

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). Érdemes volt megvizsgálni a rengéseket, a terület földtani környezetét és a rendelkezésre álló, mélyebb szintek felépítését mutató geofizikai adatokat is. Erről szól a következő tanulmány.

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

In August 2023, earthquakes erupted east of Szarvas. Earthquakes also used to occur in Hungary, but not in such a quantity (there were more than 100) and not with such strength (6 earthquakes over magnitude 3,5 were registered). It was also worth examining the earthquakes, the geological environment of the area and the available geophysical data showing the structure of deeper levels. This is what the next study is about.

Beérkezett: 2024. február 7.; elfogadva: 2024. március 7.

1. Prológus

Napjainkban furcsa dolgokat lehet tapasztalni. Mintha az emberiség egy része teljesen elszakadt volna a természetől. Más neműnek, esetleg állatnak vagy éppen istennek képzelik magukat. Volt már ilyen a történelemben korábban is, amikor pártfunkcionáriusok a folyók vízáramlását akarták megfordítani. Ezek a dolgok nem a felhalmozott tudással, sokkal inkább a tudatlansággal az emberiség egyfajta tévelygésével („az embernek mindent szabad”, „az ember számára minden elérhető”, „mi vagyunk a világ urai”), illetve hasonló téveszmékkel lehetnek összefüggésben esetleg a tudatmódosító anyagok hatásával, ami könnyen elérhető módja a „jólétnek” és az önpusztításnak!

Természetesen az ember hatással van a környezetére és az emberiség „bűntettei” megjelennek akár negatív visszacsatolásban is a természeti folyamatokban, de a természethez képest semmik vagyunk. Gondoljunk csak a nagy vulkánkitörések hatására vagy a földrengésekre (mekkora erők szabadulnak fel) vagy az ennek következményeképpen kialakuló cunamikra és mindezeknek az emberiségre gyakorolt hatására!

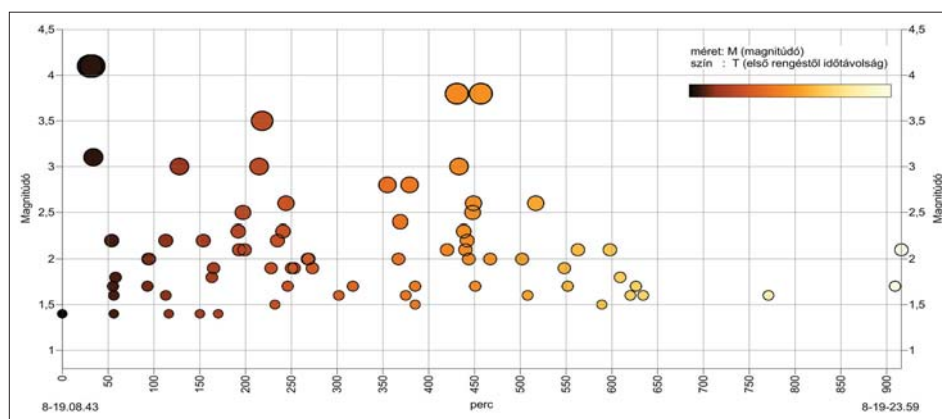
Ha mások nem is, de mi, természettudományokkal foglalkozó szakemberek, akik tanultunk őslénytant, tisztában

vagyunk vele, hogy egy-egy ilyen földi, természeti folyamat az élőlények részleges vagy akár teljes kihalásához is vezethet, amit számítógéppel, kostelefonnal vagy mesterséges intelligenciával sem tudnánk megakadályozni!

Természettudományokkal foglalkozó szakemberként nehéz szembeülni ezekkel a dolgokkal, ráadásul olyan oldalról is érkeznek nem megalapozott vélemények, amelyekre nem is számítanánk! Félreértés ne essék, mindenkinek lehet saját véleménye, de a szubjektív vélemény és az érvekkel, adatokkal alátámasztott elképzelés, törvényszerűség között nagyon nagy szakadék van!

A jelen cikkben a békési 2023 augusztusában lezajlott rengésekkel kapcsolatban összegezzük elsősorban a földtanhoz kapcsolódó geofizikai információkat, mert a sok vélemény és hozzászólás között csak a konkrét háttérinformációk nem jelentek meg. Nem fogunk beszélni az ipar tevékenységéről az adott körzetben, mert nem ismerjük eléggé, maximum felsoroljuk azt. Nem fogjuk a hipocentrum-mélységmeghatározásokat kritizálni, mert az nem a szakterületünk, és megbízunk azokban, akik nap mint nap ezzel foglalkoznak.

(Ja, és atomfizikáról sem fogunk beszélni, noha tanultunk róla, de mégse, mert a gyakorlatban nem ezzel foglalkozunk! Maradunk tehát a „kaptafánál”, a földtudományoknál, s azon belül is a geofizikánál!)



3. ábra | Békési rengések, utóregések, 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.)

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

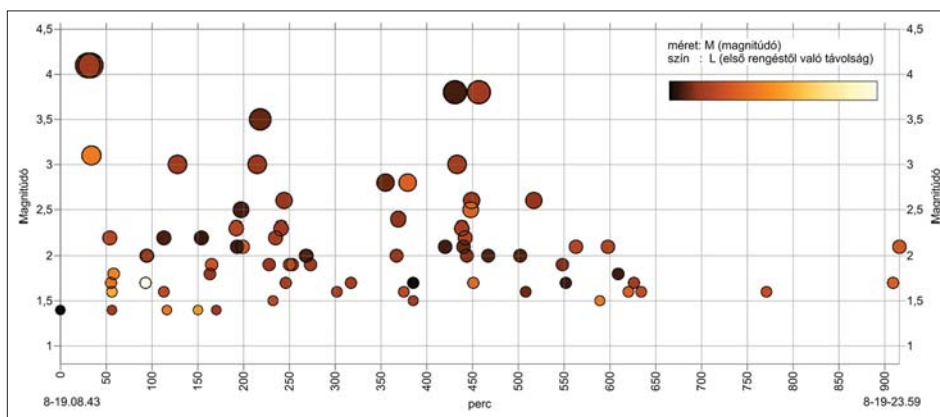
Dátum	Magni- túdó	EOVy	EOVx	Távolság	Dátum	Magni- túdó	EOVy	EOVx	Távolság
2023. 08. 19. 08:43:55	1,4	774750	167387	0	2023. 08. 19. 12:38:26	2,2	776732	167429	1982,444955
2023. 08. 19. 09:13:27	4,1	773955	168927	1733,096939	2023. 08. 19. 12:44:10	2,3	775621	165849	1767,508133
2023. 08. 19. 09:16:37	4,1	773124	164796	3058,947041	2023. 08. 19. 12:47:30	2,6	776027	168303	1571,554962
2023. 08. 19. 09:17:52	3,1	774802	172169	4782,282719	2023. 08. 19. 12:49:50	1,7	776303	166085	2026,576667
2023. 08. 19. 09:37:24	2,2	774927	169837	2456,385353	2023. 08. 19. 12:53:57	1,9	775864	165187	2465,967559
2023. 08. 19. 09:38:01	1,7	777874	164006	4603,318042	2023. 08. 19. 12:56:32	1,9	776644	167983	1985,560878
2023. 08. 19. 09:39:05	1,4	773171	166242	6533,105923	2023. 08. 19. 13:11:00	2,0	775297	166731	854,1340644
2023. 08. 19. 09:39:51	1,6	780962	169410	1950,452768	2023. 08. 19. 13:12:34	2,0	775891	167522	1148,958659
2023. 08. 19. 09:41:16	1,8	779275	169818	5136,670712	2023. 08. 19. 13:16:29	1,9	776496	167757	1784,773375
2023. 08. 19. 10:16:09	1,7	786097	168302	11383,83213	2023. 08. 19. 13:45:05	1,6	773421	168916	2025,8534
2023. 08. 19. 10:17:31	2,0	775713	168741	1661,530921	2023. 08. 19. 14:00:23	1,7	773950	169149	1935,108266
2023. 08. 19. 10:18:19	2,0	773876	169036	1866,300351	2023. 08. 19. 14:38:53	2,8	774389	166379	1070,6937
2023. 08. 19. 10:36:20	2,2	775443	167068	762,8957989	2023. 08. 19. 14:50:14	2,0	774629	165828	1563,688588
2023. 08. 19. 10:36:55	1,6	776470	165422	2611,441173	2023. 08. 19. 14:52:49	2,4	775538	166180	1441,455168
2023. 08. 19. 10:39:03	1,4	777576	163666	4672,485099	2023. 08. 19. 14:58:17	1,6	776842	165874	2581,788721
2023. 08. 19. 10:51:12	3,0	773002	167017	1786,729974	2023. 08. 19. 15:02:10	2,8	774368	163710	3696,789553
2023. 08. 19. 11:13:27	1,4	777914	162117	6146,852528	2023. 08. 19. 15:08:11	1,7	774902	167390	152,0296024
2023. 08. 19. 11:17:04	2,2	774377	166934	586,8032038	2023. 08. 19. 15:08:35	1,5	776573	167759	1860,567924
2023. 08. 19. 11:26:45	1,8	775993	166301	1650,589289	2023. 08. 19. 15:43:07	2,1	774063	167373	687,1426344
2023. 08. 19. 11:28:43	1,9	772273	169114	3019,612227	2023. 08. 19. 15:54:09	3,8	774061	167484	695,7945099
2023. 08. 19. 11:33:28	1,4	774636	169163	1779,655023	2023. 08. 19. 15:56:08	3,0	776296	166419	1824,044956
2023. 08. 19. 11:55:59	2,3	776861	168543	2406,793926	2023. 08. 19. 16:01:15	2,3	776372	166420	1888,378405
2023. 08. 19. 11:56:33	2,1	774687	166718	671,9598202	2023. 08. 19. 16:03:57	2,1	775750	166963	1086,17494
2023. 08. 19. 12:00:53	2,5	775293	166953	695,1294843	2023. 08. 19. 16:05:24	2,2	777037	167435	2287,503661
2023. 08. 19. 12:02:11	2,1	774601	170830	3446,22257	2023. 08. 19. 16:07:16	2,0	776046	167414	1296,281219
2023. 08. 19. 12:18:37	3,0	773312	166801	1552,816795	2023. 08. 19. 16:11:44	2,5	777027	164322	3818,239647
2023. 08. 19. 12:21:47	3,5	775674	166961	1017,473341	2023. 08. 19. 16:12:14	2,6	773072	167352	1678,364978
2023. 08. 19. 12:31:40	1,9	775560	168738	1575,214589	2023. 08. 19. 16:14:04	1,7	777664	170228	4069,726895
2023. 08. 19. 12:35:24	1,5	772235	167224	2520,276572	2023. 08. 19. 16:20:03	3,8	773005	166906	1810,079004

