

POTRESI V SLOVENIJI LETA 2013

Earthquakes in Slovenia in 2013

Tamara Jesenko*, Barbara Šket Motnikar**, Ina Cević***, Matjaž Godec****,
Anita Jerše*****, Tatjana Prosen*****, Mladen Živčić***** UDK 550.34(497.4)"2013"

<p>Povzetek</p> <p>Leta 2013 je bila potresna dejavnost v Sloveniji večja kot prejšnje leto. Državna mreža potresnih opazovalnic je zabeležila 2482 potresov v Sloveniji ali bližnji okolici, 47 jih je imelo lokalno magnitudo večjo ali enako 2,0. Prebivalci so čutili vsaj 113 potresnih sunkov, eden izmed njih je v Sloveniji dosegel največjo intenziteto V–VI EMS-98. Potres z največjo magnitudo in intenziteto se je zgodil 16. junija ob 20.04 po univerzalnem koordiniranem času (UTC) oziroma ob 22.04 po srednjeevropskem poletnem času (SEPC) z nadžariščem v bližini Seča v Suhi krajini. Njegova lokalna magnituda je bila 3,6, največji učinki pa so bili ocenjeni z intenziteto V–VI EMS-98.</p>	<p>Abstract</p> <p>Earthquake activity in Slovenia in 2013 was higher than a year before. The Seismic Network of the Republic of Slovenia (SNRS) has recorded 2482 local earthquakes, 47 of which had a local magnitude higher than or equal to 2.0. The inhabitants felt more than 113 earthquakes, among which one reached a maximum intensity of V–VI EMS-98. The strongest earthquake was on 16th June at 20:04 UTC (22:04 Central European Summer Time (CEST)) with the epicentre near Seč in Suha Krajina. Its local magnitude was 3.6 (ARSO, 2013–2014), and the highest intensity V–VI EMS-98.</p>
---	---

Uvod

Opazovalnice državne mreže so leta 2013 zabeležile vsaj 2482 lokalnih potresov. Štirje potresi so imeli lokalno magnitudo večjo ali enako 3,0. Prebivalci Slovenije so čutili najmanj 111 potresnih sunkov z žariščem v Sloveniji oziroma njeni bližnji okolici ter dva bolj oddaljena. Najmočnejši potres z nadžariščem v Sloveniji se je zgodil 16. junija ob 20.04 po UTC oziroma ob 22.04 po srednjeevropskem poletnem času (SEPC) v Suhi krajini v bližini Seča. Lokalna magnituda potresa je bila 3,6, intenziteta pa V–VI EMS-98. Kratica EMS-98 je okrajšava za zadnjo različico evropske potresne lestvice iz leta 1998

(Grünthal, 1998a, 1998b), rimska številka pred njo pa pove stopnjo intenzitete. Potres so čutili prebivalci celotne Dolenjske, zahodnega dela Štajerske in širše okolice Ljubljane. Za veliko število popotresov smo od prebivalcev nadžariščnega območja dobili sporočilo, da so jih čutili.

Drugega februarja se je ob 13.35 po svetovnem koordiniranem času (UTC) oziroma ob 14.35 po srednjeevropskem času (SEČ) zgodil močen potres na avstrijskem Koroškem v bližini kraja Bad Eisenkappel (Železna Kapla). Imel je lokalno magnitudo 4,0 in je v Sloveniji dosegel največjo intenziteto V EMS-98. Potres so čutili predvsem na območju med Savo in Dravo.

Januarja so prebivalci čutili potres na območju Slovenske vasi. Februarja se je dvakrat zatreslo na avstrijskem Koroškem. Marca so se vrstili potresi pri Šmarjeških Toplicah, Grosupljem, na območju Gorjancev in pri Črešnjevcu pri Ostrcu. Aprila se je treslo pri Škocjanu, Litiji, Metliki, Šentjerneju in na območju Suhe krajine. Maja so prebivalci čutili tri potrese v bližini Šmarjeških Toplic in dva potresa z žariščem na območju Metlike. Junija se je zatreslo pri Ilirski Bistrici, Litiji in devetkrat v Suhi krajini. Prebivalci so čutili tudi en potres z žariščem v Toskani, v bližini Masse v Italiji. Julija se je nadaljeval niz potresov v Suhi krajini (23 potresov), konec meseca pa so prebivalci čutili en potres pri Šentjerneju in enega z žariščem v bližini Senja na Hrvaškem. Avgusta se je treslo pri Novem mestu, blizu Jarčanov na Hrvaškem, v Suhi krajini in pri Vrhniki. September so zaznamovali potresi pri Litiji, na Bovškem, pri Kamniški Bistrici in Borovnici. Oktobra se je treslo pri Trebnjem, Zapotoku,

* mag., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska cesta 47, Ljubljana, tamara.jesenko@gov.si

** dr., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska cesta 47, Ljubljana, barbara.sket-motnikar@gov.si

*** Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska cesta 47, Ljubljana, ina.cevic@gov.si

**** Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska cesta 47, Ljubljana, matjaz.godec@gov.si

***** Seismik s.r.o., V Holešovičkách 94/41, 182 00 Praga 8, Češka, anita.jerse@gmail.com

***** Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska cesta 47, Ljubljana, tatjana.prosen@gov.si

***** mag., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska cesta 47, Ljubljana, mladen.zivcic@gov.si

Seču, Škofljici, Kobaridu in Vinici. Novembra so se vrstili potresi pri Šentjerneju, Dolenjskih Toplicah, Zagradcu in Škofji Loki. V začetku decembra so prebivalci čutili potres pri Zidanem Mostu, nato se je spet večkrat zatreslo v Suhi krajini.

Mesečna statistika potresov, ki so jih zabeležili seizmografi državne mreže potresnih opazovalnic Agencije Republike Slovenije za okolje, Urada za seizmologijo in geologijo, je podana v preglednici 1. Kot oddaljene potrese obravnavamo tiste, katerih žarišče je oddaljeno več kot 11 stopinj (nekaj več kot 1200 km) od Ljubljane ($1^\circ \approx 111$ km). Žarišča bližnjih (regionalnih) potresov so od Ljubljane oddaljena od $1,5^\circ$ (oziroma približno 165 km) do 11° . Lokalni potresi so potresi, ki nastanejo v Sloveniji ali njeni neposredni okolici, žarišče pa je od Ljubljane oddaljeno manj kot $1,5^\circ$ ali približno 165 km. Seizmografi so zabeležili tudi številne primere umetno povzročene tresenja tal zaradi razstreljevanja ali rudarske dejavnosti.

Za opredelitev osnovnih parametrov potresov, navedenih v preglednici 2, smo uporabili analize potresov, zapisanih na potresnih opazovalnicah državne mreže v Sloveniji

Mesec	Oddaljeni potresi	Bližnji potresi	Lokalni potresi	Umetni dogodki	Skupaj
Januar	48	32	123	32	235
Februar	63	39	132	52	286
Marec	53	34	177	68	332
April	103	33	272	61	469
Maj	107	29	190	61	387
Junij	62	53	388	37	540
Julij	74	54	322	109	559
Avgust	74	32	231	99	436
September	86	34	206	97	423
Oktober	60	21	141	306	528
November	39	19	140	246	444
December	49	24	160	264	497
Skupaj	818	404	2482	1432	5136

Preglednica 1: Potresi in umetno povzročeni dogodki leta 2013, ki jih je zaznala državna mreža potresnih opazovalnic Republike Slovenije

Table 1: Earthquakes and man-made events in 2013 recorded by the Seismic Network of the Republic of Slovenia.

