mellett már határozottabban megjelenik a közel Ny–K-i lineaments is.

A 12. ábra térképe a 2400–7000 m közötti gravitációs hatásokat mutatja. A földtani térképről ismert szerkezet megjelenése gyengül, de egyre erősebb a Ny–K-i, sőt



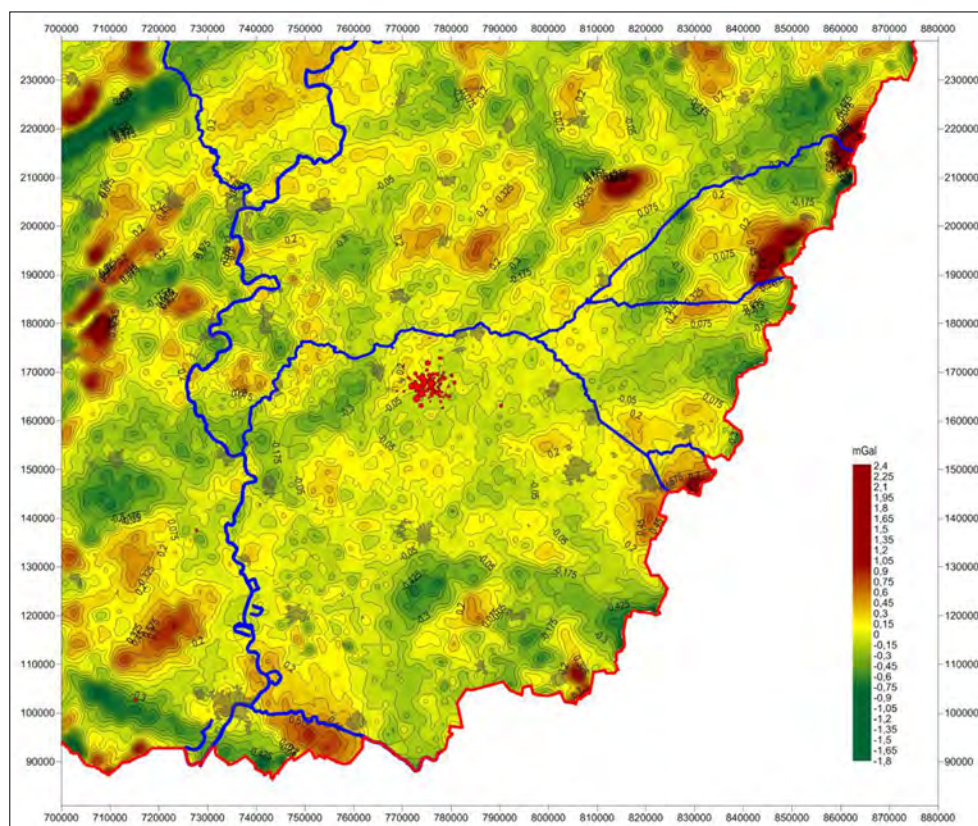
9. ábra Bouguer-anomália-térkép az Alföld DK-i részéről, rajta regionális gravitációs lineamentek (szaggatott fekete vonal) és a földrengések (piros pontokkal)

Figure 9 Bouguer anomaly map of the SE part of the Great Plain, showing regional gravity lineaments (dashed black line) and earthquakes (with red dots)

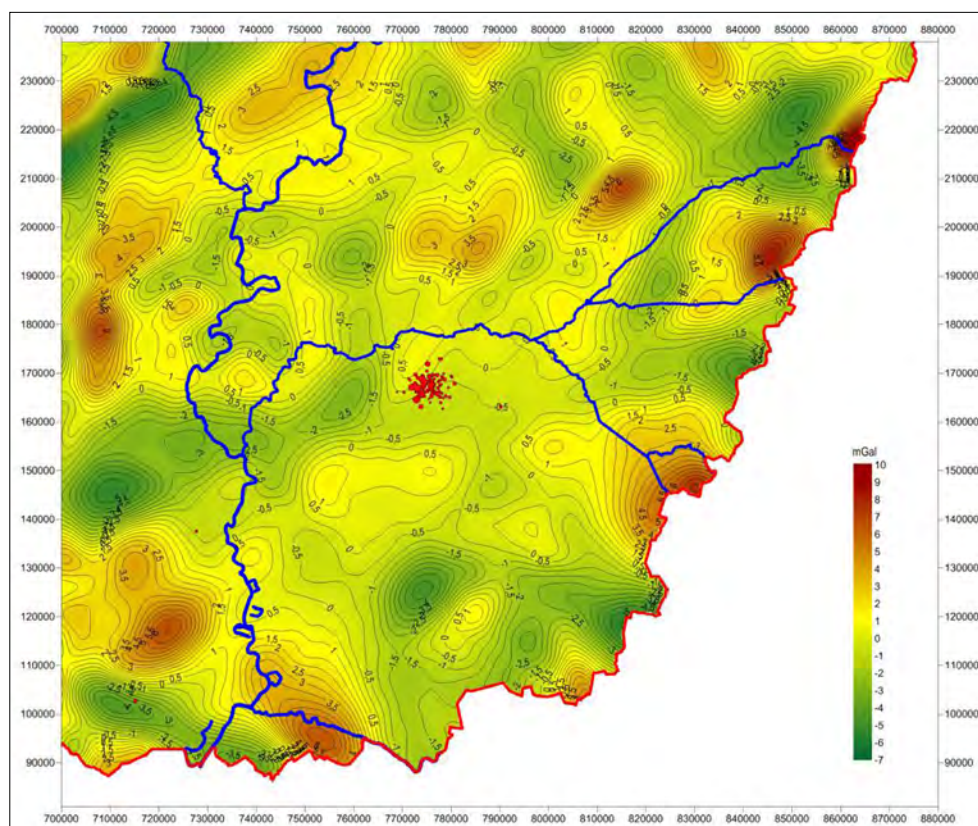


10. ábra Gravitációs adatok spektrális szűrésének eredménye: a 200 m-es spektrális mélység gravitációs hatása