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. 16:30:12	2,0	774962	168170	811,1923323	2023. 08. 20. 02:15:11	1,6	775065	163279	4120,059344
2023. 08. 19. 17:05:31	2,0	774128	167930	825,6712421	2023. 08. 20. 03:03:19	1,1	781256	166414	6578,355798
2023. 08. 19. 17:11:36	1,6	774195	168376	1134,083771	2023. 08. 20. 03:13:33	3,5	773788	165921	1753,453735
2023. 08. 19. 17:20:07	2,6	775915	166411	1519,802948	2023. 08. 20. 03:19:53	1,8	777419	167443	2669,587421
2023. 08. 19. 17:51:21	1,9	773460	167026	1339,560002	2023. 08. 20. 03:29:01	1,1	769339	167054	5421,236944
2023. 08. 19. 17:55:17	1,7	775140	166950	585,7209233	2023. 08. 20. 04:57:01	1,7	776943	171881	5000,528472
2023. 08. 19. 18:06:41	2,1	776165	165415	2427,140087	2023. 08. 20. 05:44:14	1,9	776217	166528	1699,991176
2023. 08. 19. 18:32:24	1,5	771023	170534	4877,923534	2023. 08. 20. 08:59:30	1,9	774491	168827	1463,106626
2023. 08. 19. 18:41:54	2,1	776901	166654	2272,463421	2023. 08. 20. 09:20:42	2,2	774687	166718	671,9598202
2023. 08. 19. 18:52:24	1,8	774456	166825	634,255469	2023. 08. 20. 15:47:40	1,7	772942	166237	2142,746835
2023. 08. 19. 19:03:55	1,6	771504	165652	3680,589763	2023. 08. 20. 15:49:05	2,1	779297	165260	5019,894222
2023. 08. 19. 19:09:32	1,7	772924	167127	1844,417523	2023. 08. 20. 18:32:02	2,0	777128	166770	2456,74032
2023. 08. 19. 19:17:44	1,6	775687	169964	2742,060904	2023. 08. 20. 21:21:38	1,8	777895	166564	3250,900491
2023. 08. 19. 21:34:47	1,6	776225	169753	2788,114237	2023. 08. 21. 11:24:10	2,3	780034	166499	5358,096677
2023. 08. 19. 23:52:41	1,7	778062	165900	3630,497624	2023. 08. 21. 17:40:11	2,6	776684	166093	2326,970563
2023. 08. 19. 23:59:19	2,1	777145	169550	3227,16501	2023. 08. 21. 19:47:30	1,1	774599	167273	189,2009514
2023. 08. 20. 00:08:49	1,4	773259	165688	2260,460573	2023. 08. 22. 01:54:36	1,5	777483	164443	4017,016928
2023. 08. 20. 00:36:29	1,8	776016	168859	1941,530324	2023. 08. 22. 07:46:27	1,7	775803	168076	1258,383884
2023. 08. 20. 00:37:14	1,7	776880	167654	2146,669281	2023. 08. 22. 22:35:15	3,7	775346	168067	904,2212119
2023. 08. 20. 00:41:41	1,7	779854	167718	5114,721596	2023. 08. 22. 22:45:16	0,8	775897	163631	3927,231213
2023. 08. 20. 01:25:17	1,9	776000	165968	1891,047593	2023. 08. 23. 07:16:02	2,2	775611	169962	2715,132778
2023. 08. 20. 01:52:58	4,1	773243	166466	1766,151183	2023. 08. 24. 01:56:02	0,9	774144	170821	3487,060653
2023. 08. 20. 01:59:49	2,3	775905	166855	1271,632415	2023. 08. 25. 13:50:36	2,0	777855	168453	3282,89217
2023. 08. 20. 02:09:27	1,0	771913	164326	4173,522493	2023. 09. 08. 05:09:10	3,2	774313	166377	1100,485802

volt hasonló erősségű földrengés Magyarországon, ezek energiája 10^{11} joule körüli volt (ami a nagaszaki 20 kT-ás 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)



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.)

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	774750	167387	0
2023. 08. 19. 09:13:27	4,1	773955	168927	1733,096939
2023. 08. 19. 09:16:37	4,1	773124	164796	3058,947041
2023. 08. 19. 12:21:47	3,5	775674	166961	1017,473341
2023. 08. 19. 16:20:03	3,8	773005	166906	1810,079004
2023. 08. 20. 01:52:58	4,1	773243	166466	1766,151183
2023. 08. 20. 03:13:33	3,5	773788	165921	1753,453735

a magnitúdó alapján. A magnitúdó értéke a szimbólumok nagyságával arányos, és felirattal is jelezve van. Piros szagatott 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 időt (fekete–barna–sárga színekkel) véve alapul, rajzolódik ki a 3. ábra. A 2023. 08. 19. 9.00 órakor jelentkező két 4,1 magnitúdójú rengés után 12.00 órakor 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 rengésrajt – az ábra szerint – 2023. 08. 19. 8.25 körül keletkezett 1,4 magnitúdójú rengés „indítja” be.

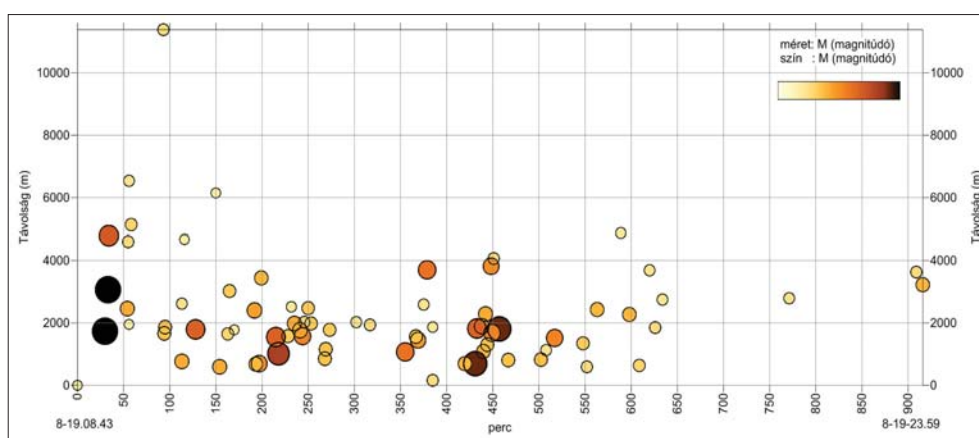
Érdekemes tehát a rengések egymástól való távolságát is megvizsgálni, hogy a rengésrajon belüli kapcsolatok talán jobban látszanak.

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.

