

POTRESI V SLOVENIJI LETA 2017

EARTHQUAKES IN SLOVENIA IN 2017

Anita Jerše Sharma

Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo, Vojkova 1b, Ljubljana, anita.jerse-sharma@gov.si

Tamara Jesenko

mag., Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo, Vojkova 1b, Ljubljana, tamara.jesenko@gov.si

Barbara Šket Motnikar

dr., Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo, Vojkova 1b, Ljubljana, barbara.sket-motnikar@gov.si

Ina Cecić

Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo, Vojkova 1b, Ljubljana, ina.cecic@gov.si

Mladen Živčić

mag., Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo, Vojkova 1b, Ljubljana, mladen.zivcic@gov.si

Polona Zupancič

Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo, Vojkova 1b, Ljubljana, polona.zupancic@gov.si

Povzetek

V letu 2017 je bila potresna dejavnost v Sloveniji pod povprečjem. Državna mreža potresnih opazovalnic je zabeležila 2105 potresov v Sloveniji ali bližnji okolici. Prebivalci so čutili vsaj 90 potresov. 19 od njih je imelo lokalno magnitudo večjo ali enako 2,0, le trije pa so dosegli največjo intenziteto IV–V EMS-98. Najmočnejši potres leta 2017 z lokalno magnitudo 2,9 se je zgodil 6. julija ob 16.58 po univerzalnem koordiniranem času (UTC) oziroma ob 18.58 po srednjeevropskem poletnem času (SEPC) z nadžariščem pri Litiji. Največja intenziteta potresa je bila IV–V EMS-98. Potres je prestrašil prebivalce, da so zbežali na prosto. V redkih primerih so se v višjih nadstropjih stanovanjskih blokov prevrnili ali prestavili manjši nestabilni predmeti. Posamezni prebivalci Slovenije so čutili tudi štiri potrese, ki so se zgodili v srednji Italiji z največjo intenziteto III–IV EMS-98, ter potres pri Bellunu (severna Italija) in potres pri Krku (Hrvaška). Potresov, ki bi povzročili poškodbe objektov, v letu 2017 ni bilo.