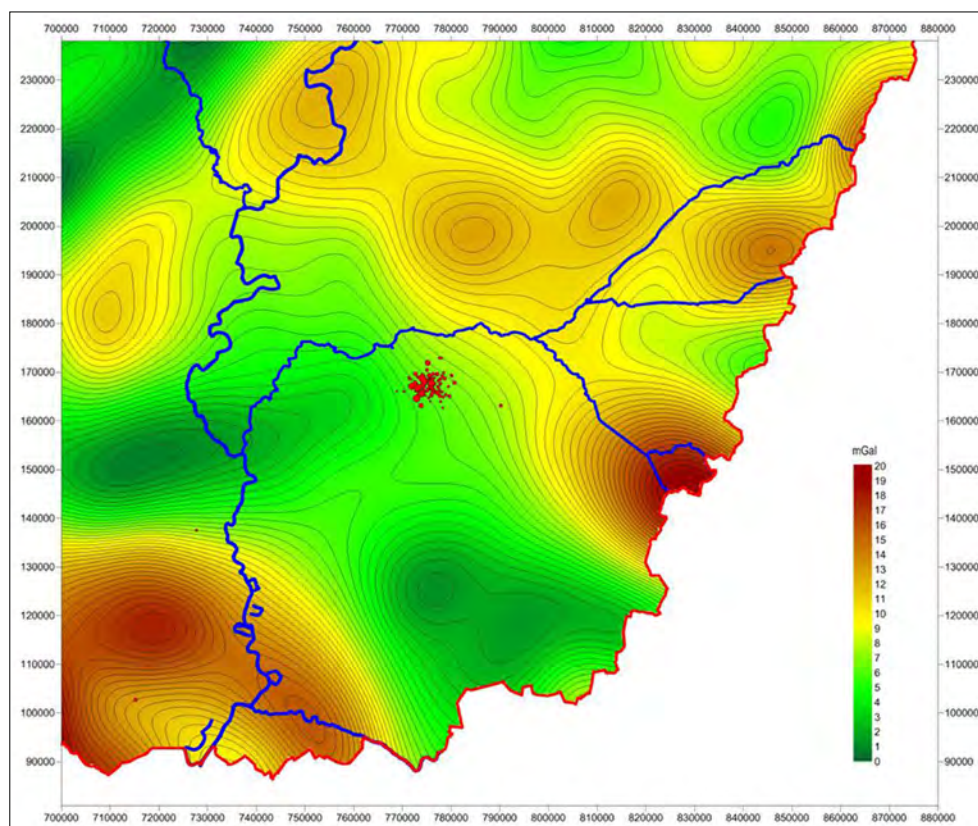
Figure 10 The result of spectral filtering of gravity data: the gravity effect of the 200 m spectral depth



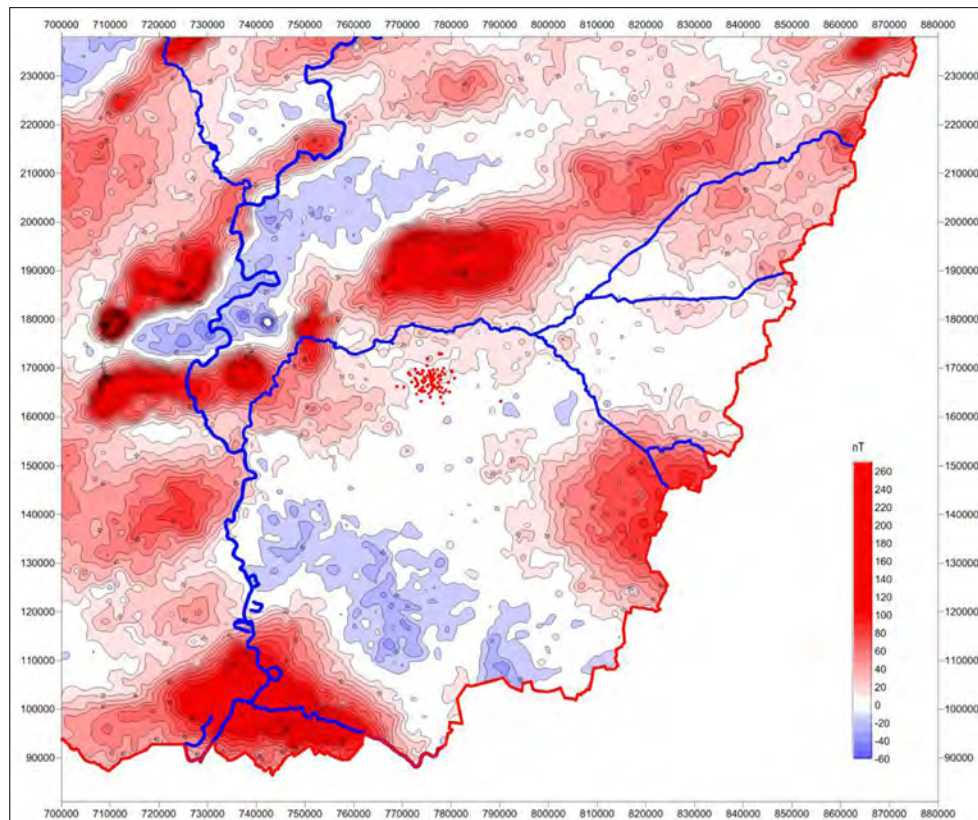
11. ábra | Gravitációs adatok spektrális szűrésének eredménye: az 1300 m-es spektrális mélység gravitációs hatása
Figure 11 | The result of spectral filtering of gravity data: the gravity effect of the 1300 m spectral depth



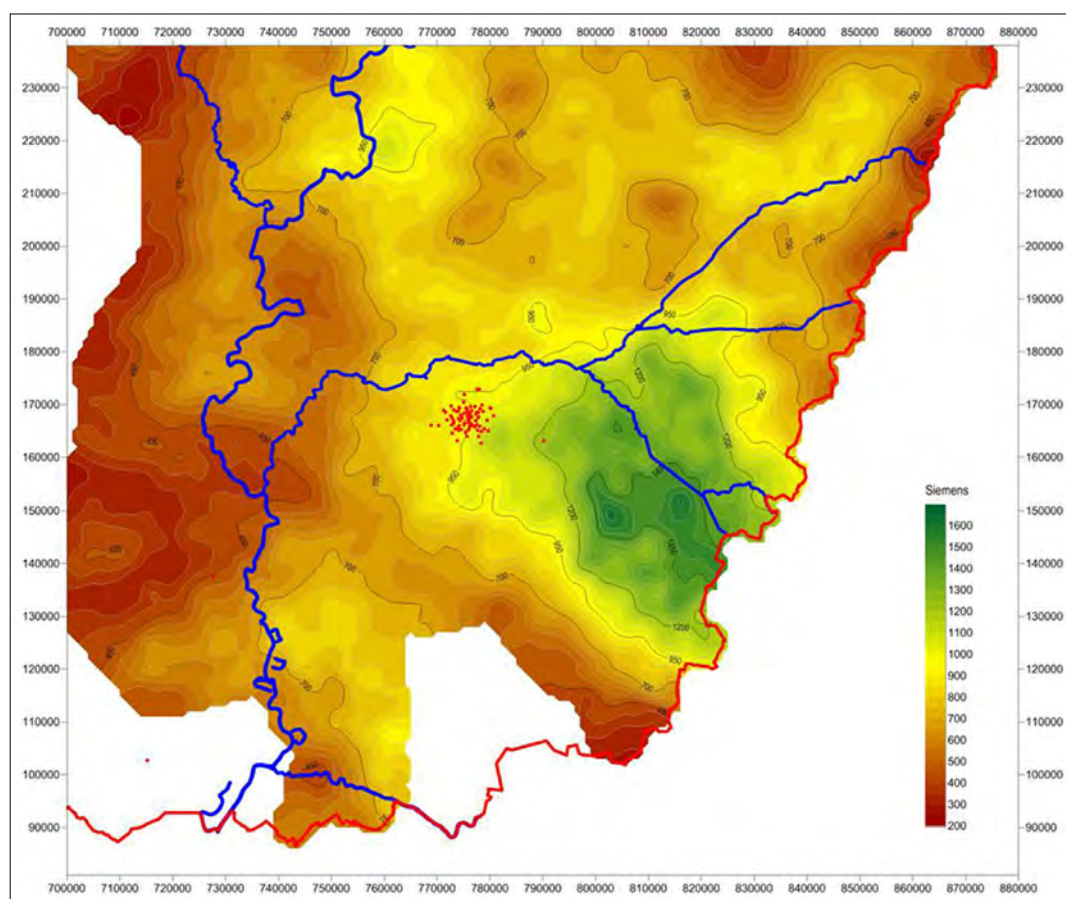
12. ábra | Gravitációs adatok spektrális szűrésének eredménye: a 4500 m-es spektrális mélység gravitációs hatása
Figure 12 | The result of spectral filtering of gravity data: the gravity effect of the 4500 m spectral depth