Datum	Žariščni čas (UTC) h.mm	Zem. širina °N	Zem. dolžina °E	Globina km	Intenziteta EMS-98	Magnituda M_L	Območje
6. 1. 2013	9.05	45,71	14,22	16	IV	2,9	Slovenska vas
2. 2. 2013	13.35	46,48	14,62	12	V	4,0	Leppen (slov. Lepena pri Železni Kapli), Avstrija
2. 2. 2013	13.40	46,48	14,62	9	čutili	2,0	Leppen (slov. Lepena pri Železni Kapli), Avstrija
12. 2. 2013	21.41	45,50	14,47	16		2,2	Gomance, meja Slovenija-Hrvaška
13. 2. 2013	8.24	46,73	14,99	5		2,1	Steinberg-Oberhaus, Avstrija
26. 2. 2013	22.42	45,89	15,87	11		2,0	Novaki Bistranski, Hrvaška
3. 3. 2013	5.24	45,86	15,24	10	II	1,4	Dobovo
5. 3. 2013	0.04	45,91	14,59	10	III-IV	1,9	Vrh nad Želimljami
10. 3. 2013	0.11	45,65	15,54	11		2,0	Krašič, Hrvaška
15. 3. 2013	6.06	45,81	15,43	2	čutili	1,5	Opatova gora, meja Slovenija-Hrvaška
15. 3. 2013	17.26	45,83	15,40	5	III-IV	1,8	Kočarija
15. 3. 2013	17.31	45,82	15,45	6	čutili	1,3	Črešnjevca pri Oštrcu
16. 3. 2013	10.44	45,82	15,41	5	III	1,7	Podstrm
3. 4. 2013	1.15	45,91	15,28	0	čutili	< 0,1	Škocjan
7. 4. 2013	11.20	46,06	14,76	8	III-IV	2,5	Mala Štanga
7. 4. 2013	11.23	46,06	14,76	8	IV-V	3,1	Mala Štanga
8. 4. 2013	10.05	45,93	15,29	1	III	1,0	Segonje
9. 4. 2013	6.20	45,77	15,32	5	zvok	1,2	Gorenji Suhadol
10. 4. 2013	4.34	45,78	14,80	0	čutili	0,7	Pri Cerkvi-Struge
17. 4. 2013	7.49	45,67	15,27	6	III	1,6	Dragomlja vas
22. 4. 2013	3.01	45,66	15,29	7	čutili	1,2	Trnovec
24. 4. 2013	0.57	45,83	15,33	5	čutili	0,3	Dolenje Vrhpolje
26. 4. 2013	0.14	45,78	14,79	3	čutili	0,7	Pri Cerkvi-Struge
29. 4. 2013	2.11	45,80	14,83	5	zvok	< 0,1	Višnje
2. 5. 2013	6.08	45,86	15,18	9	čutili	0,8	Sela pri Štravberku
6. 5. 2013	21.09	45,87	15,19	8	III	1,3	Sela pri Štravberku
7. 5. 2013	9.14	45,87	15,18	9	III	1,4	Štravberk
20. 5. 2013	4.05	45,64	15,33	4	čutili	1,0	Metlika
31. 5. 2013	8.31	45,64	15,28	5	zvok	1,2	Gornje Dobravice
13. 6. 2013	10.34	45,56	14,28	15	III-IV	2,4	Vrbovo

Datum	Žariščni čas (UTC)	Zem. širina	Zem. dolžina	Globina	Intenziteta	Magnituda	Območje
	h.mm	°N	°E	km	EMS-98	M _L	
14. 6. 2013	18.36	45,75	14,85	3	IV	2,7	Seč
16. 6. 2013	20.04	45,75	14,86	3	V–VI	3,6	Seč
16. 6. 2013	20.08	45,75	14,86	2	čutili	1,2	Seč
16. 6. 2013	21.50	45,75	14,85	4	čutili	1,8	Seč
17. 6. 2013	8.44	45,75	14,86	2	čutili	0,8	Seč
18. 6. 2013	12.51	45,75	14,86	3	čutili	1,1	Seč
19. 6. 2013	21.15	46,06	14,75	13	IV	2,7	Mala Štanga
23. 6. 2013	8.18	45,76	14,85	1	III–IV	2,4	Seč
23. 6. 2013	9.07	45,75	14,85	2	čutili	1,5	Seč
27. 6. 2013	20.45	45,76	14,86	3	čutili	1,2	Seč
5. 7. 2013	2.40	45,75	14,87	2	čutili	0,4	Seč
5. 7. 2013	8.13	45,77	14,88	0	čutili	0,3	Seč
5. 7. 2013	12.35	45,76	14,86	0	čutili	0,6	Seč
5. 7. 2013	16.50	45,75	14,87	1	čutili	0,6	Seč
5. 7. 2013	18.02	45,75	14,86	0	čutili	0,2	Seč
6. 7. 2013	2.21	45,74	14,86	1	čutili	0,7	Polom
6. 7. 2013	12.53	45,76	14,86	4	čutili	2,0	Seč
6. 7. 2013	14.19	46,09	15,17	16		2,0	Širje
6. 7. 2013	17.47	45,75	14,87	0	zvok	< 0,1	Seč
6. 7. 2013	17.55	45,75	14,87	0	čutili	0,2	Seč
7. 7. 2013	11.36	45,75	14,86	2	III	0,7	Seč
8. 7. 2013	8.22	45,75	14,87	2	čutili	0,4	Seč
8. 7. 2013	11.39	45,75	14,87	1	čutili	0,5	Seč
8. 7. 2013	18.24	45,75	14,87	0	zvok	0,2	Seč
9. 7. 2013	13.45	45,74	14,85	0	čutili	0,4	Polom
9. 7. 2013	16.55	45,76	14,86	0	III	0,2	Seč
10. 7. 2013	9.59	45,76	14,88	1	čutili	0,9	Hinje
10. 7. 2013	10.29	45,75	14,87	0	čutili	0,5	Seč
11. 7. 2013	8.32	45,75	14,87	1	čutili	0,8	Seč
12. 7. 2013	23.00	45,75	14,87	5	IV	1,8	Seč
13. 7. 2013	9.52	45,76	14,85	2	III–IV	2,2	Seč
13. 7. 2013	9.54	45,75	14,87	0	čutili	< 0,1	Seč
17. 7. 2013	11.56	45,55	15,53	17		2,6	Mahično, Hrvaška
19. 7. 2013	0.34	45,88	14,32	23		2,2	Padež
19. 7. 2013	20.07	45,76	14,88	4	čutili	1,3	Seč
25. 7. 2013	1.53	45,75	14,85	2	III	1,0	Seč
25. 7. 2013	6.08	45,74	14,87	2	III	1,0	Seč
28. 7. 2013	20.02	45,80	15,38	4	III–IV	1,3	Javorovica
31. 7. 2013	7.47	45,76	14,86	2	čutili	1,2	Seč
1. 8. 2013	20.54	45,87	15,16	10	III–IV	1,8	Gorenje Karteljevo
1. 8. 2013	21.00	45,87	15,14	7	zvok	1,0	Gorenje Karteljevo
2. 8. 2013	4.00	45,44	15,28	9	III	2,3	Jarčani, Hrvaška
3. 8. 2013	5.29	45,75	14,87	1	čutili	0,7	Polom
7. 8. 2013	12.56	45,77	14,87	0	čutili	0,4	Pleš
25. 8. 2013	11.18	45,49	14,35	15		2,1	Lisac, Hrvaška
25. 8. 2013	22.39	45,89	15,88	12		2,7	Poljanica Bistranska, Hrvaška
27. 8. 2013	15.06	45,89	15,86	9		2,3	Poljanica Bistranska, Hrvaška
27. 8. 2013	17.16	45,89	15,89	12		2,6	Poljanica Bistranska, Hrvaška
29. 8. 2013	15.24	45,89	15,87	12		2,3	Poljanica Bistranska, Hrvaška
30. 8. 2013	9.02	45,86	15,19	10	IV–V	2,2	Koti
30. 8. 2013	12.21	45,88	15,88	12		2,0	Poljanica Bistranska, Hrvaška
30. 8. 2013	13.13	45,74	14,86	4	III	1,6	Polom
30. 8. 2013	17.22	45,75	14,86	4	IV	2,3	Seč
31. 8. 2013	19.04	46,03	14,25	7	IV–V	3,1	Samotorica