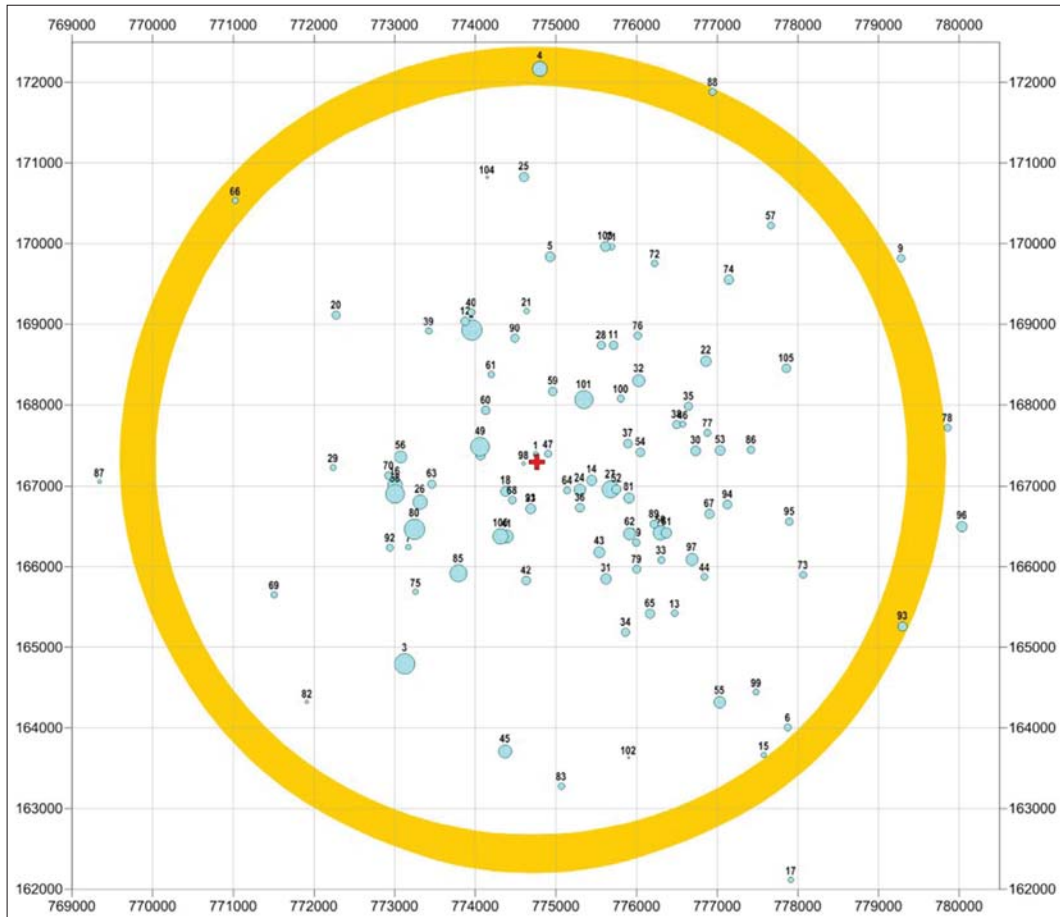
Néhány rengés esetében előzetes hipocentrummeghatározás is történt (1. táblázat). A hipocentrummélységek (1. táblázat) és az intenzitások alapján első közelítésben a rengéseknek mélyföldtani okai lehetnek – az emberi tevékenység hatására bekövetkező rengések a gyakorlati tapasztalatok alapján a beavatkozás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



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.)



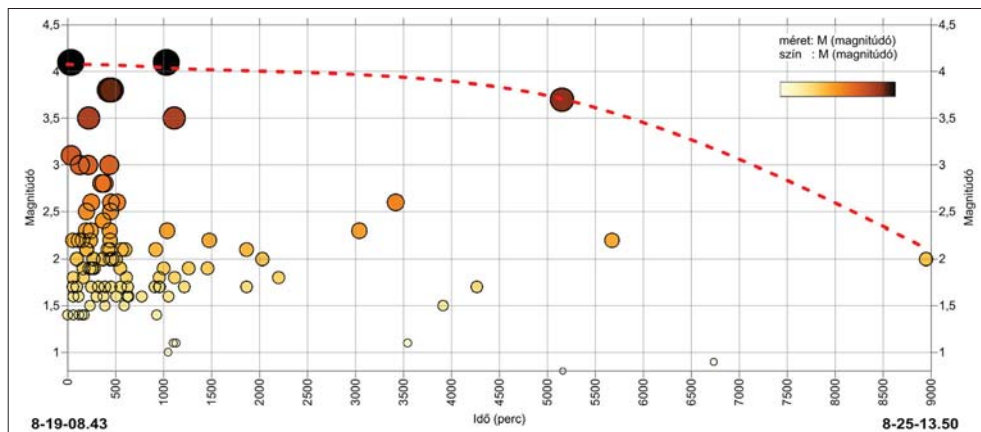
6. ábra | A 2023. augusztusi békési földrengések területi eloszlása (időrendi sorszámmal, magnitúdó-arányosan)

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

3. Térképező földtani-geofizikai adatok

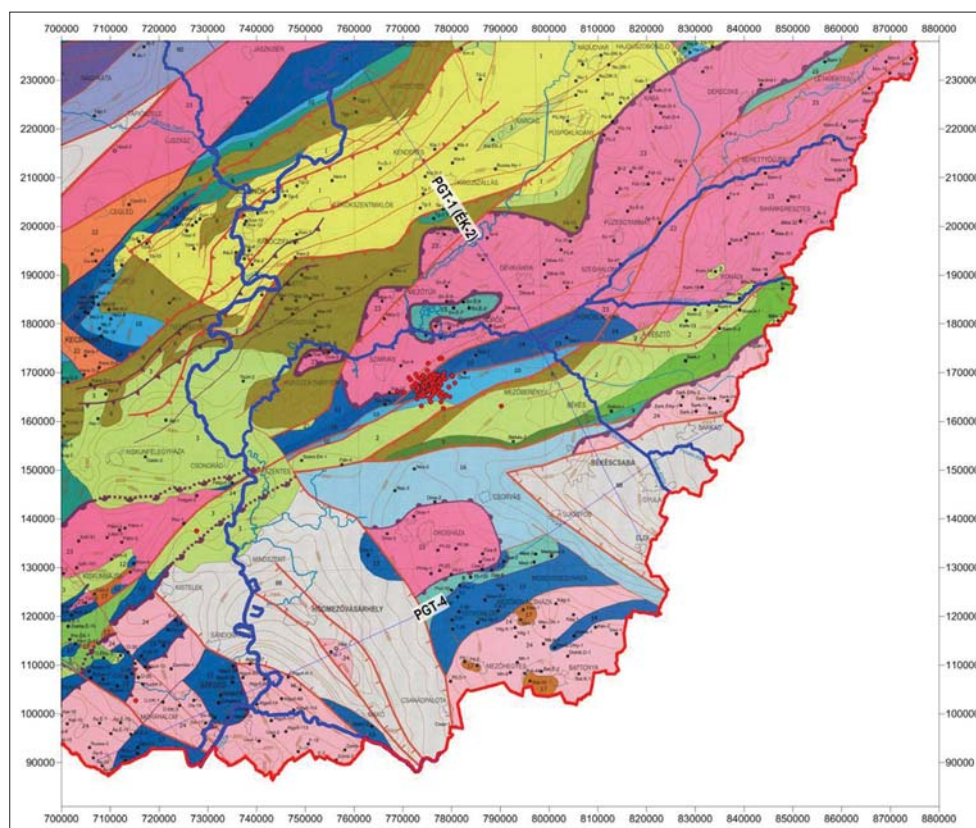
A rengések helye a prekainozoos földtani térkép (Haas et al. 2010, 2014) alapján tektonikus szerkezetekkel erősen terhelt területrészen található (8. ábra). A medencealjzat 3–4 km-es mélysége és a rengések 12–23 km mélysége vi-

szont egy mélyebb elmozdulási szintre mutatnak. A nagyobb, mély és erős rengéseket követheti gyengébb, sekélyebb szintű utóregés (2. ábra), ami a terület statikus energiaminimum állapotának (össztömeg-egyensúlyának) elérése céljából, azaz feszültségkiegyenlítés, anyagátrendeződés miatt történik.



7. ábra | Békési földrengések augusztus 19–25. között

Figure 7 | Earthquakes between August 19 and 25 in Békés



Jelmagyarázat:

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

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

3.1. Gravitációs adatok

Az Eötvös Loránd által elkezdett gravitációs mérések területi fedettséget adnak az országnak (Kiss, Gulyás 2005) és ma már a Kárpát-medence teljes területére (Kiss 2006, 2014, 2016). A Kárpát-medence belseje felett tapasztalt izosztatikusan eredetű (Kiss 2009, 2010) gravitációs maximumot

4. táblázat Gravitációs anomáliák spektrális szűrése – mélység és mélységtartomány

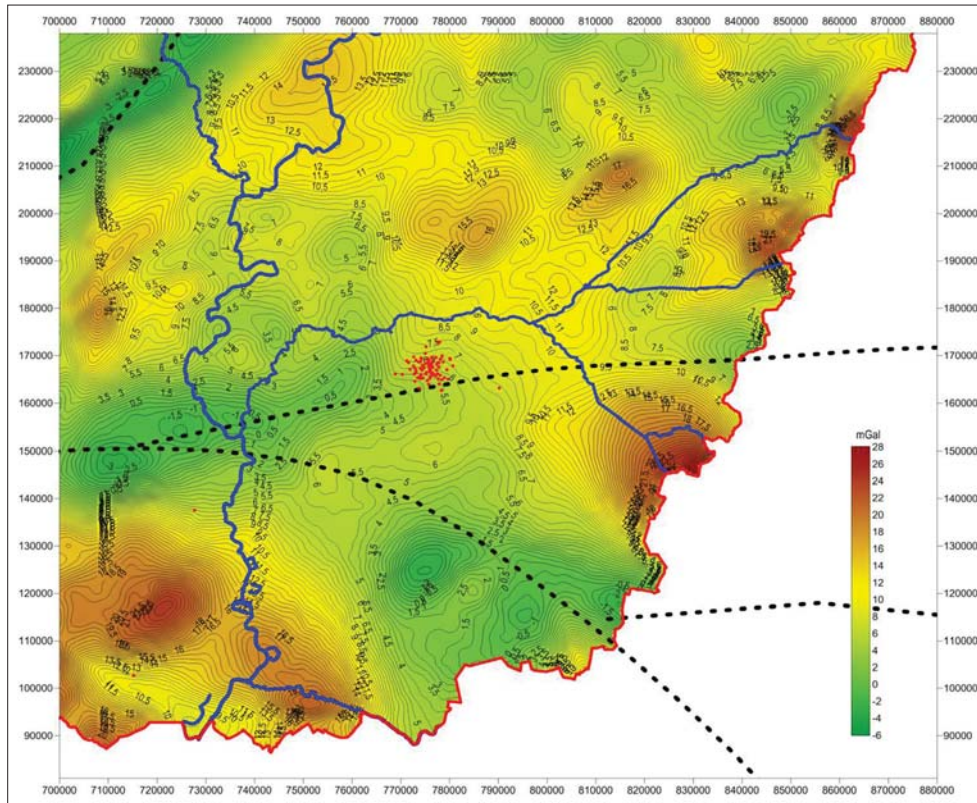
Table 4 Spectral filtering of gravity anomalies – depth and depth range