13. ábra | Gravitációs adatok spektrális szűrésének eredménye: a 16000 m-es mélység gravitációs hatása
Figure 13 | The result of spectral filtering of gravity data: the gravity effect of the 16000 m spectral depth



14. ábra | Földi mágneses ΔZ anomália-térkép az Alföld DK-i részéről a földrengésekkel (piros pont szimbólumokkal)
Figure 14 | Earth magnetic ΔZ anomaly map of the SE part of the GreatPlain with earthquakes (red dot symbols)



15. ábra | Tellurikus vezetőképességi térkép az Alföld DK-iréséről a földrengésekkel (piros pontokkal) és a nagy vezetőképességű Békési-medencével
Figure 15 | Telluric conductivity map of the SE part of the Alföld with the earthquakes (red dots) and the highly conductive Békési basin

lassan megjelenik az ÉÉNy–DDK-i gravitációs lineamens is.

A 13. ábra térképe a 7000 m-nél mélyebben elhelyezkedő kőzetek gravitációs hatását mutatja, ebben a közel Ny–K-i és az ÉÉNy–DDK-i gravitációs lineamens is jól azonosítható. Az előzetes epicentrummélységek alapján ez a térkép tartalmazza a rengés környezetének gravitációs hatását, azaz az adott földtani környezetre jellemző sűrűségviszonyokat. A térképet vizsgálva ki is rajzolódik, hogy a két regionális (nagy mélységű) gravitációs lineamens (mélyszerkezeti elem) metszéspontjában jelentkeznek a földrengések.

3.2. Mágneses adatok

A földi mágneses ΔZ anomália-térkép a földtani térkép nagyszerkezeti irányával megegyező mágneses anomáliavonulatot mutat DNy–ÉK irányban. E zónától DK-re, a Békési-medence – Battonyai-gerinc közötti mágneses előjelváltás ÉNy-i folytatásában találjuk a földrengéseket (14. ábra). A mágneses anomáliák a Curie-mélység felett megjelenő alsó kéreg bázisosabb – és ezért mágneses anomáliát okozó – képződményeivel lehetnek összefüggésben.

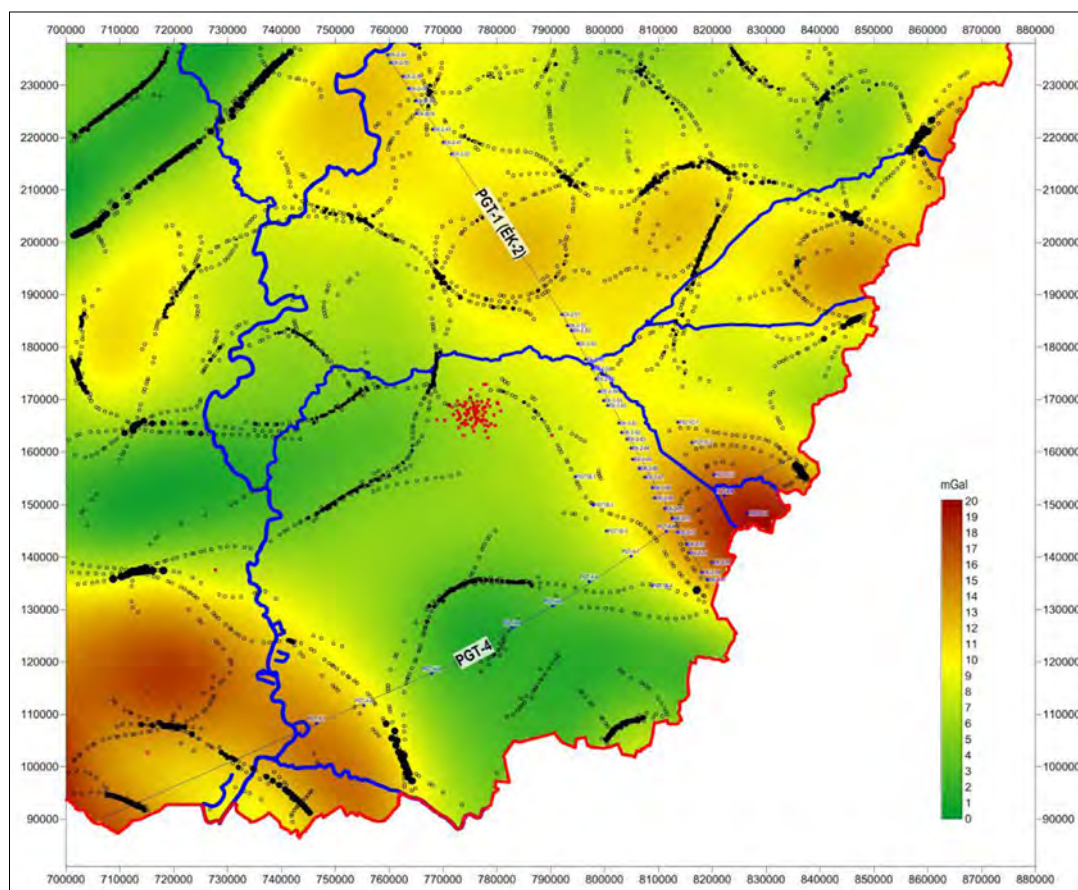
A DNy–ÉK-i irány esetében a szerkezeti zóna mentén kerül a bázisos anyag a Curie-mélység fölé, itt vonalas elrendezésű, míg a Békési-medence esetében a nagyobb sűrűségű alsó kéreg az izosztatisz kiegyenlítődési folyamatok miatt kerül kiemelt, Curie-mélység feletti helyzetbe.

3.3. Tellurikus adatok

A tellurikus mérések esetében a szakemberek (Nemesi 2000) tapasztalati úton jöttek rá, hogy kétréteges modellt feltételezve, alul nagy ellenállású medencealjzat, felül jobb vezetőképességű fedőüledék, akkor a fedő összlet vezetőképessége meghatározható, s erre a legalkalmasabb a $T = 25$ s periódusidő jele. Bázispontokon meghatározták más mérésekkel az összegzett vezetőképességet, majd a relatív méréseket bekötve a bázispont adataihoz, vezetőképességi térképet szerkesztettek (Nemesi 2000, Madarasi et al. 2006). DK-Alföld vezetőképességi térképét a 15. ábra mutatja. A rengések itt is a korábban már ismertetett szerkezeti irányok találkozásában jelentkeznek.