Datum	Žariščni čas (UTC)	Zem. širina	Zem. dolžina	Globina	Intenziteta	Magnituda	Območje
	h.mm	°N	°E	km	EMS-98	M_L	
31. 8. 2013	19.29	46,03	14,25	7	čutili	1,1	Samotorica
5. 9. 2013	11.15	46,08	14,89	9	IV	3,1	Spodnji Log
6. 9. 2013	7.18	45,90	15,85	9		2,0	Bukovje Bistransko, Hrvaška
7. 9. 2013	15.19	46,32	13,56	5	IV	2,9	Čezsoča
7. 9. 2013	16.06	46,32	13,55	8	III–IV	2,3	Čezsoča
7. 9. 2013	17.01	46,32	13,55	8	IV–V	2,8	Čezsoča
7. 9. 2013	19.39	46,32	13,56	9	čutili	1,7	Čezsoča
8. 9. 2013	0.58	46,33	13,54	7	čutili	1,2	Bovec
8. 9. 2013	10.39	46,32	13,54	4	III	1,4	Čezsoča
10. 9. 2013	0.24	46,31	13,54	6	III–IV	1,0	Čezsoča
10. 9. 2013	23.06	46,32	13,53	7	zvok	1,5	Plužna
11. 9. 2013	9.23	46,33	13,57	4	IV	2,4	Bovec
12. 9. 2013	0.49	46,32	13,55	6	III	1,4	Čezsoča
14. 9. 2013	11.23	46,36	13,68	8	III	1,0	Bavški Grintavec
19. 9. 2013	14.18	46,30	14,59	17	čutili	1,9	Okroglo
20. 9. 2013	15.42	45,98	14,95	17		2,4	Kamni Vrh pri Primskovem
25. 9. 2013	3.41	45,87	14,31	12	IV	2,4	Laze
28. 9. 2013	9.08	46,06	14,77	10		2,0	Mala Štanga
7. 10. 2013	1.09	46,02	14,99	11	IV	2,0	Vodice pri Gabrovki
8. 10. 2013	1.58	45,89	14,56	0	III	0,4	Kurešček
8. 10. 2013	8.02	45,75	14,86	3	III	1,1	Seč
11. 10. 2013	18.52	45,99	14,59	13	III	2,0	Lanišče
14. 10. 2013	19.02	45,90	14,94	10	III	1,3	Gorenje Selce
20. 10. 2013	12.21	45,61	14,37	17		2,2	Snežnik
21. 10. 2013	12.42	46,32	13,74	11	III–IV	2,1	Plaski Vogel
23. 10. 2013	20.10	46,33	13,54	5	III	0,8	Bovec
28. 10. 2013	19.13	45,49	15,28	3	III	1,0	Podklanec
3. 11. 2013	21.55	46,68	13,79	17		2,0	Treffen am Ossiacher See (Slov. Trebinja ob Osojskem jezeru), Avstrija
24. 11. 2013	20.15	45,79	15,36	12	čutili	0,2	Šentjernej
24. 11. 2013	20.36	45,78	15,32	4	čutili	0,6	Šentjernej
24. 11. 2013	20.36	45,79	15,33	9	čutili	0,9	Šentjernej
25. 11. 2013	22.12	45,76	14,97	18	IV	2,3	Topla Reber
25. 11. 2013	22.32	45,77	14,98	14	čutili	1,3	Topla Reber
25. 11. 2013	22.40	45,76	14,96	17	III–IV	2,1	Topla Reber
28. 11. 2013	12.34	45,88	14,83	4	III–IV	0,9	Zagradec
28. 11. 2013	13.48	46,18	14,35	7	III	1,0	Trata
30. 11. 2013	23.16	46,18	14,37	16	III–IV	1,5	Meja
3. 12. 2013	20.50	46,08	15,14	9	III–IV	1,7	Čimerno
4. 12. 2013	10.53	45,74	14,86	1	čutili	0,7	Seč
4. 12. 2013	11.41	45,75	14,85	1	čutili	0,9	Seč
13. 12. 2013	8.58	45,75	14,85	2	čutili	1,1	Seč
13. 12. 2013	14.09	45,75	14,86	1	čutili	0,9	Seč
15. 12. 2013	18.44	45,75	14,87	0	čutili	0,4	Seč
16. 12. 2013	22.23	45,79	14,86	0	III	0,4	Ratje
25. 12. 2013	9.01	45,41	14,69	17		2,1	Crni Lug, Hrvaška
25. 12. 2013	12.31	45,41	14,70	16		2,0	Crni Lug, Hrvaška
29. 12. 2013	20.50	45,75	14,86	0	čutili	0,7	Seč

Preglednica 2: Seznam potresov leta 2013, ki imajo lokalno magnitudo večjo ali enako 2,0 in smo jim lahko izračunali žariščni čas, koordinati nadžarišča (epicentra) ter globino žarišča. Pri nekaterih potresih je navedena še največja intenziteta. V preglednici je tudi 84 potresov s sicer manjšo lokalno magnitudo, vendar so jih prebivalci Slovenije čutili.

Table 2: List of earthquakes with $M_{LV} \geq 2.0$ in 2013 for which the hypocentral time, coordinates of the epicentre and the focal depth were calculated; the maximum intensity of felt earthquakes is also provided. Information about 84 earthquakes with lower magnitude felt by the inhabitants of Slovenia is also included.

(ARSO, 2013–2014) ter v Avstriji (ZAMG, 2013–2014), na Hrvaškem (GEOF-PMF, 2013–2014), v Italiji (OGS, 2013) in na Madžarskem (Tóth in sod., 2013). Žariščni čas, to je čas, ko je potres nastal, koordinati nadžarišča in žariščno globino smo določili iz časov prihodov vzdolžnega (P) in prečnega (S) valovanja na potresno opazovalnico. Potrese smo locirali s programom HYPOCENTER (Lienert in sod., 1988, Lienert, 1994). Uporabili smo povprečni hitrostni model za ozemlje Slovenije, določen iz tridimenzionalnega modela za prostorsko valovanje (Michellini in sod., 1998) in modela za površinsko valovanje (Živčič in sod., 2000). Potresom, ki smo jim lahko določili le koordinati nadžarišča, smo za žariščno globino privzeli sedem kilometrov.