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

felszabdalo minimumzónák alapján, különböző szűrések segítségével regionális gravitációs lineamentek lettek kijelölve, ennek Szarvas környékére eső részét mutatja a 9. ábra.

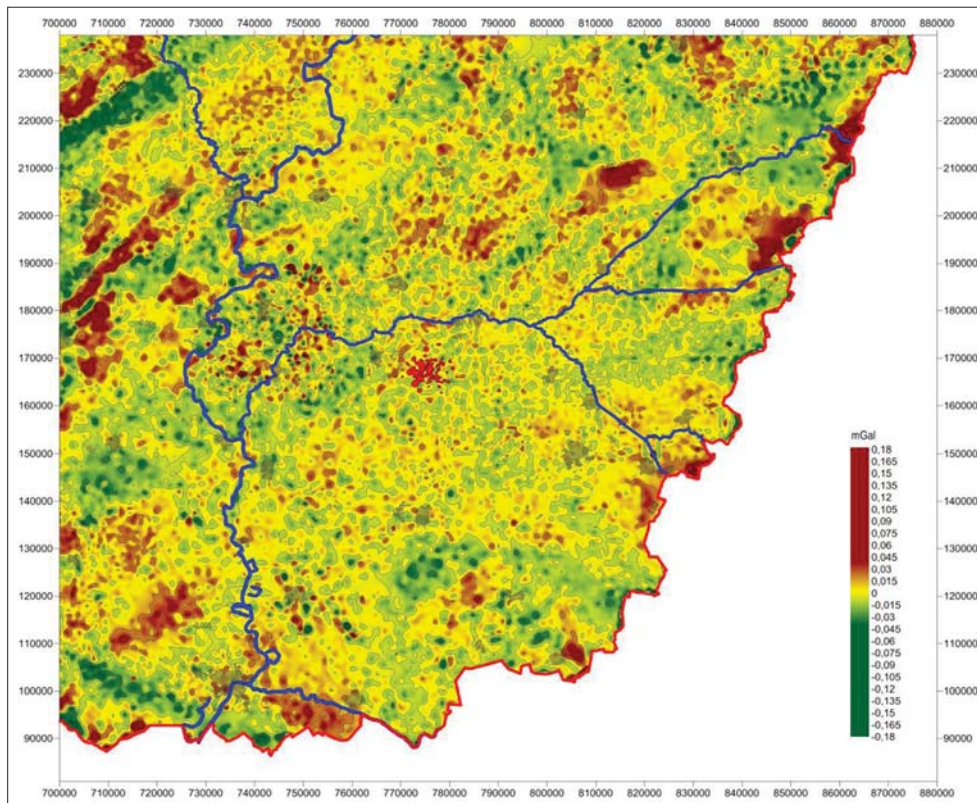
Látható, hogy a közel Ny–K irányú regionális gravitációs lineament közvetlen közelébe esnek a rengések (Kiss 2006, „Kapos–Körös vonal”). A rengések helyei minimumzónák kereszteződésénél vannak, a másik irány a ÉÉNy–DDK-i irány, amihez szintén van regionális lineament (középvonalban), de ez egy szélesebb zóna, amelynek az É–ÉK-i peremén vannak a rengések és a rengésrajok irányítottága kezdetben ez az irány volt.

A gravitációs anomáliák spektrális jellege (térfrekvenciája, az anomáliák hullámhossza) a hatások mélységéről 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.



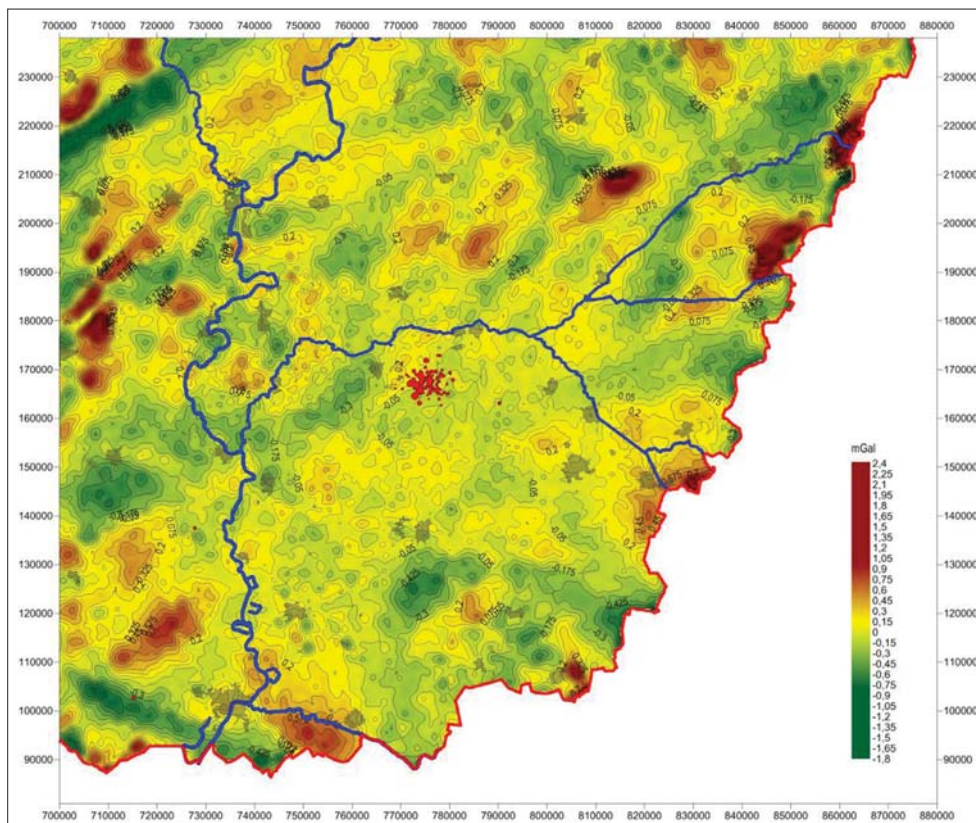
9. ábra Bouguer-anomália-térkép az Alföld DK-i részéről, rajta regionális gravitációs lineamentek (szaggatott fekete vonal) és a földrengések (piros pontokkal)

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)

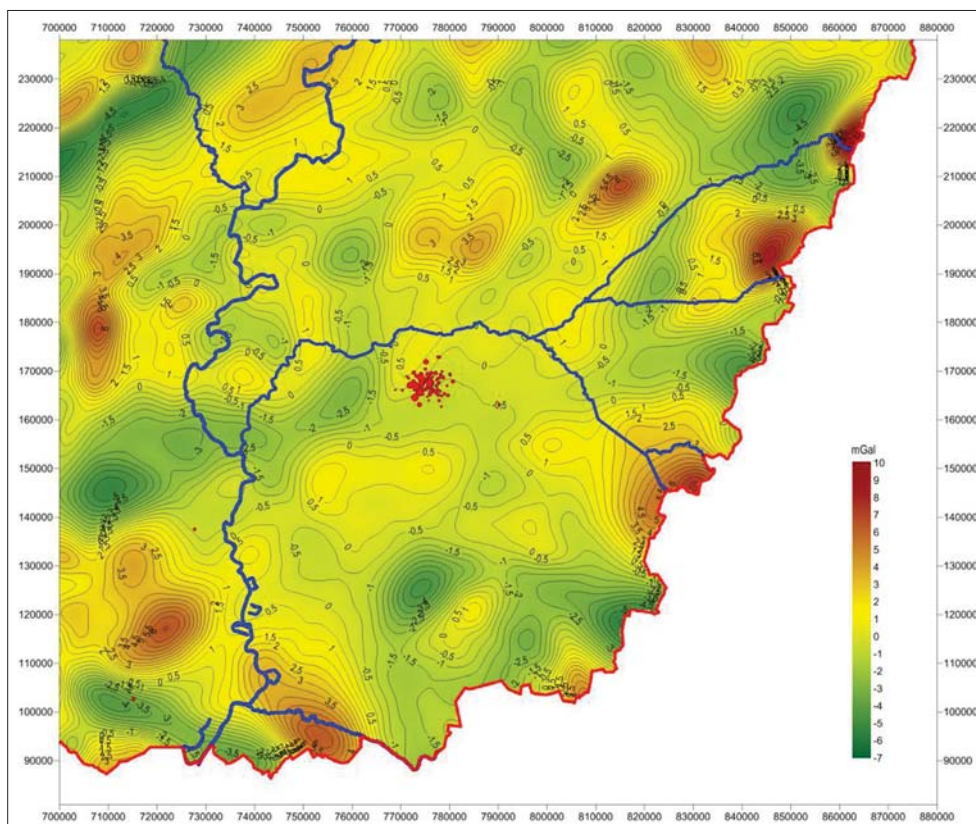


10. ábra Gravitációs adatok spektrális szűrésének eredménye: a 200 m-es spektrális mélység gravitációs hatása