3.4. Hidrobotanikai adatok

Korábbi évek vizsgálata (Kiss, Szalma 2007) azt mutatta, hogy azokon a helyeken, ahol gravitációs lineamensek van-



16. ábra A 7 km-nél mélyebb gravitációs hatások anomália-térképe (spektrális szűrésből) a PGT-1 és PGT-4 szelvények nyomvonalával és a magnetotellurikus szondázások pontjaival (kék), valamint a szűrt térkép alapján, objektív úton előállított sűrűség-határfelületekkel

Figure 16 Anomaly map of gravity effects deeper than 7 km (from spectral filtering) with the track of the PGT-1 and PGT-4 sections and the points of the magnetotelluric soundings (blue), and density edge detections based on the filtered map

nak, és felettük disztróf (oxigénhiányos környezetet elviselő) növényi vegetáció található, ott dominánsan a mélybeli vizek feláramlásával kell számolni. Almási és Tóth (2001) megállapították, hogy a mélytörések mentén gyakran lép fel hidrogeológiai kürtőhatás, azaz a túlnyomásos mélységi vizek feljönnek a felszínre, megváltoztatva a felszíni vizek összetételét – megnövelve a sótartalmat és a vizek hőmérsékletét. A disztróf növényi vegetáció a természetben ezeken a helyeken alakul ki. Szarvason ismertek a termálvizek, több helyen – a Körösök mentén is – a disztróf növényi társulások is jelen vannak, és gravitációs lineamentek is átmennek a területen, ami egyértelműen mélytörésekre utal.

4. Szelvény menti geofizikai adatok

A földrengések környezetében két litoszférakutató szeizmikus szelvény is elhaladt, a PGT-1 és a PGT-4 szelvények (Posgay et al. 1996, Kovácsvölgyi 1995, Kiss, Madarasi 2012, Takács et al. 2021). Sajnos egyik sem az epicentrumon ment keresztül, de a regionális értelmezéshez ezek a szelvények is felhasználhatók. A szelvények mentén magnetotellurikus mérések is történtek, és a gravitációs

és mágneses térképező mérésekből mélységmetszetek (Kiss, Vértessy 2020) készíthetők.

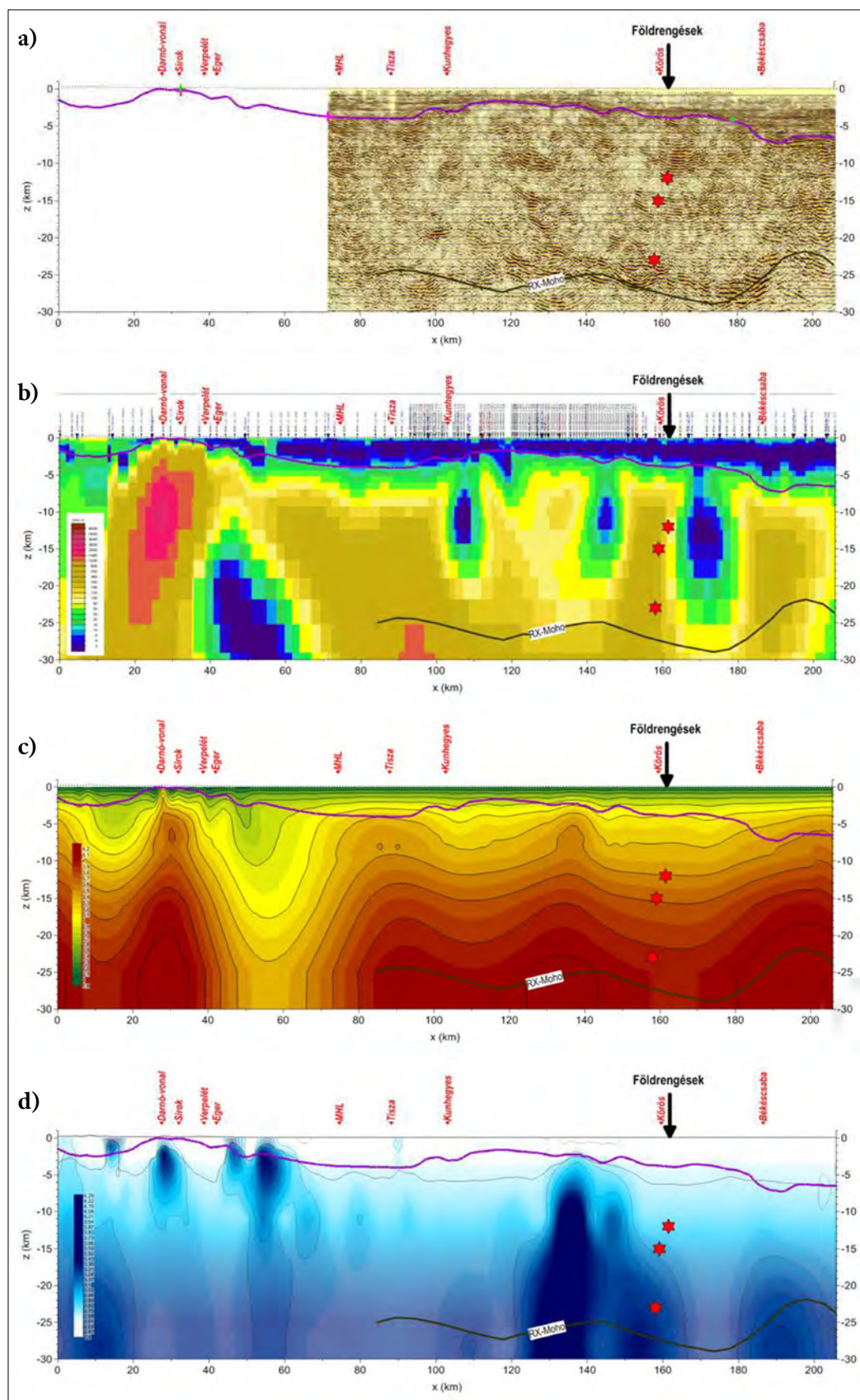
4.1. A PGT-1 szelvény

A PGT-1 szelvény ÉK-re 20 km távolságban van a rengések központjától (8. ábra). A mélység-szelvények közül a szeizmikus reflexiós képben (17a. ábra) vannak olyan reflexiómegszakadások, amelyek kapcsolatba hozhatók a rengések által leírt felülettel (szerkezeti indikáció).

A magnetotellurikus szelvényen (17b. ábra) egyértelműen egy közel függőleges fajlagosellenállás-határfelület található a rengések mentén. A fajlagos ellenállás változása a pórusterben megjelenő fluidummal, a fluidum magas hőmérsékletével vagy magas sókoncentrációjával lehet összefüggésben (fluidumindikáció).