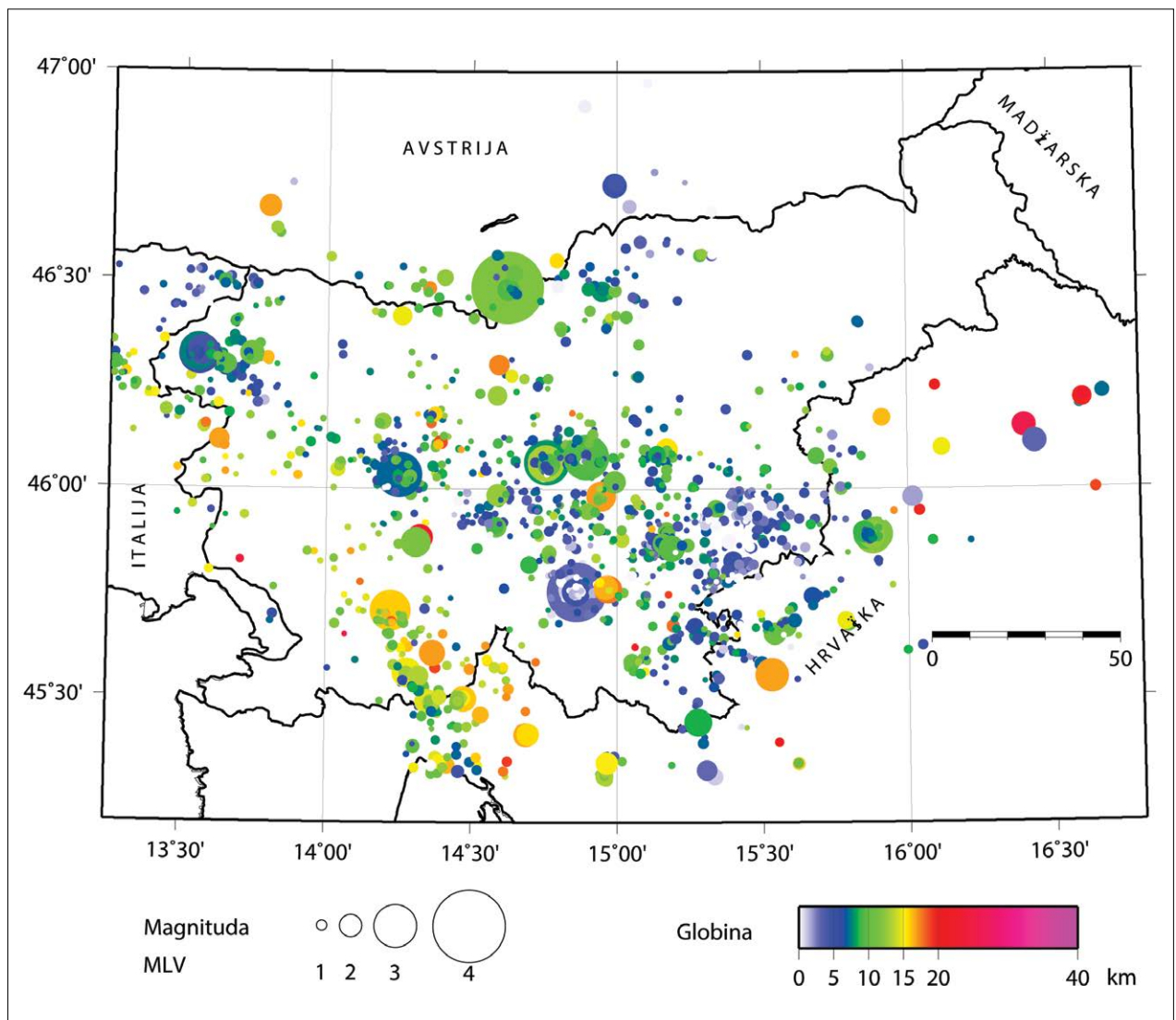
Lokalno magnitudo M_{LV} potresov smo določili iz največje hitrosti navpične komponente nihanja tal (A/T v nm/s) na slovenskih opazovalnicah, in sicer po enačbi:

$$M_{LV} = \log(A/T) + 1,52 * \log D - 3,2,$$

pri čemer je D oddaljenost nadžarišča do potresne opazovalnice v kilometrih.

V preglednici 2 je navedena povprečna vrednost M_{LV} za opazovalnice v Sloveniji. Največja intenziteta (I_{max}), ki jo je potres dosegel na ozemlju Slovenije, je opredeljena po evropski potresni lestvici (EMS-98).

Seizmografi državne mreže potresnih opazovalnic so leta 2013 zabeležili 2066 potresov, ki smo jim lahko določili lokalno magnitudo in lego žarišča v Sloveniji oziroma v njeni neposredni bližini (slika 1). Na sliki predstavlja velikost kroga lokalno magnitudo, barva pa označuje globino potresnega žarišča. Seizmografi so zabeležili tudi vsaj 1432 umetnih potresov (razstreljevanj ali posledic rudarske dejavnosti).



Slika 1: Nadžarišča potresov leta 2013, ki smo jim določili žariščni čas, koordinati nadžarišča in globino žarišča. Barva simbola ponazarja žariščno globino, njegova velikost pa vrednost lokalne magnitude M_{LV} . Slika je bila narejena s programom GMT (Wessel in Smith, 1991, 1998).

Figure 1: Distribution of epicentres in 2013 with calculated hypocentral time, epicentral coordinates and focal depth; coloured symbols of varying sizes give information on focal depth and local magnitude M_{LV} . The figure was made using GMT software (Wessel and Smith, 1991, 1998).

Prebivalci Slovenije so leta 2013 čutili vsaj 111 potresnih sunkov z žariščem v Sloveniji ali njeni bližnji okolici. Natančnejšega števila ni bilo mogoče določiti, ker so opazovalci v svojih opisih včasih podali le opažanja, ki jih ni bilo mogoče pripisati točno določenemu dogodku,

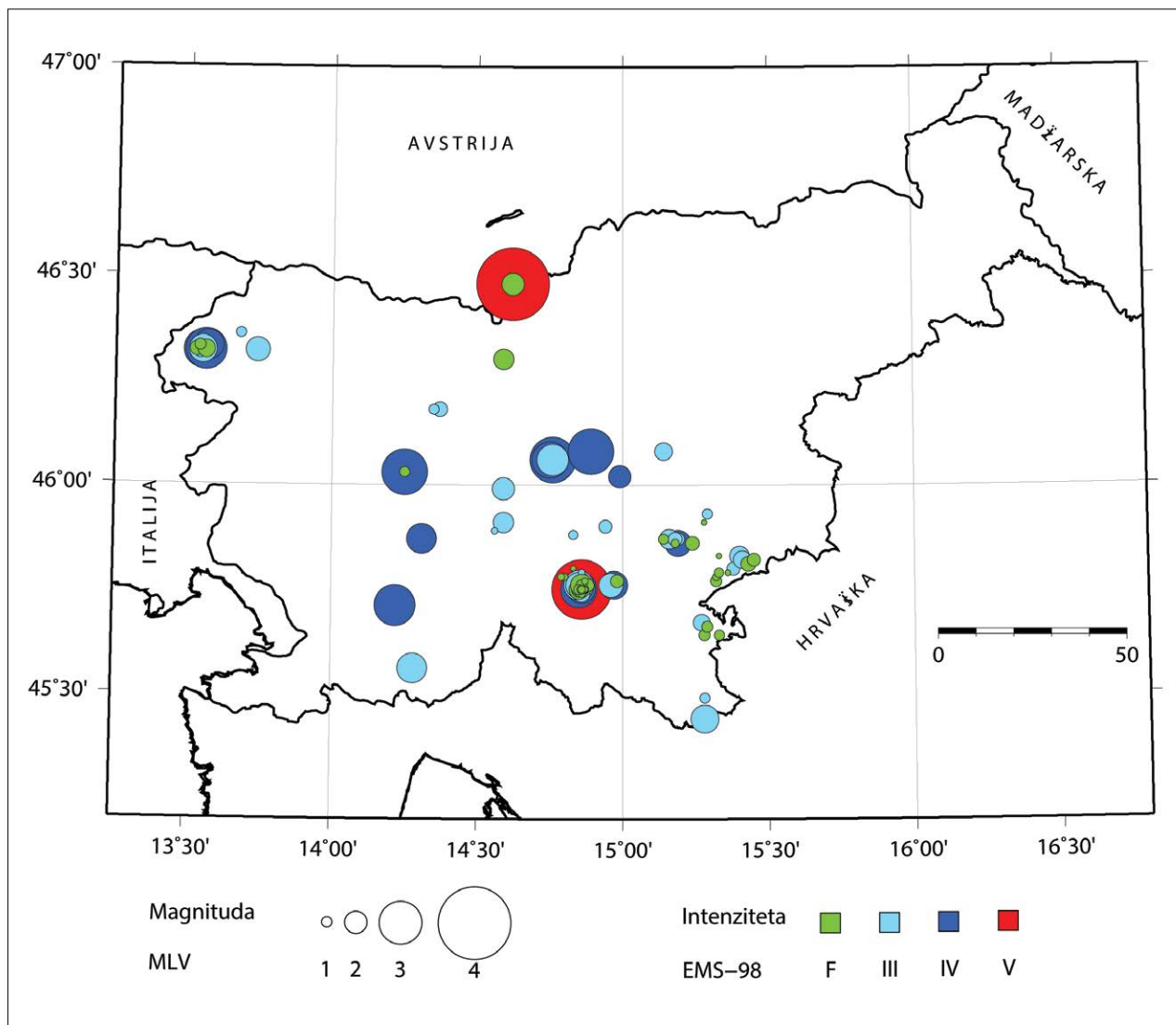
ali pa so navedli le število potresov, ki so jih čutili v tem dnevu, ne pa tudi njihovega časa. Nadžarišča potresov so prikazana na sliki 2. Velikost kroga označuje lokalno magnitudo, barva pa največjo intenziteto potresa. Poleg teh so prebivalci Slovenije čutili še en potres z žariščem v Italiji in enega na Hrvaškem (preglednica 3).