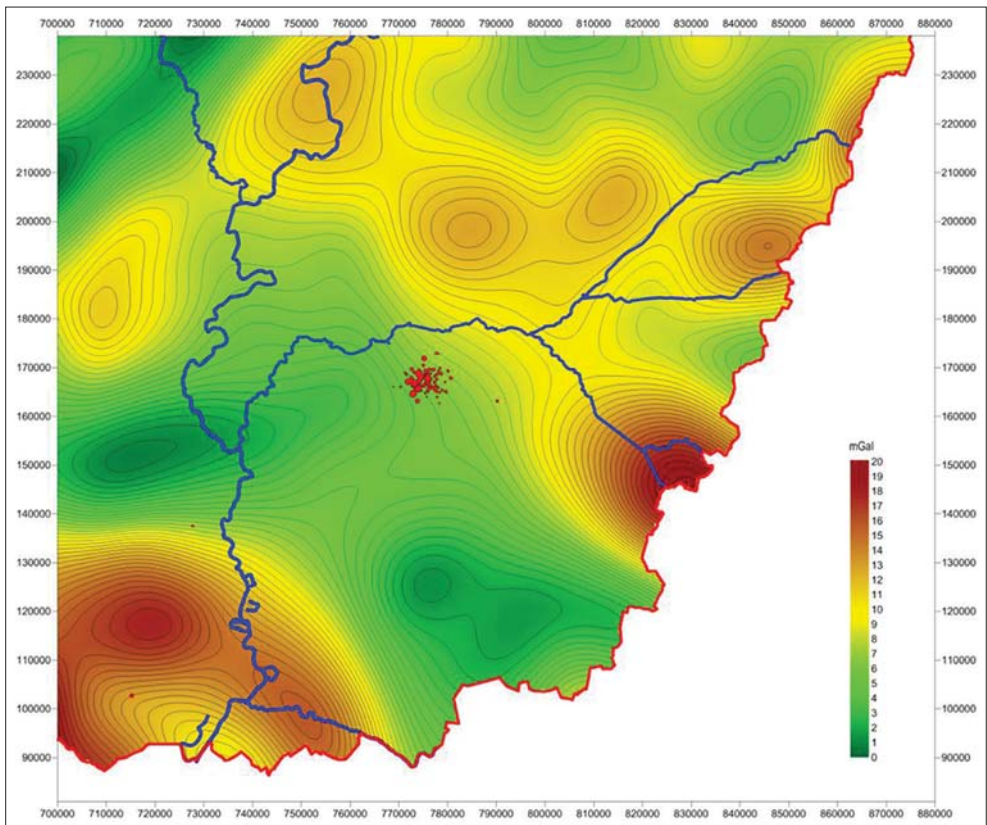
Figure 10 The result of spectral filtering of gravity data: the gravity effect of the 200 m spectral depth



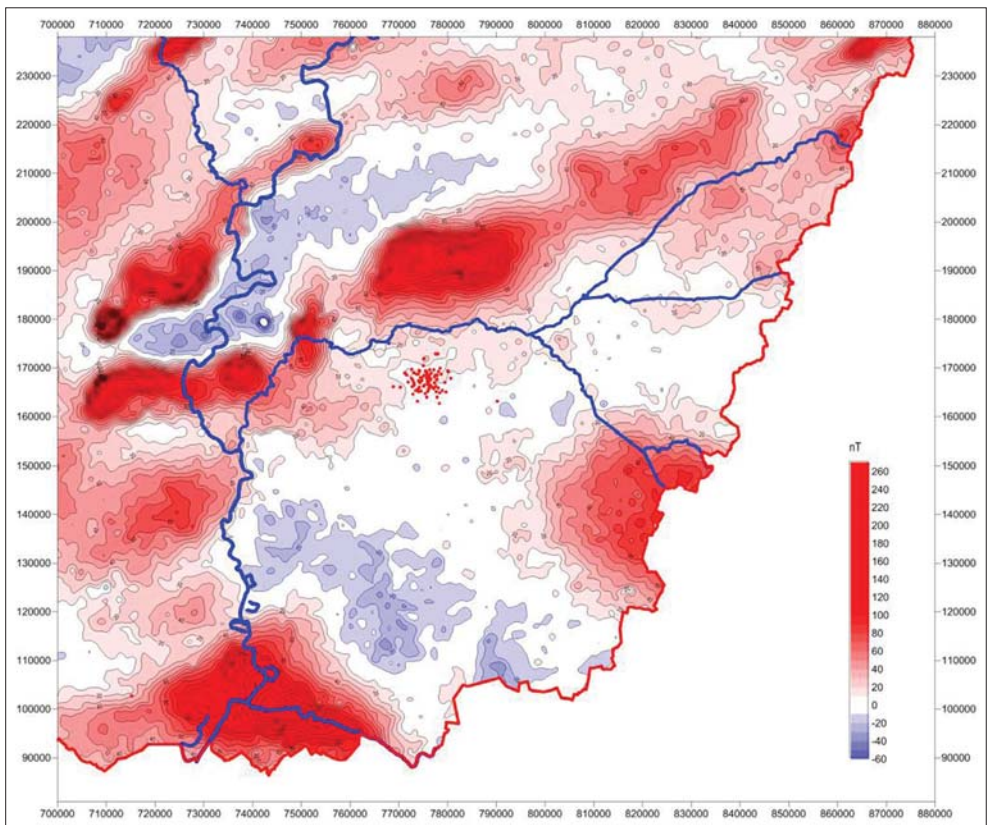
11. ábra | Gravitációs adatok spektrális szűrésének eredménye: az 1300 m-es spektrális mélység gravitációs hatása
 Figure 11 | The result of spectral filtering of gravity data: the gravity effect of the 1300 m spectral depth



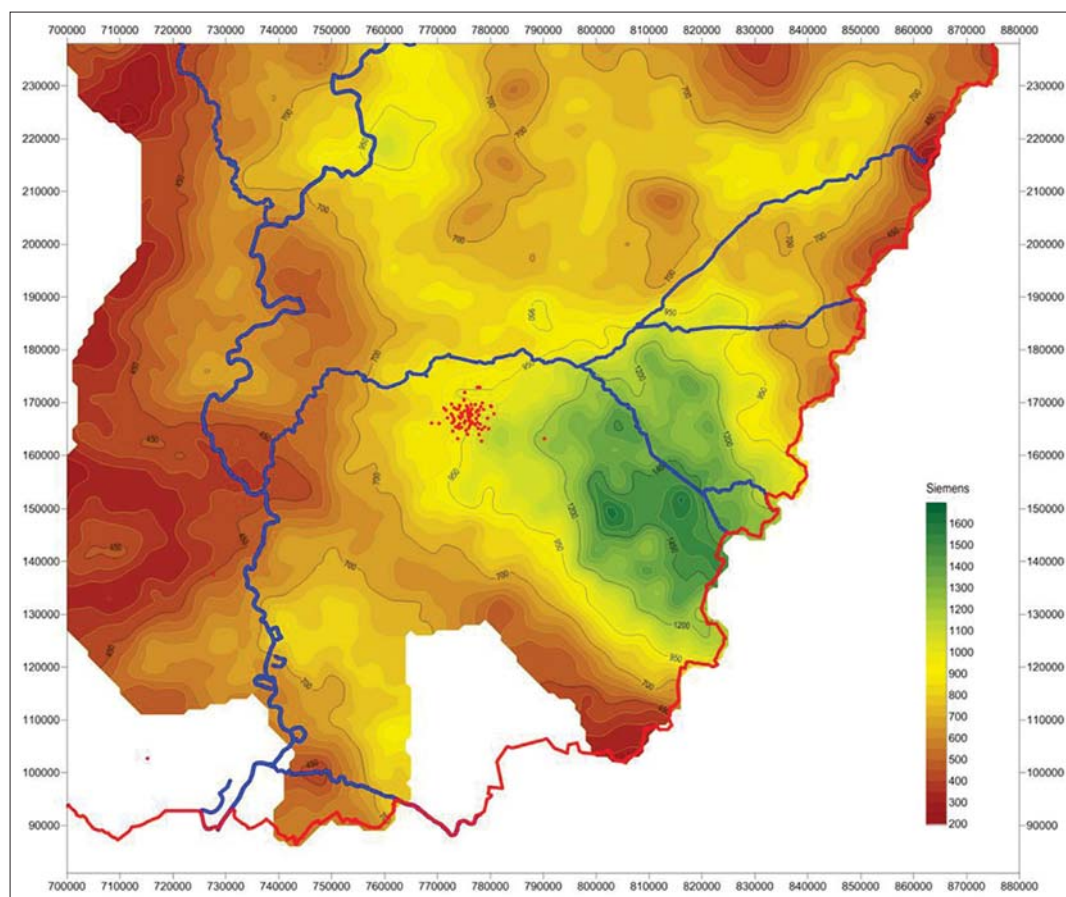
12. ábra | Gravitációs adatok spektrális szűrésének eredménye: a 4500 m-es spektrális mélység gravitációs hatása
 Figure 12 | The result of spectral filtering of gravity data: the gravity effect of the 4500 m spectral depth