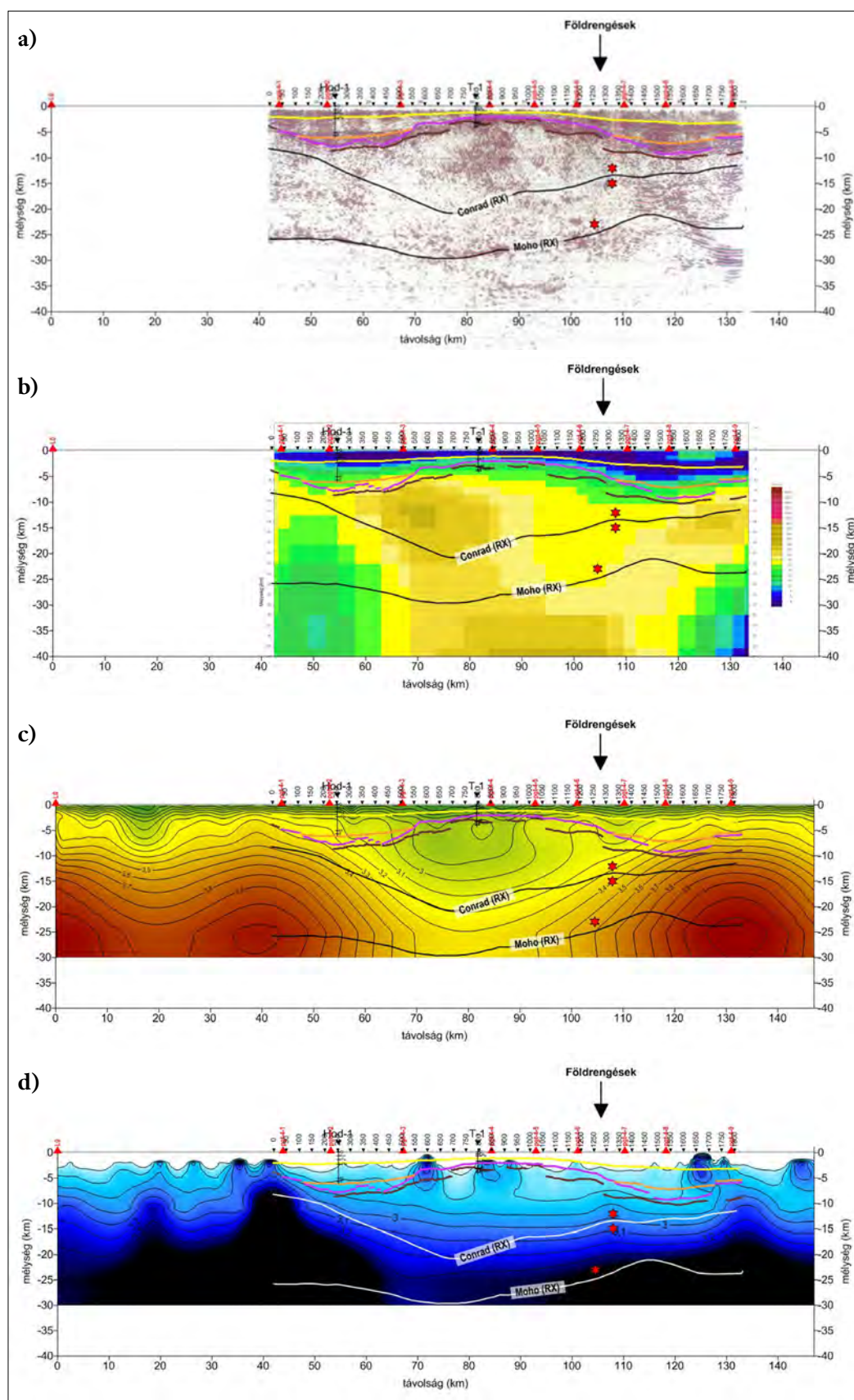
A relatív sűrűség mélységmetszet (17c. ábra) a kristályos kőzetek szintjén árokszerű sűrűségcsökkenést jelez, ami nyírási zónákra utal.

A relatív mágnesezettségi mélységmetszeten (17d. ábra) a rengésektől É-ra mágneses ható található, amely a mély-



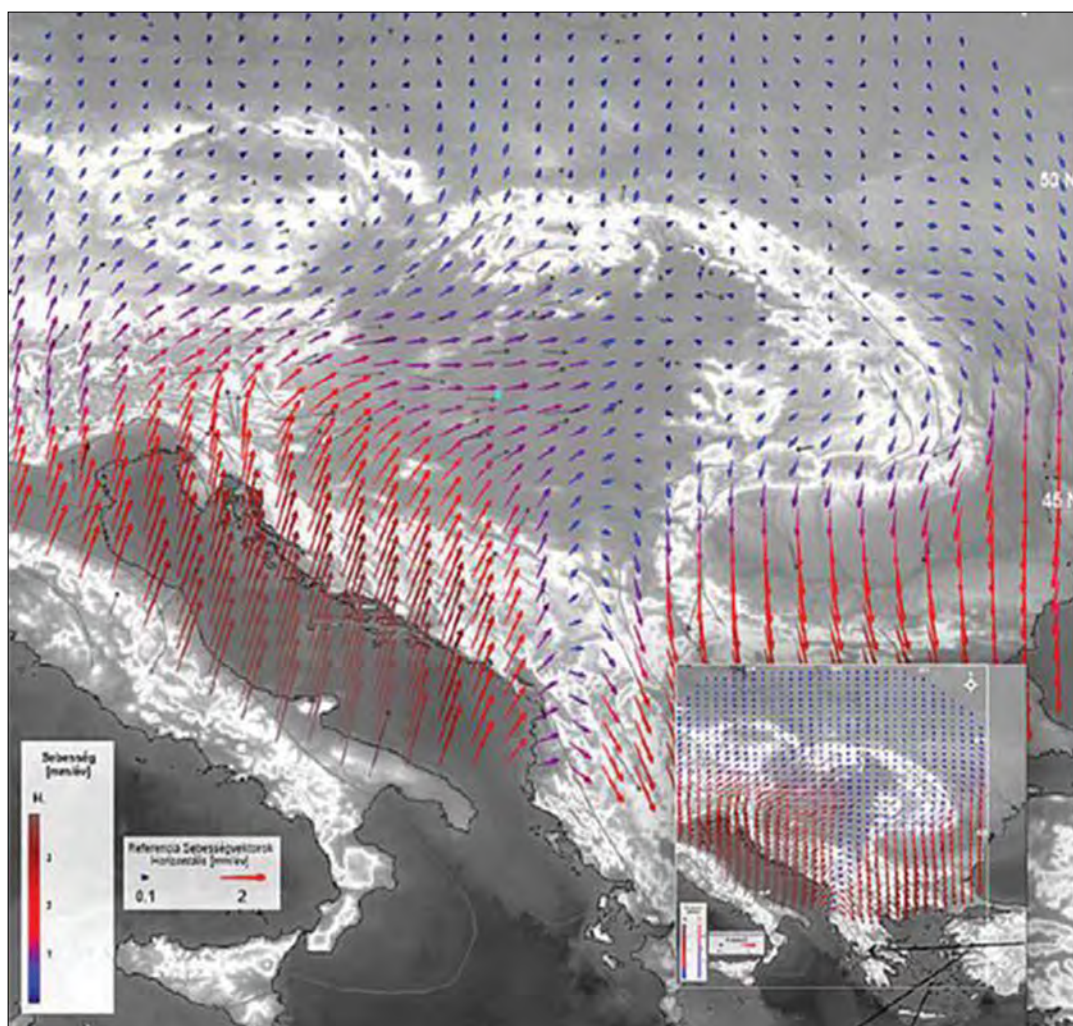
17. ábra | Geofizikai paraméter mélységmetszetek a PGT-1 szelvény mentén a hipocentrumokkal. (a) Szeizmikus reflexiók mélységmetszet, (b) magnetotellurikus fajlagosellenállás-mélységmetszet, (c) relatív sűrűség-mélységmetszet, (d) relatív mágneszettségi mélységmetszet