Datum	Žariščni čas (UTC)	Intenziteta	Potresno območje
	h.min	EMS-98	
21. 6. 2013	10.34	III	Massa, Italija
30. 7. 2013	12.58	IV	Senj, Hrvaška

Preglednica 3: Seznam potresov, ki so jih prebivalci Slovenije leta 2013 čutili, vendar so imeli žarišča v drugih državah

Table 3: List of earthquakes with origins in other countries that were felt by the inhabitants of Slovenia in 2013.

V preglednici 2 so osnovni podatki 47 lokalnih potresov z opredeljeno lokalno magnitudo, večjo ali enako 2,0, ter 84 šibkejših potresov, ki pa so jih prebivalci Slovenije tudi čutili. Za vsak potres posebej so navedeni datum (leto, mesec, dan), žariščni čas po UTC (ura, minuta, sekunda), koordinati nadžarišča (zemljepisna širina °N, zemljepisna dolžina °E), globina žarišča (km), povprečna vrednost lokalne magnitude (M_{LV}) in največja intenziteta (I_{max} EMS-98), ki jo je potres dosegel v Sloveniji. V stolpcu Potresno območje je za večino nadžarišč v Sloveniji ime naselja, ki je najbližje nadžarišču in je navedeno v



Slika 2: Nadžarišča potresov, ki so jih leta 2013 čutili prebivalci Slovenije. Barva simbola ponazarja največjo doseženo intenziteto v Sloveniji, njegova velikost pa vrednost lokalne magnitude M_{LV} . Slika je bila narejena s programom GMT (Wessel in Smith, 1991, 1998).

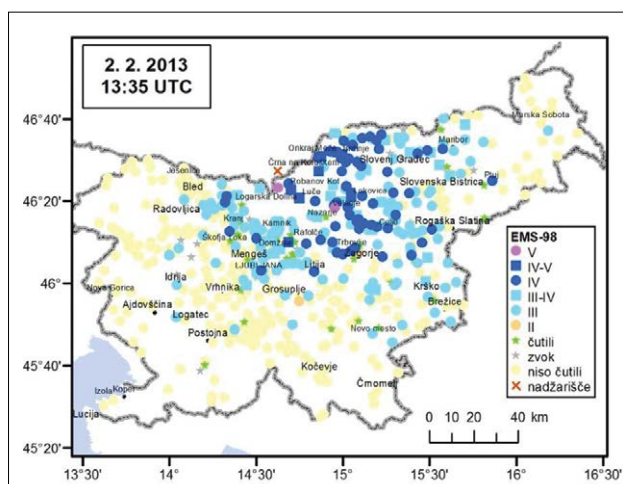
Figure 2: Epicentres of earthquakes felt in Slovenia in 2013. The size of symbols represents local magnitude, while the colour represents maximal intensity reached in Slovenia. The figure was prepared using GMT software (Wessel and Smith, 1991, 1998).

seznamu naselij Geodetske uprave RS (RGU, 1995). Če podatki niso zadoščali za nedvoumno določitev intenzitete, smo potresu pripisali razpon mogočih vrednosti (npr. IV-V).

Podatki o nekaterih močnejših potresih, ki so jih čutili prebivalci Slovenije

Leta 2013 so prebivalci v Sloveniji čutili vsaj 113 potresov. Opisani so tisti, ki so dosegli največje učinke, vsaj IV EMS-98. En potres je ocenjen z intenziteto V-VI EMS-98, eden z intenziteto V EMS-98, štirje so dosegli učinke IV-V EMS-98, 12 potresov pa ima intenziteto IV EMS-98. Za pet najmočnejših potresov (z magnitudo nad 3 in intenziteto vsaj IV-V EMS-98) smo pripravili karte intenzitete (slike 3-7) z vrisanim instrumentalno določenim nadžariščem. Intenziteta potresa v posameznem naselju je ocenjena na podlagi makroseizmičnih vprašalnikov, ki jih pošiljamo prostovoljnimi poročevalcem po potresu in nam jih ti izpolnjene vrnejo, ter elektronskih vprašalnikov, ki jih poročevalci izpolnijo na naši spletni strani (<http://www.arso.gov.si/potresi/vprašalnik>). Na sliki 8 so prikazana vsa naselja, od koder smo dobili podatke, da so ljudje čutili učinke katerega izmed teh 113 potresov, barva in oznaka na sliki pa opredeljujeta največjo intenziteto, doseženo v tem naselju leta 2013. Navedene so tudi lokalne magnitude.

6. januar 2013 ob 9.05 po UTC. Potres z nadžariščem v okolici Slovenske vasi pri Pivki in z magnitudo 2,9 je dosegel največje učinke (IV EMS-98) v Koritnicah in Senadolichah. Potres so občutili tudi v Prestranku (III-IV EMS-98), z intenziteto III EMS-98 pa v Pivki, Postojni, Knežaku, Baču, Ilirski Bistrici, Palčju, Grahovem, Zelšah in Šmihelu.



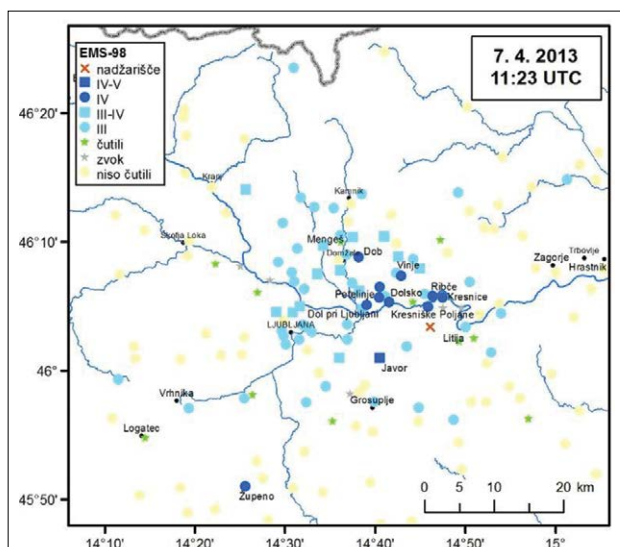
Slika 3: Intenziteta potresa 2. februarja 2013 ob 13.35 po UTC v posameznih naseljih

Figure 3: Intensity of earthquake on 2nd February 2013 at 13:35 UTC in individual settlements.

2. februar 2013 ob 13.35 po UTC (slika 3). Močen potres magnitude 4,0 na Obirskem v Avstriji so čutili v večjem delu Slovenije. Najbolj oddaljena naselja, v katerih so čutili potres, so bila skoraj 100 km od nadžarišča. Največji učinki v Sloveniji so bili v Logarski dolini in v Nazarjah (intenziteta V EMS-98), kjer so bile na posameznih stavbah manjše poškodbe. O odpadlem ometu oziroma lasastih razpokah so poročali tudi v Črni na Koroškem, Lučah in Rafolčah (intenziteta povsod IV-V EMS-98) ter Muti, Slovenj Gradcu, Mozirju, Trbovljah, Vranskem, Križah in Ojstrem (intenziteta povsod IV EMS-98). Učinke IV-V EMS-98, vendar brez ugotovljenih poškodb, smo ocenili tudi v Brdinjah, Lokovici, Robanovem Kotu in v naselju Onkraj Meže. V Mozirju in Črnečah so čutili šibek popotres pet minut pozneje.