13. ábra | Gravitációs adatok spektrális szűrésének eredménye: a 16 000 m-es mélység gravitációs hatása
Figure 13 | The result of spectral filtering of gravity data: the gravity effect of the 16 000 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

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

A 13. ábra térképe a 7000 m-nél mélyebb gravitációs hatásokat mutatja, amelyen a közel Ny–K-i és az ÉÉNy–DDK-i gravitációs lineamens is jól azonosítható. Az előzetes epicentrum mélységek alapján ez a térkép tartalmazza a rengés környezetének gravitációs hatásait, azaz az adott földtani környezetre jellemző sűrűségviszonyokat. A térképet vizsgálva ki is rajzolódik, hogy a két regionális (nagy mélységű) gravitációs lineamens (mély-

szerkezeti elem) metszéspontjában jelentkeznek a földrengések.

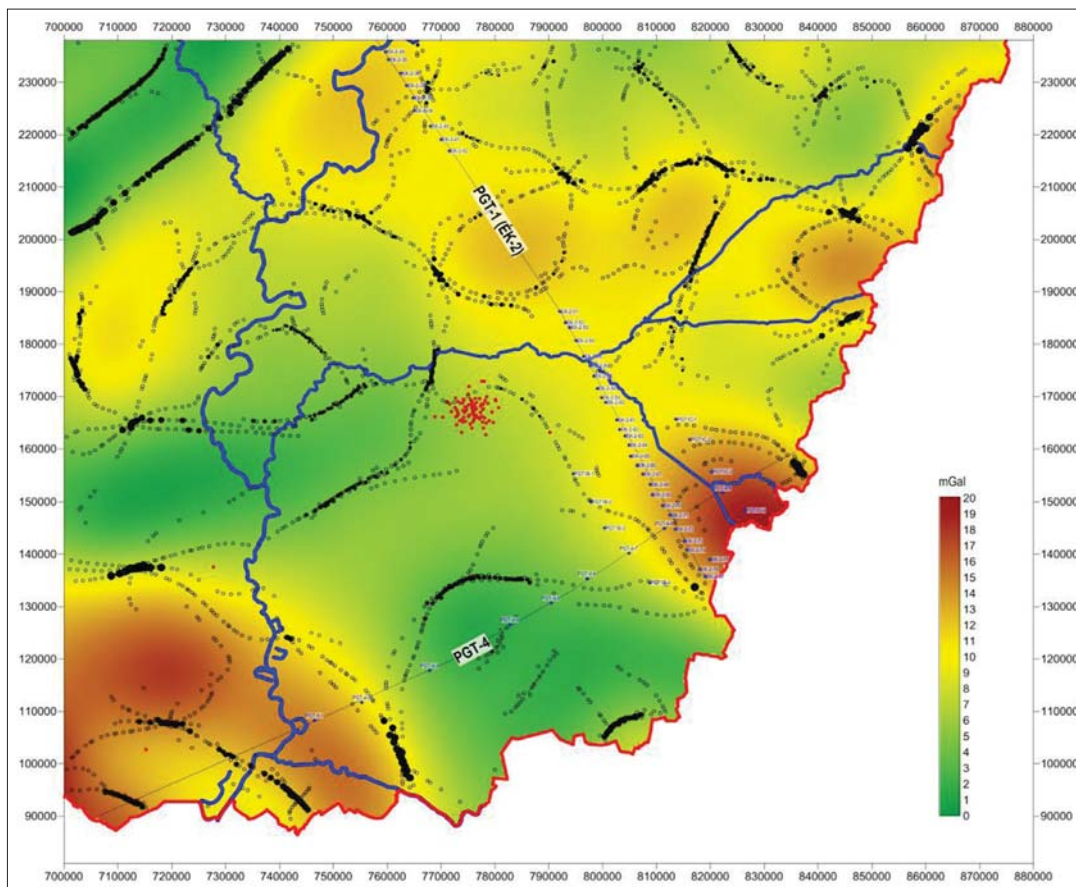
3.2. Mágneses adatok

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 izosztatikus 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



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

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 ismertett szerkezeti irányok találkozásában jelentkeznek.

3.4. Hidrobotanikai adatok

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

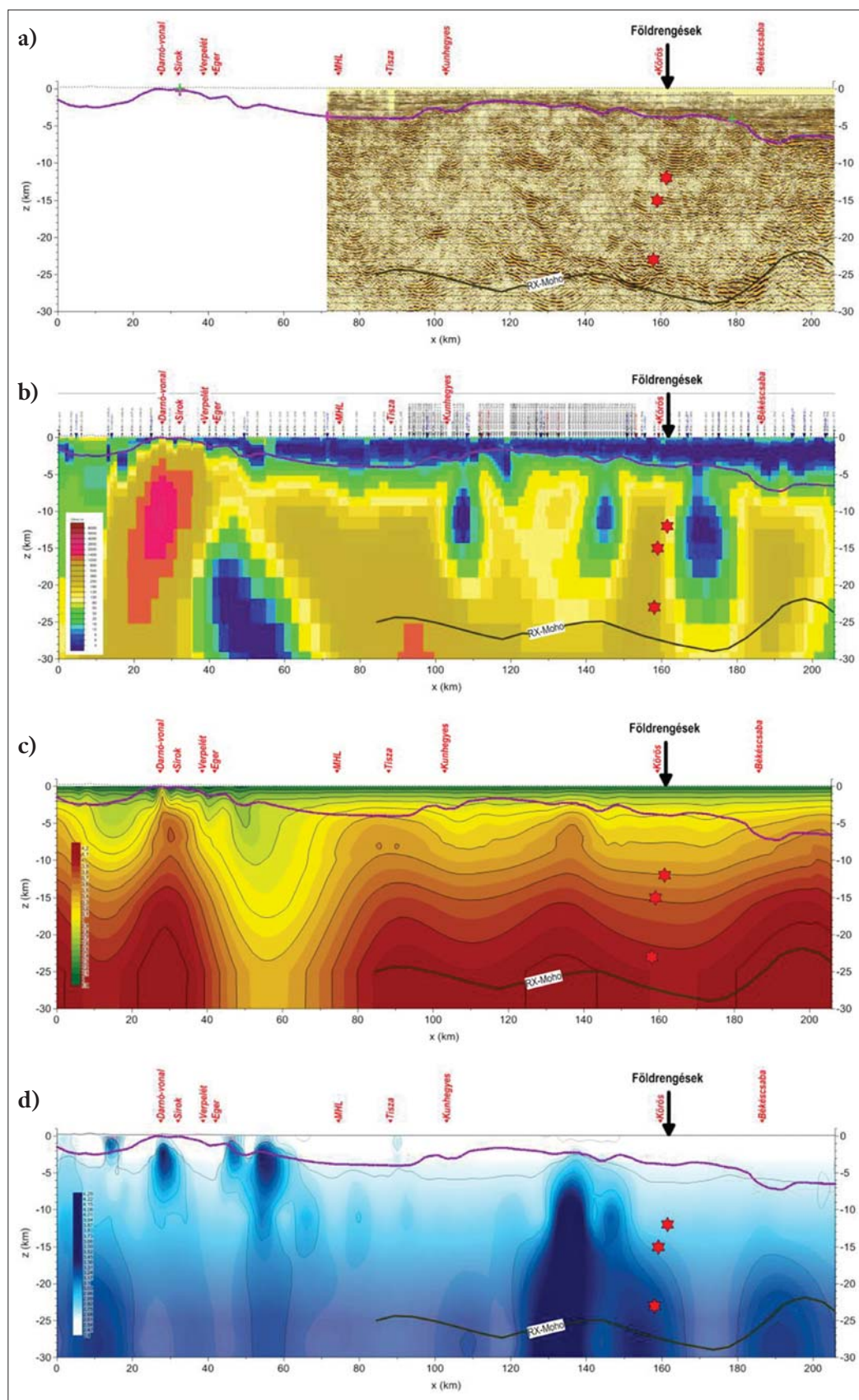
zetben ezeken a helyeken alakul ki. Szarvason ismertek a termálvizek, több helyen – a Körösök mentén is – a disztróf növényi társulások is jelen vannak és gravitációs lineamensek is átmennek a területen, amik egyértelműen mélytörés(ek)re utalnak (21. ábra).

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, Vértesy 2020) készíthetők.