Figure 17 | Geophysical parameter depth sections along the PGT-1 profile with the hypocenters. (a) Seismic reflection depth section, (b) magnetotelluric resistivity depth section, (c) relative density depth section, (d) relative magnetization depth section



18. ábra | Geofizikai paraméter-mélységmetszetek a PGT-4 szelvény mentén a hipocentrumokkal. (a) Szeizmikus reflexiók mélységmetszet, (b) magnetotellurikus fajlagosellenállás-mélységmetszet, (c) relatívsűrűség- mélységmetszet, (d) relatív mágneszettségi mélységmetszet

Figure 18 | Geophysical parameter depth sections along the PGT-4 profile with the hypocenters. (a) Seismic reflection depth section, (b) magnetotelluric resistivity depth section, (c) relative density depth section, (d) relative magnetization depth section



19. ábra | Közép-Európa kéregmozgás-sebességtérképe geodinamikai GPS-mérések alapján (Grenerczy 2014)

Figure 19 | Crustal movement velocity map of Central Europe based on geodynamic GPS measurements (Grenerczy 2014)

ség felé kivastagodik, pereme akár a rengéscsoport széle is lehet. A sűrűség- és mágnesezettségi mélységmetszet a kritikus területrezen hasonló jellegzetességet mutat, mint a magnetotellurikus metszet, ami ugyan más geofizikai paraméterrel, de ugyanazon földtani jelenséggel megmagyarázható.

4.2. A PGT-4 szelvény

A PGT-4 szelvény DK-re 36 km távolságra van a rengések központjától (8. ábra). A mélyszeizmikus reflexiós szelvényen (18a. ábra) a rengések felett, már a prekainozoos medencealjzat lefutásában is szerkezeti lépcsőt értelmeztek a szeizmikus kollégák (Takács et al. 1995) 6–9 km mélységben. A rengések ez alatt, de mélyebben jelentkeztek és egy köpenyfelboltozódáshoz is kapcsolódhatnak.

A magnetotellurikus mérések (18b. ábra) a szelvény mentén nagyon kevés mérési pontból állnak, de az előző

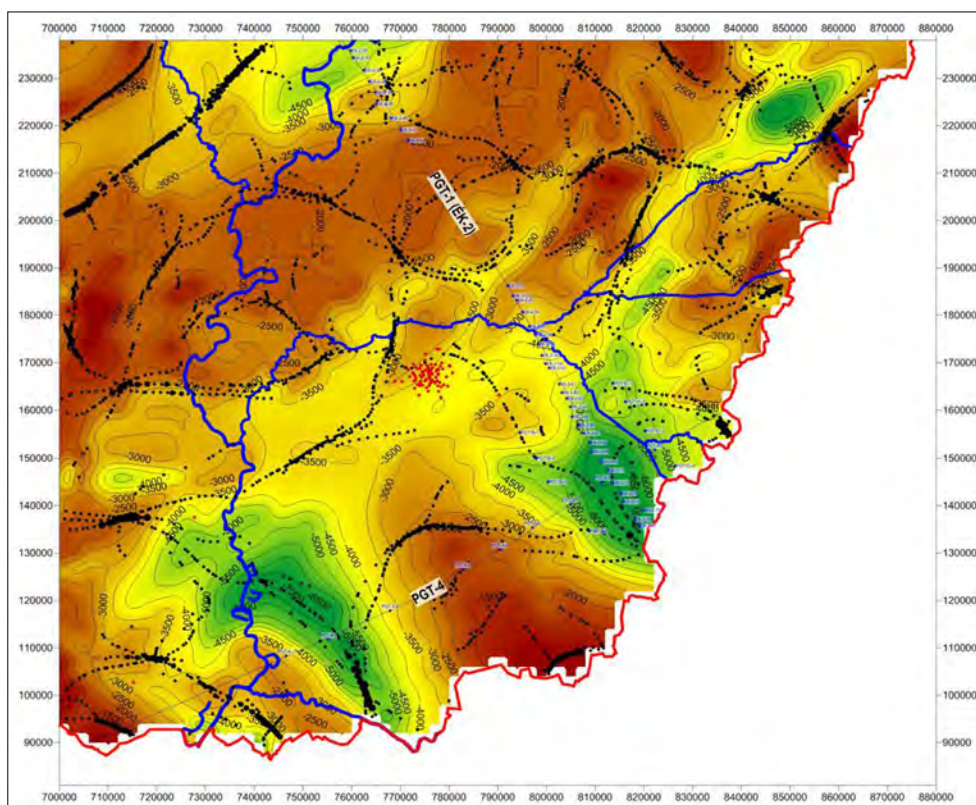
értelmezésnek a fajlagosellenállás-szelvény nem mond ellent.

A relatív sűrűségi mélységmetszeten (18c. ábra) lokális maximum peremén található a rengések, és követik az izovonalak lefutását. A megnövekedett sűrűség alsókéreg- és köpenykiemelkedésekre utalhatnak.

A mágnesezettségi mélységmetszeten (18d. ábra) 15 km mélységtől egészen kb. 7 km-ig kisebb kiemelkedés (alsókéreg- és/vagy köpenydiapír) jelentkezik a rengések mentén.

5. Konklúzió

Ha több hipocentrum-mélységmeghatározás áll majd rendelkezésre, azok megjelenítése segíthet bennünket a pontosabb rengési környezet meghatározásában. A PGT-4 szelvény feldolgozásáról is tervezünk egy publikációt, amelyben a földrengésekhez kapcsolható földtani információk is fontos szerephez juthatnak.



20. ábra | Haas-féle medencealjzat-mélységtérkép (Haas et al. 2010) a mélybeli hatóperemekkel és a rengések helyével (a rengések helyén a medencealjzat-mélysége 3,5 km körüli)

Figure 20 | Haas basement depth map (Haas et al. 2010) with deep margins and earthquake locations (at the location of the earthquakes, the depth of the basement is around 3.5 km)

A területen sok szeizmikus mérést végeztek, azonban azok a mérések nem a litoszféra, hanem szénhidrogén-kutatás céljából lettek lemérve, így a földrengések mélységét sok esetben nem érik el. Más mérésekkel ugyanez a probléma: vagy nagyon ritkán állnak rendelkezésre, vagy az adott mélységet azok az adatok sem érik el.