7. april 2013 ob 11.23 po UTC (slika 4). Potres na območju Litije (Mala Štanga) je imel magnitudo 3,1. V Javorju (ocenjena intenziteta IV-V EMS-98) in Vinjah (IV EMS-98) so na zgradbi opazili lasaste razpoke oziroma povečanje že prej nastalih razpok. Učinki IV EMS-98 so bili tudi v naseljih Dolsko, Kresnice, Dob, Dol pri Ljubljani, Kresniške Poljane, Vrhpolje pri Moravčah, Petelinje, Ribča in Župeno. Zanimivo je, da so potres bolj izrazito čutili zahodno in severno od žarišča (do 45 km oddaljenih naselij), na jugovzhodu pa so ga zaznali samo 20 km daleč.

14. junij 2013 ob 18.36 po UTC. Potres na območju Suhe krajine je imel magnitudo 2,7, največjo intenziteto (IV EMS-98) pa je dosegel v naseljih Breg pri Ribnici na Dolenjskem, Stara Cerkev, Dvor, Kočevje, Hrib pri Hinjah in Slovenska vas. S tem potresom se je začel dolg niz zmernih potresov vzhodno od Ribnice, ki je v več zagonih trajal do konca leta in se nadaljuje tudi leta 2014. Prebivalci okoliških naselij so nam poročali, da so leta 2013 zaznali več kot 50 potresnih sunkov. Posebej se moramo

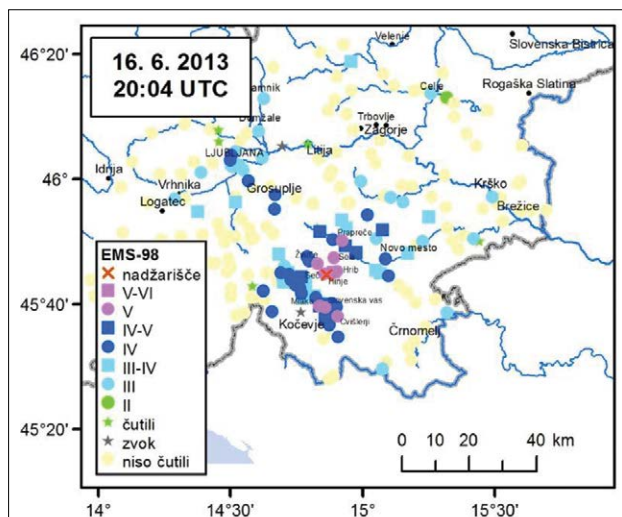


Slika 4: Intenziteta potresa 7. aprila 2013 ob 11.23 po UTC v posameznih naseljih

Figure 4: Intensity of earthquake on 7th April 2013 at 11:23 UTC in individual settlements.

zahvaliti vestnima poročevalkama iz Seča in Žvirč, ki sta nas opozorili tudi o potresih, ki so jih seizmološki instrumenti komaj zaznali.

16. junij 2013 ob 20.04 po UTC (slika 5). Najmočnejši potres leta 2013 v Sloveniji je imel magnitudo 3,6, nadžarišče pa je bilo v vasi Seč v Suhi krajini, 10 km vzhodno od Ribnice. Globina žarišča je ocenjena na 3 km. Potres so čutili prebivalci celotne Dolenjske, zahodnega dela



Slika 5: Intenziteta potresa 16. junija 2013 ob 20.04 po UTC v posameznih naseljih

Figure 5: Intensity of earthquake on 16th June 2013 at 20:04 UTC in individual settlements.



Slika 6: Poškodbe druge stopnje na zgradbi v Hinjah, ki so nastale ob potresu 16. junija 2013

Figure 6: Damage of grade 2 in Hinje, caused by June 16th 2013 earthquake.

Štajerske in širše okolice Ljubljane. O poškodbah stavb so poročali v naseljih Hinje (intenziteta V–VI EMS-98, slika 6), Hrib pri Hinjah, Sela pri Hinjah, Žvirče, Prapreče (vse intenziteta V EMS-98), Kočevje in Prigorica (intenziteta IV–V EMS-98). Zato smo opravili tudi terenski ogled poškodb v Suhi krajini. Večina poškodovanih stavb je starih od 100 do 200 let in so bile med drugo svetovno vojno požgane. Zaradi pomanjkanja gradbenega materiala po vojni so vaščani pogorele hiše le obnovili. To so predvsem zidane stavbe z obdelanim kamnom ali navadne opečne nearmirane konstrukcije. V večini primerov so zidovi na vogalih povezani, vendar pa je vezivo slabo. Med vojno so v bližini Hinj tudi minirali, kar je še poslabšalo nosilnost stavb. V obdobju pred letom 1964 potresni obremenitvi večinoma niso namenjali veliko pozornosti. Stene hiš so debele približno od 50 do 70 cm, stropi pa so leseni. Ker taka masivna stavba ni sposobna prevzeti močnih potresnih sil, se nanje odzove z različnimi poškodbami na objektu. Poškodovani objekti v omenjenih vaseh so utrpeli lažje poškodbe, kot so razpoke v ometu, delno odpadanje koščkov ometa in deloma stene ter razpoke na stiku stropov in sten. Na stikih nepovezanega zidovja in stropne konstrukcije se pojavljajo globoke razpoke, ki so značilne za starejše zidane objekte z lesenim stropom. Ranljivost poškodovanih stavb, ki so bile zgrajene do druge svetovne vojne (do leta 1945) in so bile zgrajene iz kamna, smo uvrstili v razred A po EMS-98. Utrpele so poškodovanost prve stopnje, ena stavba pa druge stopnje. Poleg omenjenih naselij, v katerih so nastale poškodbe, smo intenziteto V EMS-98 ocenili še v Seču, Slovenski vasi, Mlaki pri Kočevju in v Cvišlerjih.

19. junij 2013 ob 21.15 po UTC. Le nekaj dni pozneje se je spet zgodil potres na območju Litije (Mala Štanga), tokrat z magnitudo 2,7. Učinke stopnje IV EMS-98 smo ocenili v Petelinju, od koder nam je ena oseba poročala tudi o manjši poškodbi na stavbi, v Litiji in Kresnicah; zaznali pa so ga v polmeru okrog 25 km.

12. julij 2013 ob 23.00 po UTC. Ponoven potres pri Seču z magnitudo 1,8 je prebudil posamezne vaščane Hinj in Stare Cerkve (intenziteta IV EMS-98).

30. julij 2013 ob 12.58 po UTC. V Senju na Hrvaškem je imel nadžarišče potres magnitudo 4,6. V Sloveniji so ga najbolj čutili v Beli krajini (intenziteta IV EMS-98), posamezniki pa so ga zaznali tudi v več kot 100 km oddaljenih naseljih. Nazoren opis občutenja potresa smo dobili iz Ljubljane: »Bil je občutek neravnotežja, kot ga doživi človek pri opitosti.«

30. avgust 2013 ob 9.02 po UTC. Nekaj km severno od Novega mesta, v naselju Koti, je bilo nadžarišče potresa z magnitudo 2,1. V Jelšah pri Otočcu je imel intenziteto IV–V EMS-98, v Šmarjeti, od koder so na eni stavbi opazili zanemarljive poškodbe, pa učinke IV EMS-98. Potres so zaznali tudi v Šmarjeških Toplicah, Novem mestu, Radovljji (intenziteta III–IV EMS-98), Daljnem Vrhu, Lutrškem selu in v Selah pri Dolenjskih Toplicah (intenziteta III EMS-98).