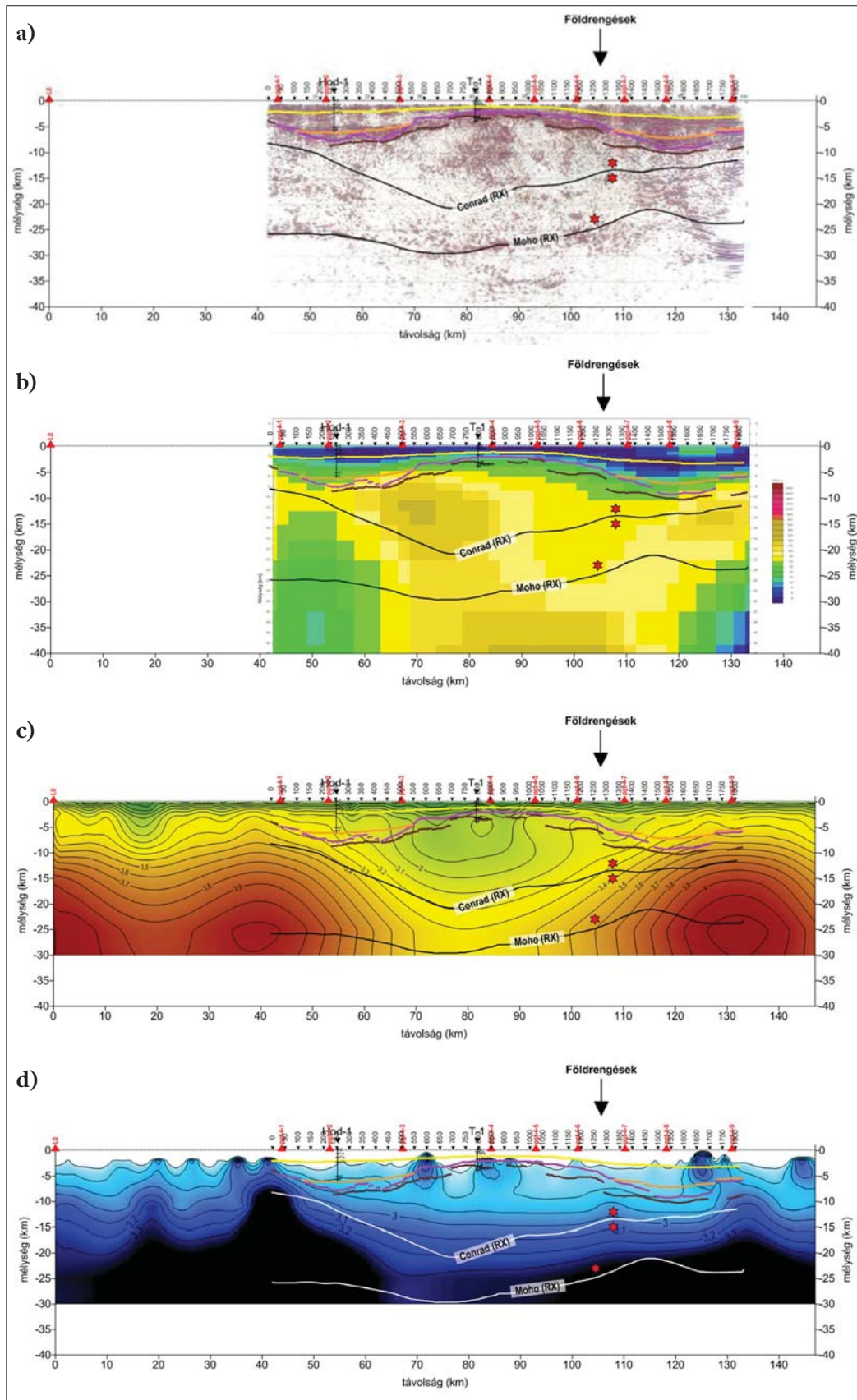
4.1. A PGT-1 szelvény

A PGT-1 szelvény ÉK-re 20 km távolságban van a rengések központjától (16. ábra). A mélység-szelvények



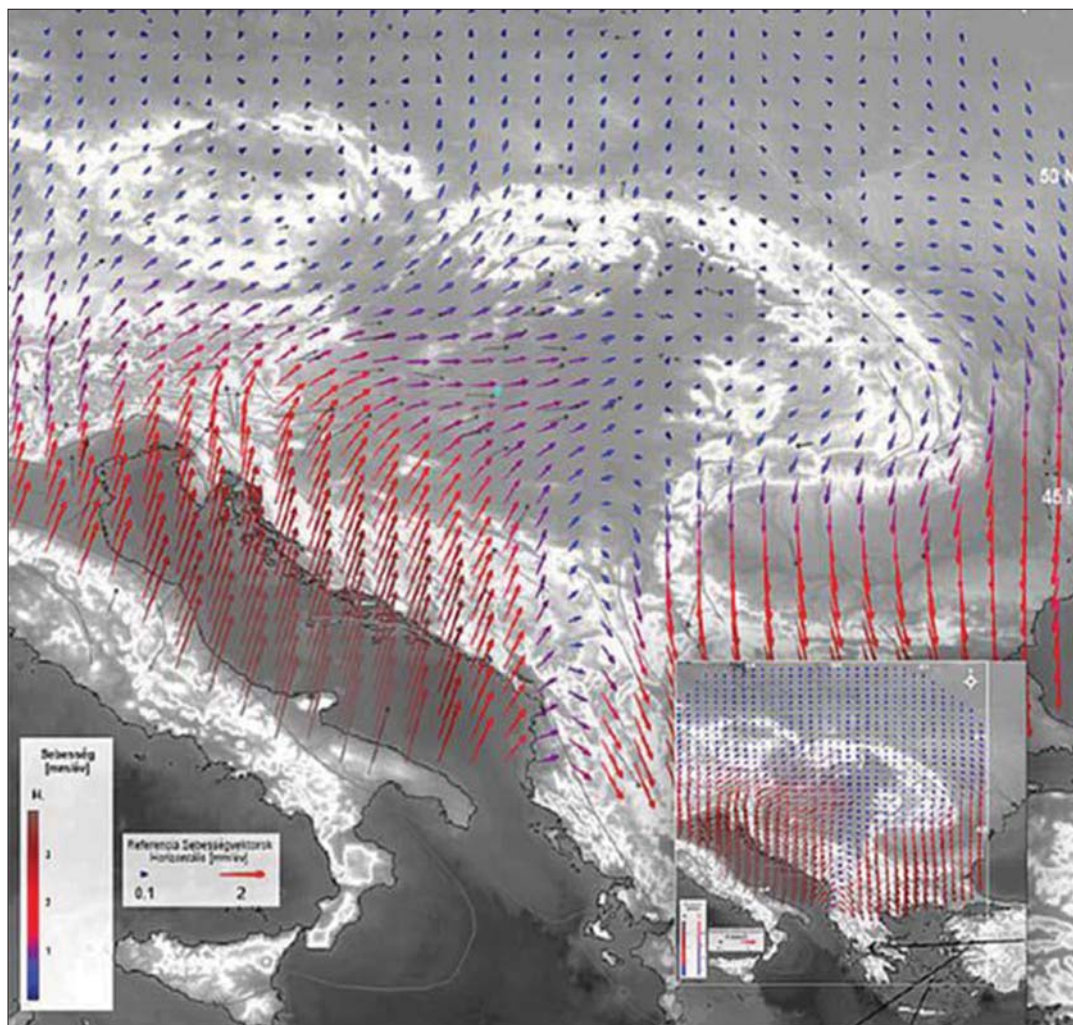
17. ábra Geofizikai paraméter mélységmetzetek a PGT-1 szelvény mentén a hipocentrumokkal. (a) Szeizmikus reflexiók mélységmetzet, (b) magnetotellurikus fajlagosellenállás-mélységmetzet, (c) relatív sűrűség-mélységmetzet, (d) relatív mágneszettségi mélységmetzet

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 reflexió mélységmetszet, (b) magnetotellurikus fajlagosellenállás-mélységmetszet, (c) relatív sűrűség- mélységmetszet, (d) relatív mágnesezettségi 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)

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 mélység felé kivastagodik, pereme akár a rengéscsoport széle is lehet.