A rengések mélysége, magnitúdója, a kéregről rendelkezésre álló közvetett geofizikai információk, az eddigi mélyföldtani kutatások eredményei természetes földtani okokra utalnak. Azaz a földrengések mélyföldtani szempontból indokolható helyen jelentkeztek.

6. Geodinamikai vonatkozások

Rengeteg geodinamikai cikk született az évek során, ennek egyfajta összefoglalásaként a Kiss és Zilahi-Sebess (2019) cikk. A cikk a Kárpát-Pannon régió mélyfúrási és földrengési adataiból meghatározott feszültségtérnek (Bada et al. 2004, Bada et al. 2014), az űrgeodéziai GPS-mérésekből kapott recens lemezmozgásnak (Greneczy 2000, 2014; 19. ábra), a szeizmológiai mérések által meghatározott gyors hullámterjedési irányoknak (Qorbani et al. 2016) és gravitációs geofizikai mérési eredményeknek (Kiss 2014) a figyelembevételével következtet a térség geodinamikai folyamataira és azok eredetére.

A megfigyelési eredmények alapján azt vizsgáltuk, hogy milyen mozgások és meghajtó erők játszhattak szerepet a Kárpát-Pannon régió kialakulásában. Ezek az erők ma is hatnak, és a földrengések kialakulásának elsődleges okai is lehetnek, ezért ismeretük kisebb területekre nézve is fontos lenne!

7. Epilógus

A rengések környezetében vannak geotermikus termelő kutak (Szarvas, Mezőberény), de azon a környéken van a Fábiánsebestyén-4 fúrás is (170–190 fokos gőzt tárt fel 1985-ben), továbbá vannak CH-mezők is már régóta működő termelő kutakkal. Ezek az objektumok azonban nem magyarázzák meg a nagaszaki atomrobbantásnak megfelelő 20 kT energiájú (1. ábra) földrengéseket (durván 6 db rengés sorolható ide, 3. táblázat), amelyek 12–23 km mélységben pattantak ki.

Egy 3,5–4,0-es magnitúdójú rengés csak akkor pattanhat ki 10 km-nél nagyobb mélységben, ha a feszültség azon a mélységszinten jelen van. Kőzetfeszültség (felgyülemlett energia) nélkül az adott mélységben nem lesz rengés, bármi is történik a felszínen. Mivel a feszültség az adott mélységben jelen van, így a rengések kipattanása csak idő kérdése, azaz ma vagy holnap, de mindenképpen megtörtént volna mindenfajta emberi tevékenységtől függetlenül.

Felmerül továbbá a kérdés: hogy a magyarországi ismert rengések hipocentrummélysége miért 10–15 km-es módus értékkel (Tóth, Zsíros 2000) jellemezhető. Véleményem szerint azért, mert ez a mélység a Conrad-felület (felső és alsó kéreg határfelülete) mélysége, amelyet gyakran a Curie-mélységgel is összefüggésbe hozunk. A rideg, savanyú felső kéreg és a rugalmas, bázikus alsó kéreg a fizikai tulajdonságaikból adódó eltérő sebességű (geodinamikai) mozgása a határfelületen feszültséget, esetenként rengéseket okoz.

A tanulmány szerzője

Kiss János

Jegyzetek

¹⁾ A Richter-skála a földrengés erősségének műszeres megfigyelésen alapuló mérőszámát (a Richter-magnitúdót) adja meg. Charles Richter amerikai geofizikus által, a földrengések alkalomával felszabaduló energia mérésére 1935-ben kidolgozott logaritmikus skála. Minden fokozat az előzőnél 32-szer nagyobb energiájú. A magnitúdó a földrengéskor a fészekben felszabaduló energia logaritmusával arányos. Egy 4,5 méretű földrengés kipattanásakor nagyjából akkora energia szabadul fel, mint egy kisebb (20 kilotonnás, nagaszaki méretű) atombomba robbanásakor.

Hivatkozások (időrendben)

Pap S. (1993): Fábiansebestyén – Nagyszénás – Orosháza környékének mélyföldtana. Földtani Közlöny, 123/1, 69–98.

Kovácsvölgyi S., (1995): DK-Magyarország gravitációs és földmágneses anomáliáinak értelmezése. Magyar Geofizika 36/3, 198–202.

Posgay K., Takács E., Szalay I., Bodoky T., Hegedűs E., Kántor I. J., Tímár Z., Varga G., Bérczi I., Szalay Á., Nagy Z., Pápa A., Hajnal Z., Reilkoff B., Mueller S., Ansoerge J., Iaco R., Asudeh I. (1996): International deep reflectionsurvey along the Hungarian Geotraverse. Geophysical Transactions, 10/12, 1–44.

Grenerczy Gy., Kenyeres A., Fejes I. (2000): Present crustal movement and strain distribution in Central Europe inferred from GPS measurements. J. Geophys. Res., 105, 21835–21846.

Grenerczy Gy. (2014): A Pannon-medence első háromdimenziós ürgeodéziai kéregmozgás-térképe (1. rész). Úrvilág úrkutatási hírportál (<http://www.urvilag.hu>)

Nemesi L. (ed.), (2000): Telluric map of West-Hungary. Geophysical Transactions, 43. p. 298.

Tóth L., Zsíros T., (2000): A pannon-medence szeizmicitása és földrengéskockázata. <http://www.sze.hu/ed/TothZsiros.doc>

Tóth J., Almási I. (2001): Interpretation of observed fluid potential pattern in a deep sedimentary basin under tectonic compression: Hungarian Great Plain, Pannonian Basin. Geofluids 1/1, 11–36.

Bada G., Windhoffer G., Szafián P., Dövényi P. (2004): Feszültségtér Európában és a Pannon-medence térségében: adatok,

modellek és geodinamikai alkalmazások. Budapest, ELTE, Geofizikai Tanszék, p. 118.

Kiss J., Gulyás Á. (2005): Magyarország gravitációs Bouguer-anomália térképe. M=1:500 000-es nyomtatott térképe, ELGI kiadvány

Kiss J. (2006): Magyarország gravitációs lineaments-térképe – első eredmények. Magyar Geofizika, 47/2, 1001–1010.

Madarasi A., Nemesi L., Varga G. (2006): Telluric map of East Hungary. Geophysical Transactions, 65–98.

Bada G., Horváth F., Dövényi P., Szafián P., Windhoffer G., Cloetingh S. (2007): Present day stress field and tectonic inversion in the Pannonian Basin. Global and Planetary Change, 58/1, 165–180.

Kiss J., Szalma E. (2007): Tündérrózsák és a gravitációs tér?! Magyar Geofizika, 48/2, 56–69.

Kiss J. (2009): Regionális gravitációs anomáliák, izosztatikus hatások Magyarországon. Magyar Geofizika, 50/4, 153–171.

Haas J., Budai T., Csontos L., Fodor L., Konrád Gy. (2010): Magyarország pre-kainozoos földtani térképe, 1:500 000. (Pre-Cenozoic geological map of Hungary, 1:500 000). A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest.