30. avgust 2013 ob 17.22 po UTC. Istega dne je potres dvakrat vznemiril prebivalce vzhodno od Ribnice. Manjši potres je bil ob 13.13 po UTC z magnitudo 1,6, malo močnejši pa ob 17.22 po UTC z magnitudo 2,3. Spet so ga najbolj čutili v Hinjah (intenziteta IV EMS-98, ena oseba je omenila zanemarljivo poškodbo), Seču in Podtaboru (intenziteta III-IV EMS-98).

31. avgust 2013 ob 19.04 po UTC (slika 7). Močnejše se je zatreslo v okolici Vrhnike, pri naselju Samotorica (magnituda 3,2). »Kot bi prišel tornado,« je opisal prebivalec Vrhnike. O lasastih poškodbah v ometu so poročali iz Butajnovce (intenziteta IV-V EMS-98) in Borovnice

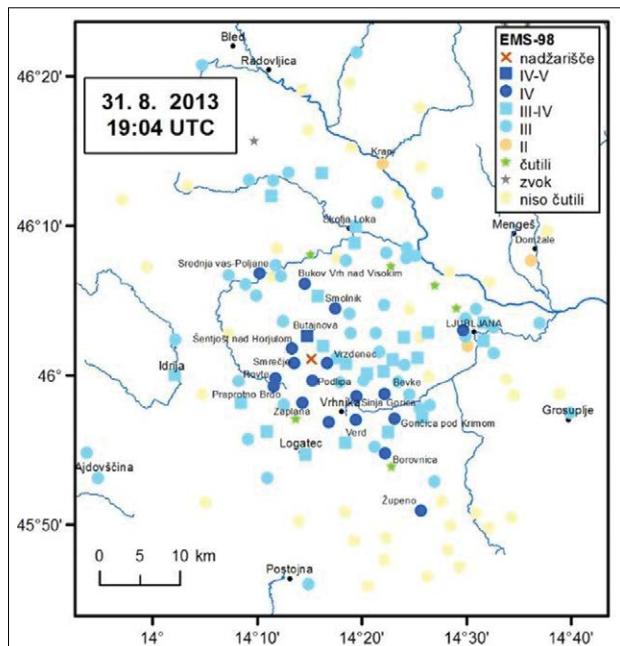
(intenziteta IV EMS-98), učinke IV EMS-98 pa so zaznali tudi v naseljih Goričica pod Krimom, Smrečje, Šentjošt nad Horjulom, Vrzenec, Bukov Vrh nad Visokim, Smolnik, Bevke, Podlipa, Sinja Gorica, Verd, Vrhnika, Zaplana, Rovte, Praprotno Brdo, Župeno, Srednja vas-Poljane in v četrtini skupnosti Rožnik v Ljubljani.

5. september 2013 ob 11.15 po UTC. Potres z nadžariščem v okolici Litije (Spodnji Log) z magnitudo 3,1 je dosegel največje učinke (IV EMS-98) v Rimskih Toplicah, od koder nam je ena oseba poročala tudi o lažji poškodbi na stavbi, v Zagorju ob Savi, Spodnjem Logu, Podkrajju pri Zagorju, Ponovičah, Hrastniku, Kandršah, Potoški vasi in Izlakah. O zanemarljivi poškodbi so poročali tudi v naselju Sava. Potres so čutili v večjem delu Zasavja.

7. september 2013 ob 15.19 in 17.01 po UTC. Dva potresa, prvi z magnitudo 2,9 v Čezsoči in drugi z magnitudo 2,8 v Bovcu, sta stresla prebivalce zgornjega Posočja. Največje učinke je imel prvi potres v Drežnici, Plužni, Bovcu in Lepeni (IV EMS-98), drugi potres pa v Bovcu (IV-V EMS-98), Srpenici, Drežnici, Soči, Žagi in Plužni (IV EMS-98). O poškodbah niso poročali.

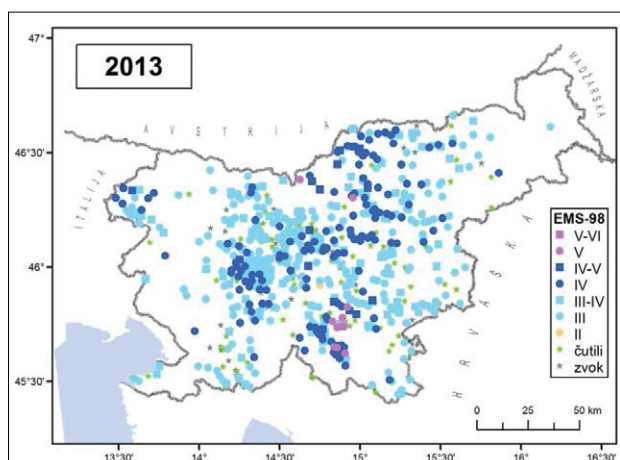
11. september 2013 ob 9.23 po UTC. Nekaj dni pozneje so na Bovškem spet čutili potres, tokrat magnitude 2,4, ki je v vasi Soča povzročil zanemarljive poškodbe na eni stavbi. Ocenjena intenziteta v Soči, Lokovcu in Bovcu je bila IV EMS-98, potres pa so čutili tudi v Srpenici, Kal-Koritnici, Kobaridu, Žagi in Tolminu.

25. september 2013 ob 3.41 po UTC. Potres z magnitudo 2,4 v bližini naselja Laze je prebudil številne prebivalce Logatca, Rakeka, Vrhnike, Borovnice, Verda, Dolenje vasi, Ivanjega sela, Kožljeka, Mirk in Zabočevega (intenziteta IV EMS-98). Potres so zaznali v polmeru približno 20 km, poleg tresenja pa so poročali o grmenju, kot pesniško opisuje vaščan Velikega Otoka: »V uho je prišel in me iz rahlega dremeža zbudil grom v nedrjih zemlje.«



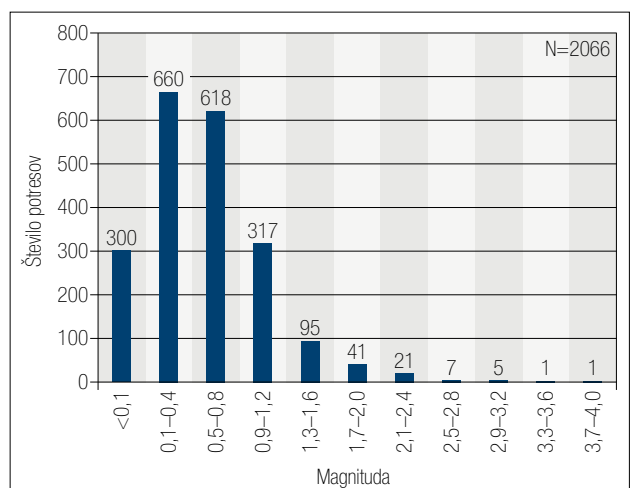
Slika 7: Intenziteta potresa 31. avgusta 2013 ob 19.04 po UTC v posameznih naseljih

Figure 7: Intensity of earthquake on 31st August 2013 at 19:04 UTC in individual settlements.



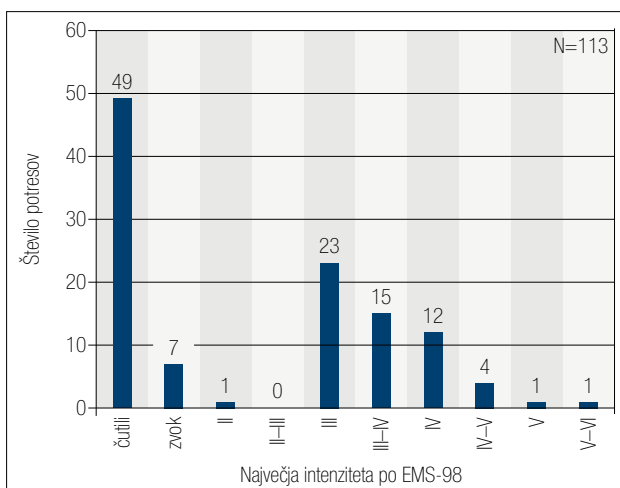
Slika 8: Največja intenziteta potresa izmed vseh, ki so se zgodili leta 2013, ocenjena v posameznih naseljih

Figure 8: Overall map of the largest intensity of all earthquakes in 2013 felt by the inhabitants of Slovenia in individual settlements.