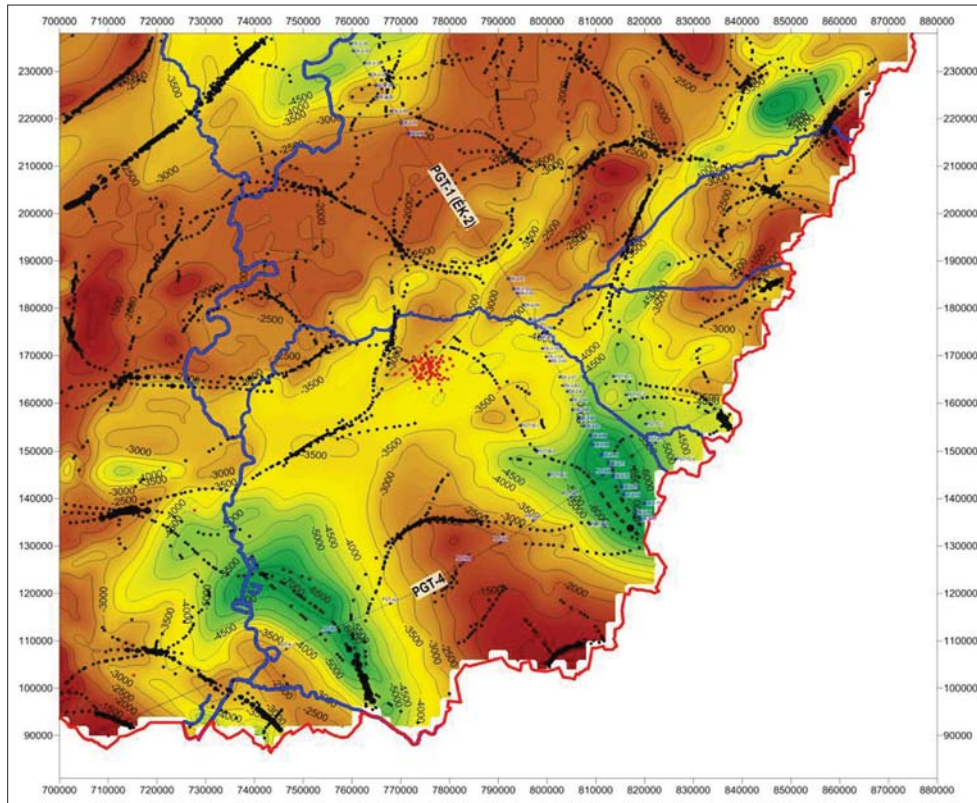
A sűrűség- és mágnesezettségi mélységmetszet a kritikus területrészen hasonló jellegzetességet mutatnak, ami a fajlagos ellenálláson túl más paraméterrel, de ugyanazon földtani jelenséggel megmagyarázhatók.

4.2. A PGT-4 szelvény

A PGT-4 szelvény DK-re 36 km távolságra van a rengések központjától (8. ábra). A szeizmikus 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.

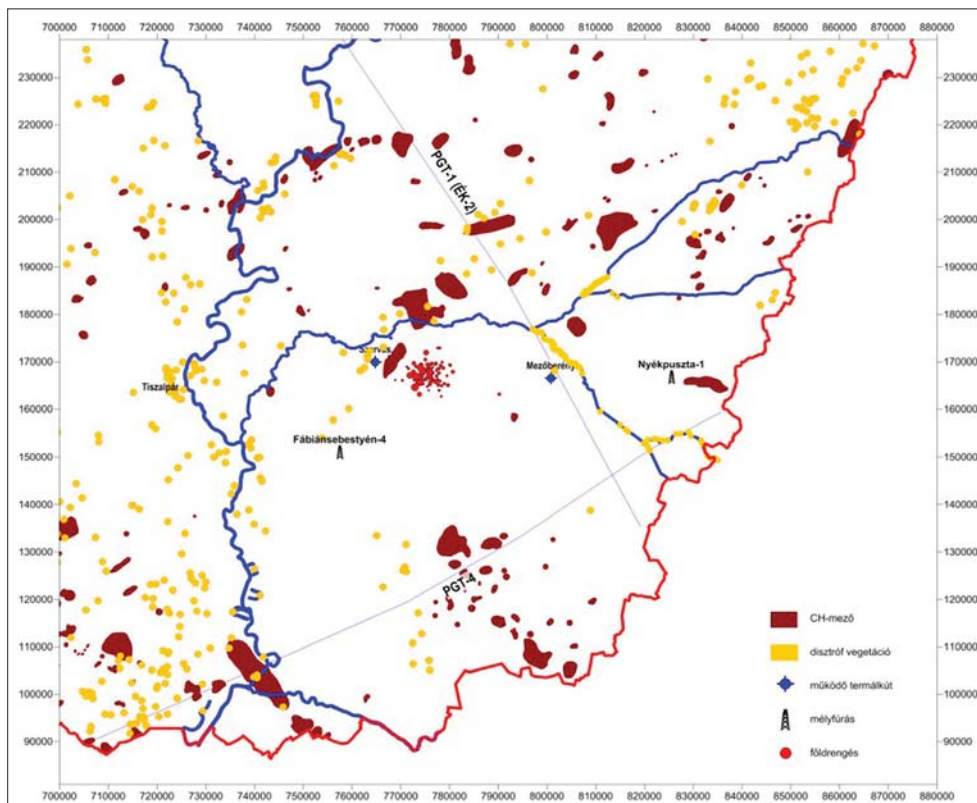
A magnetotellurikus mérések (18b. ábra) a szelvény mentén nagyon kevés mérési pontból állnak, de az előző értelmezésnek a fajlagosellenállás-szelvény nem mond ellent. A relatív sűrűségi mélységmetszeten (18c. ábra) lokális maximum peremén található a rengések, és követik az izovonalak lefutását. A megnövekedett 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.



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)



21. ábra | CH-mezők, disztróf élőhelyek, geotermikus kutak, olajtermelő kutak és földrengések Békésben

Figure 21 | CH fields, dystrophic habitats, geothermal wells, oil producing wells and earthquakes in Békés

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.

A területen sok szeizmikus mérés van, 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 indokolt 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 mélyfúrásai és földrengési adataiból meghatározott feszültségtérnek (Bada et al. 2004, Bada et al. 2014), az űrgeodéziai GPS-mérésekből kapott recens lemezmozgásnak (Grenerczy 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

Valószínűleg mindenki ismeri a „patkószeg miatt elveszett az ország” példabeszédet²⁾.

A 2023. augusztus 19-én kipattanó első, valószínűleg felszínközeli rengés magnitúdója 1,4 volt. Ezt mélysége és nagysága miatt okozhatta emberi tevékenység, a fenti példabeszéd alapján, de lehetett ennél is kisebb rengés is a folyamatok beindítója (pl. egy nehéz mezőgazdasági jármű haladt el, vagy valahol bontottak egy épületet, és a leomló építmény okozott kisebb rengéseket – ez volt a patkószeg), ami ugye nem zárható ki!

Az adott környezetben vannak geotermikus termelő kutak (Szarvas, Mezőberény), de azon a környéken van a Fábiansebestyén-4 fúrás is (170–190 fokos gőzt tárt fel 1985-

ben), továbbá vannak CH-mezők is működő kutakkal, példáulként a legfrissebbek, a nyékpusztai termelőkutak, és jelen vannak a disztróf élőhelyek is, amelyek mélységi fluidumfeláramlásra utalnak (21. ábra).

Ezek az objektumok viszont nem magyarázzák meg a nagaszaki atomrobbantásnak megfelelő 20 kT energiájú (1. ábra) földrengéseket (durván hat 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. Szóval lehet, hogy emberi tevékenység (a patkószeg elvesztése) idézte elő a rengéseket, de ha nem lenne közetfeszültség (felgyülemllett energia) az adott mélységben, akkor a rengések sem lettek volna. Mivel a feszültség az adott mélységben jelen volt, így a rengések kipattanása csak idő kérdése volt, azaz ma vagy holnap, de mindenképpen megtörtént volna.

A példabeszéd alapján a patkószeg elvesztése (azaz emberi tevékenység) nem jelenthet gondot, ha éppen nincs háború (azaz nincs a mélyben feszültség), mert abban az esetben semmilyen következménye nincs a patkószeg hiányának!

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 alkalmazásával 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.
- ²⁾ Egy szög miatt a patkó elveszett. A patkó miatt a ló elveszett. A ló miatt a lovas elveszett. A lovas miatt a csata elveszett. A csata miatt az ország elveszett. Máskor verd be jól a patkószeg!

Hivatkozások (időrendben)

- Pap S. (1993): Fábiansebestyén – Nagyszénás – Orosháza környékének mélyföldtana. Földtani Közöny, 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 űrgeodéziai kéregmozgás-térképe (1. rész). Űrvilág úrkutatási hírportál (<http://www.urvilag.hu>)
- Nemesi L. (ed.), (2000): Telluric map of West-Hungary. *Geophysical Transactions*, 43. p. 298.
- 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 lineamens-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, izosztikus 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 izosztikus 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 Közöny*, 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., Vértesy L. (2020): A potenciáltér-anomáliák paraméterfüggősége és spektrális mélységmetszetek. *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 (Vígánvári Mészkő, Lapsi Mészkő, Zuhányai Mészkő) és dolomitosodott karbonátos kőzetek alkotják (Rókahegyi Dolomit, Csukmai Dolomit, Templomhegyi Dolomit). A Békés-Kodruj-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 kifejlődésű alsó-jura („foltos márga”) rétegsort homokkő, aleurolit és márga kőzettípusokból felépülő rétegsor (Vasasi és Hosz-

szühetényi Márga, Mecseknádasdi Homokkő, Óbányai Aleurolit, Komlói Mészmárga) alkotja, amely DNy felé ki-vastagodva 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–Nagykőrös térségében (Bércziné-Makk 1998).

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

Az alsó-kréta vulkanitokat (6a) alkálilbazalt, trachibazalt, tefrit és fonolit kőzettípusok alkotják (Mecsekjánosi Bazalt). Jellegzetes elváltozásaik és megjelenési formáik (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 Nagy-kőrös–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 kifejlődésűt és egy vastagabb, 1000 m vastagságot is elérő, homokkő és aleurolit váltakozásából állót (Szentgyörgyi 1989).