Kiss J. (2010): Mély medencék izosztatikus hatása. Magyar Geofizika, 51/3, 1–13.

Kiss J., Madarasi A. (2012): A PGT–1 szelvény komplex geofizikai vizsgálata (nem szeizmikus szemmel). Magyar Geofizika, 53/1, 29–54.

Kiss J. (2012): A Kárpát-Pannon Régió Bouguer-anomália-térképének frekvenciatartománybeli vizsgálata és értelmezése. Magyar Geofizika, 53/ 4, 236–257.

Kiss J. (2014): Magyarország Bouguer-anomália-térképének frekvenciatartománybeli vizsgálata és értelmezése. Magyar Geofizika, 55/4, 163–178.

Kiss J. (2014): A Kárpát-Pannon régió gravitációs képe – geodinamikai vonatkozások. pp. 113–126. In: Fancsik Tamás, Piros Olga (eds): Magyar Földtani és Geofizikai Intézet Évi Jelentése 2012–2013, p. 184, MFGI, HU ISSN-0368-9751

Kiss J. (2016): A gravitációs és mágneses anomáliák átfogó értelmezése a Kárpát–Pannon-régióban. Földtani Közlöny, 146/3, 275–298.

Qorbani E., Bokelmann G., Kovács I. J., Horváth F., Falus Gy. (2016): Deformation in the Asthenospheric mantle beneath the Carpathian-Pannonian Region. Journal of Geophysical Researches: Solid Earth, 121, DOI: 10.1002/2015JB012604.

Kiss J., Zilahi-Sebess L. (2019): Geodinamika a Kárpát-Pannon régióban. Magyar Geofizika, 59/4. 180–196.

Kiss J., Vértessy L. (2020): A potenciáltér-anomáliák paraméterfüggősége és spektrális mélységmetriák. Magyar Geofizika, 61/1, 8–18.

Takács E., Jánvári K. I., Kovácsvölgyi S., Süle S., Szalay I., Varga G. (1995): Jelentés a PGT–4/92 jelű szeizmikus szelvény mentén mért komplex geofizikai adatok 1995. évi feldolgozásáról és értelmezéséről. Kézirat, ELGI Adattár

Takács E., Kemény M., Gúthy T., Hegedűs E., Fancsik T. (2021): Rugalmassági paraméterek AVO-inverzióval történő becslése a Moho környezetében – PGT–4 szeizmikus szelvény. Magyar Geofizika, 62/1, 73–83.

Függelék

Appendix

A prekainozoos földtani térkép magyarázata (Haas et al. 2010)

Explanation of the Pre-Cenozoic geological map (Haas et al. 2010)

Variszkuszi (karbon, perm) metamorfit összlet, gneisz, csillámpala, amfibolit (23)

A Tiszai-főegység prekainozoos aljzatának legidősebb képződményeit számos kristályos aljzatkomplexumba sorolták, melyek elkülönítése elsősorban az ásvány-kőzettani kifejlődésben és a metamorfózis jellegében mutatkozó különbségek alapján történt.

Középső triász sekélytengeri, sziliciklasztos és karbonátos összlet (13)

Az anisusi transzgresszió nyomán a kora-triász szárazulat fölött sekélytengeri rámpa alakult ki, amelyet finomszemcsés terrigén törmelék lerakódása jellemzett (Patacsi Aleurolit). A kora-anisusi további szakaszában szabka környezetben dolomit, dolomárga, agyagkő, aleurolit, anhidrit és gipsz váltakozásából felépülő rétegsor rakódott le (Magyarürögi Evaporit, Hetvehelyi Dolomit). A középső-anisusi és a ladin korszakban a Mecseki- és a Villány-Bihari-egységben karbonátos rámpán zajlott az üledékképződés (Török Á. 1998), a rétegsort sötétszürke mészkőfajták (Viganvári Mészkő, Lapsi Mészkő, Zuhányai Mészkő) és dolomitosodott karbonátos kőzetek alkotják (Rókahegyi Dolomit, Csukmai Dolomit, Templomhegyi Dolomit). A Békés-Kodru-egység anisusi-nori rétegsora karbonátos platformon képződött, jelentős részben dolomitosodott kőzetekből áll (Szegedi Dolomit, 13a; Csanádapácai Dolomit, 13b) (Bleahu et al. 1994, Bércziné Makk 1998, Bérczinémakk et al. 2004). A karbonátos rétegsor vastagsága meghaladja a 600 métert.

Alsó-középső jura pelágikus, finom sziliciklasztos összlet (10)

A Kelet-Mecsek területén a pelágikus medence kifejlődését alsó-jura („foltos márga”) rétegsort homokkő, aleurolit és márga kőzettípusokból felépülő rétegsor (Vasasi és Hosz-

szúhetényi Márga, Mecseknádasdi Homokkő, Óbányai Aleurolit, Komlói Mészmárga) alkotja, amely DNy felé kivantagodva elérheti a 2000 m-t is (Némedi Varga 1988). A „foltos márga” jelentős vastagságú rétegsora ismert a Mecsektől ÉK-re a Dunántúlon Tolnanémedi környékén, továbbá a Duna-Tisza közének aljzatában Kecskemét-Nagykörös térségében (Bércziné-Makk 1998).

Alsó kréta bázisos vulkanitok és ezek áthalmozott tengeri üledékei (6)

Az alsó-kréta vulkanitokat (6a) alkálilbazalt, trachibazalt, tefrit és fonolit kőzettípusok alkotják (Mecsekjános Bazalt). Jellegzetes elváltozásai és megjelenési formái (párnaláva, hialoklasztit) tenger alatti effúzióra utalnak. A vulkánok és a rajtuk kialakult zátonyok lepusztulási törmeléke (Magyaregregyi Konglomerátum, 6b) több száz m vastag (Császár 1998b, 2002). Elterjedésük a Mecseki-egység ÉK-i részén, elsősorban Martfű, Tiszagyenda és Nagykörös-Kecskemét körzetében jelentős.

Senon flis (2)

A campani-maastrichti üledékciklus szög- és eróziós diszkordanciával települ a kristályos aljzatra, vagy idősebb mezozoos képződményekre. Sötétszürke, homokkő és aleurolit váltakozásából, illetve homokkőrétegekkel tagolt kőzetlisztes agyagmárgából álló képződmény (Körösi F.) konglomerátum-betelepülésekkel, alján bázisbreccsával. A Villány-Bihari-zónában a Duna-Tisza köze K-i részén ismert (Mélykút, Kisszállás, Zsana-É, Kiskunmajsa, Gátér), ahol 100–550 m vastagságban tárták fel. Ugyancsak megtalálható a Tiszántúlon, a Körösök vidékén, ahol két kifejlődését különítették el, egy vékonyabb, 100–150 m vastagságú, uralkodóan kőzetlisztes agyagmárga kifejlődését és egy vastagabb, 1000 m vastagságot is elérő, homokkő és aleurolit váltakozásából állót (Szentgyörgyi 1989).