Slika 9: Porazdelitev potresov v Sloveniji leta 2013 glede na magnitudo M_{LV}

Figure 9: Distribution of earthquakes in Slovenia in 2013 with respect to M_{LV} magnitude.



Slika 10: Porazdelitev potresov v Sloveniji leta 2013 glede na največjo intenziteto EMS-98

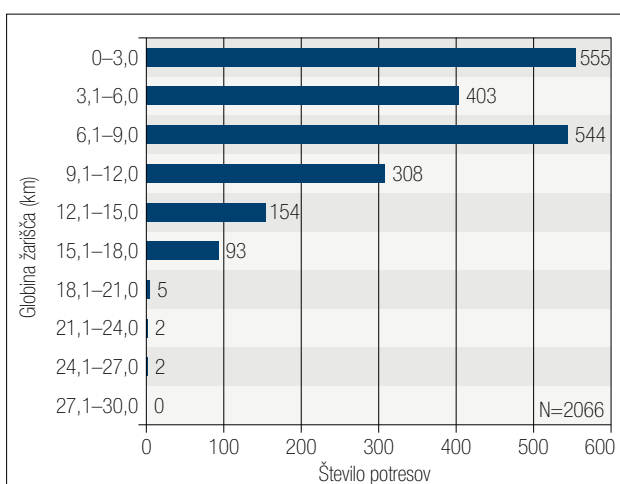
Figure 10: Distribution of earthquakes in Slovenia in 2013 with respect to maximum EMS-98. intensity.

7. oktober 2013 ob 1.09 po UTC. Čeplje pri Trebnjem je bilo nadžarišče potresa z magnitudo 2,0, o katerem smo prejeli le posamezna poročila iz Gabrovke, Trebnjega (intenziteta IV EMS-98), Zagorja ob Savi, Moravč, Doba, Čateža in Grosuplja.

25. november 2013 ob 22.12 po UTC. Zadnji močnejši potres leta 2013 se je zgodil pri Topli Rebri in je imel magnitudo 2,3. Največjo intenziteto (IV EMS-98) je dosegel v Hinjah in Bregu pri Zagradcu, čutili pa so ga do Kočevja ter v naseljih ob Krki do Novega mesta.

Sklepne misli

Potresna dejavnost v Sloveniji leta 2013 je bila glede na leto prej večja. Histogram na sliki 9 kaže porazdelitev lokalne magnitude (M_L), ki smo jo določili 2066



Slika 11: Porazdelitev potresov leta 2013 glede na globino žarišča (v kilometrih)

Figure 11: Distribution of earthquakes in Slovenia in 2013 with respect to focal depth (in kilometres).

potresom. 96 odstotkov teh potresov je imelo lokalno magnitudo manjšo od 1,7.

Makroseizmični podatki za potrese bi bili zelo pomanjkljivi ali celo nedostopni, če nam ne bi pomagali številni prostovoljni poročevalci (leta 2013 jih je bilo aktivnih več kot 4740), za kar se jim najlepše zahvaljujemo. Prostovoljnimi opazovalcem smo leta 2013 razposlali 5095 makroseizmičnih vprašalnikov za 33 potresov, od katerih smo jih prejeli izpolnjenih 3990 (78 odstotkov). Poleg tega smo prejeli še 970 izpolnjenih spletnih vprašalnikov. V Sloveniji so prebivalci čutili vsaj 113 potresov (sliki 2 in 8). En potres je dosegel intenziteto V-VI EMS-98, eden intenziteto V EMS-98, štiri potresi intenziteto IV-V EMS-98, 12 potresov intenziteto IV EMS-98, 15 potresov III-IV EMS-98, 23 potresov III EMS-98, en potres pa intenziteto II EMS-98. Preostale potrese (56) so opazovalci le zaznali (49) ali slišali bobnenje (7) in jim zato ni bilo mogoče določiti intenzitete (slika 10).

Porazdelitev potresov glede na globino žarišč (slika 11) kaže, da je imela večina od 2066 potresov na območju Slovenije in bližnje okolice žarišča do globine 24 km. 27 odstotkov potresov je imelo žariščno globino manjšo od 3 km, 68 odstotkov potresov se je zgodilo na globini med 3,1 in 15 km, 5 potresov je imelo žarišče v globini med 15,1 in 18 km, 4 potresom pa smo določili žariščno globino večjo od 18 km.

Tudi leta 2013 smo pri zbiranju in izmenjavi podatkov sodelovali s seizmologi iz sosednjih držav. Zahvaljujemo se jim za poslane makroseizmične podatke.

Viri in literatura

1. ARSO, 2013–2014. Preliminarni tedenski seizmološki bilteni za 2013. Arhiv Agencije RS za okolje, Ljubljana.
2. Grünthal, G. (ur.), 1998a. European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). Conseil de l'Europe, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Volume 15, Luxembourg, 99 p.
3. Grünthal, G. (ur.), 1998b. European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). <http://gfzpublic.gfz-potsdam.de/pubman/faces/viewItemFullPage.jsp?itemId=escidoc:56109> (Uporabljeno 10. 5. 2014).
4. GEOF-PMF, 2013–2014. Data reports (online). Geofizički odsjek Prirodoslovno-Matematičnog Fakulteta, Zagreb, Hrvaška.
5. <http://www.isc.ac.uk/cgi-bin/collect?Days=&yyyy=Year&mm=Mon&Reporter=ZAG> (uporabljeno 5. 5. 2014).
6. Lienert, B. R., Berg, E., in Frazer, L. N., 1988. HYPOCENTER: An earthquake location method using centered, scaled, and adaptively least squares. Bull. Seism. Soc. Am., 76, 771–783.
7. Lienert, B. R., 1994. HYPOCENTER 3.2 – A Computer Program for Locating Earthquakes Locally, Regionally and Globally. Hawaii Institute of Geophysics & Planetology, Honolulu, 70 p.

8. Michelini, A., Živčić, M., in Suhadolc, P., 1998. Simultaneous inversion for velocity structure and hypocenters in Slovenia. *Journal of Seismology*, 2 (3), 257–265.
9. OGS (Oservatorio Geofisco Sperimentale), 2013. Bolletino della Rete Sismometrica del Friuli Venezia Giulia. OGS, Centro ricerche sismologiche, Udine, computer file.
10. RGU (Republiška geodetska uprava), 1995. Centroidi naselij (geografske koordinate), računalniški seznam.
11. Tóth, L., Mónus, P., Zsíros, in Kiszely, M., 2013. Hungarian Earthquake Bulletin 2013. *GeoRisk*, Budapest, 2014.
12. Wessel, P., in Smith, W. H. F., 1991. Free software helps map and display data. *Eos, Trans. Amer. Un.*, Vol. 72 (441), 445–446.
13. Wessel, P., in Smith, W. H. F., 1998. New, improved version of the Generic Mapping Tools released. *EOS Trans. AGU*, Vol. 79, 579.
14. ZAMG, 2013–2014. Preliminary bulletin of regional and teleseismic events recorded with ZAMG-stations in Austria. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
15. Živčić, M., Bondár, I. in Panza, G. F., 2000. Upper Crustal Velocity Structure in Slovenia from Rayleigh Wave Dispersion. *Pure Appl. Geophys.*, Vol. 157, 131–146.