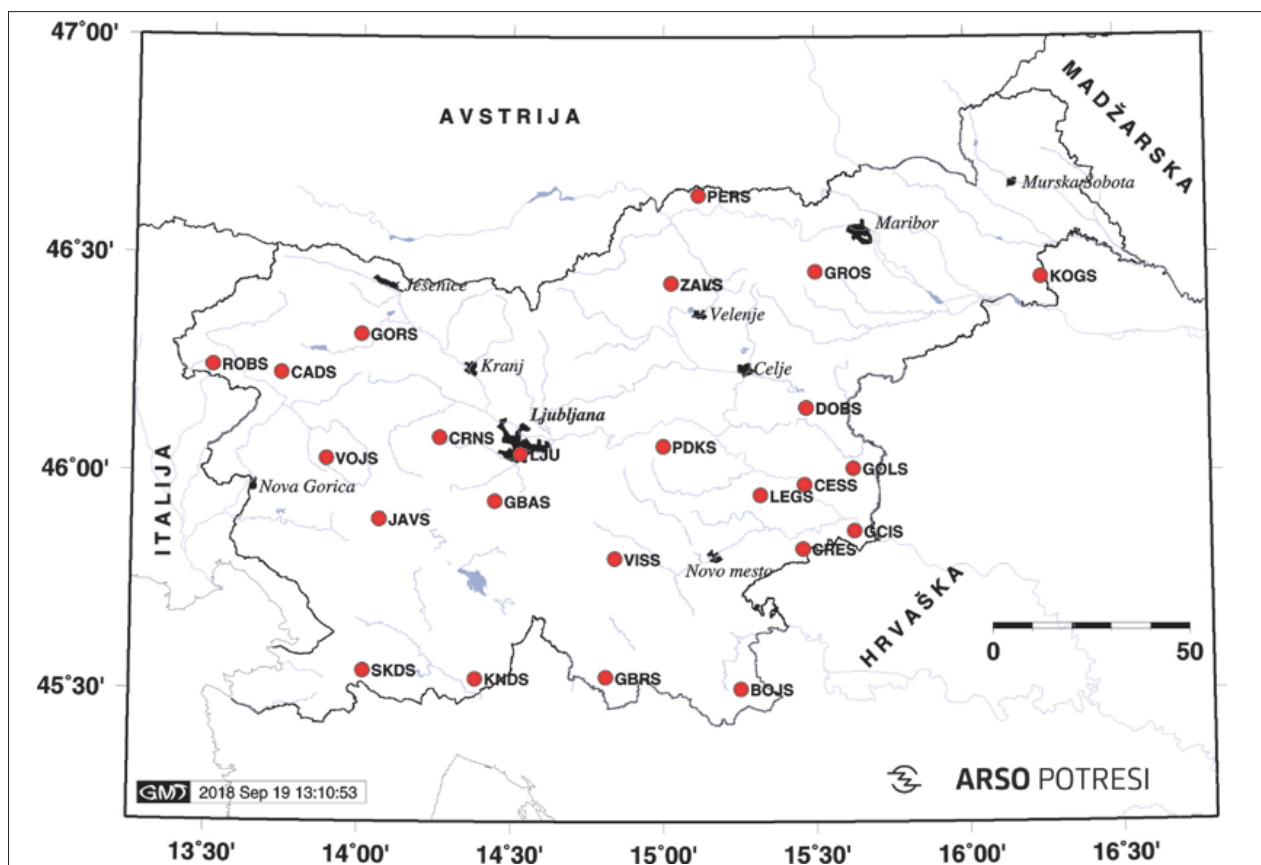
Abstract

Earthquake activity in Slovenia in 2017 was lower than average. The Seismic Network of the Republic of Slovenia recorded 2105 local earthquakes, at least 90 of which were felt by the local people. There were 19 earthquakes with a local magnitude equal to or higher than 2.0, but there were only three which reached maximum intensity IV-V EMS-98. The strongest earthquake in Slovenia in 2017, with a local magnitude of 2.9, was observed on 6 July at 16:58 UTC (18:58 Central European Summer Time (CEST)) near Litija. Its maximum intensity was IV-V EMS-98. A few people were frightened and ran outdoors. In exceptional cases on higher floors some reported that small, unstable objects fell or shifted. Some of the inhabitants of Slovenia also felt four regional earthquakes with epicentres in Central Italy. Their maximum intensity was III-IV EMS-98. An earthquake near Belluno (Northern Italy) and near Krk island (Croatia) were also felt in Slovenia. There were no earthquakes in Slovenia in 2017 that caused damage to buildings.

Uvod

Državno mrežo potresnih opazovalnic (DPMO) je leta 2017 sestavljalo 26 digitalnih opazovalnic (slika 1) z neprekinjenim prenosom podatkov v podatkovno središče na Agenciji za okolje (ARSO) in rezervno podatkovno središče na observatoriju na Golovcu, oboje v Ljubljani (Vidrih in drugi, 2006). Mrežo dopolnjujeta še dve začasni opazovalnici z enako opremo in nepreki-

njenim prenosom podatkov (opazovalnica na Cesti pri Krškem – CESS) in opazovalnica v meteorološki opazovalnici na Lisci – LISS). Poleg tega so se v stvarnem času zbirali tudi podatki nekaterih tujih potresnih opazovalnic. Predvsem tisti z opazovalnic sosednjih držav (Avstrija, Hrvaška, Italija, Madžarska) omogočajo natančnejši izračun potresnih parametrov. Še posebej to velja za potrese, katerih nadžarišča so blizu slovenske državne meje.



Slika 1: Državna mreža potresnih opazovalnic Republike Slovenije leta 2017
 Figure 1: The Seismic Network of the Republic of Slovenia in 2017

Potresna dejavnost v Sloveniji leta 2017

Potresne opazovalnice državne mreže so leta 2017 zabeležile 2105 lokalnih potresov z žariščem v Slove-

Mesec	Oddaljeni potresi	Bližnji potresi	Lokalni potresi	Umetni dogodki	Skupaj
Januar	42	26	171	71	310
Februar	39	30	135	62	266
Marec	48	14	175	119	356
April	53	25	118	142	338
Maj	70	19	166	145	400
Junij	52	32	139	180	403
Julij	54	39	206	210	509
Avgust	62	17	192	169	440
September	48	19	190	155	412
Oktober	65	15	279	106	465
November	91	21	176	112	400
December	55	16	158	111	340
Skupaj	679	273	2105	1582	4639

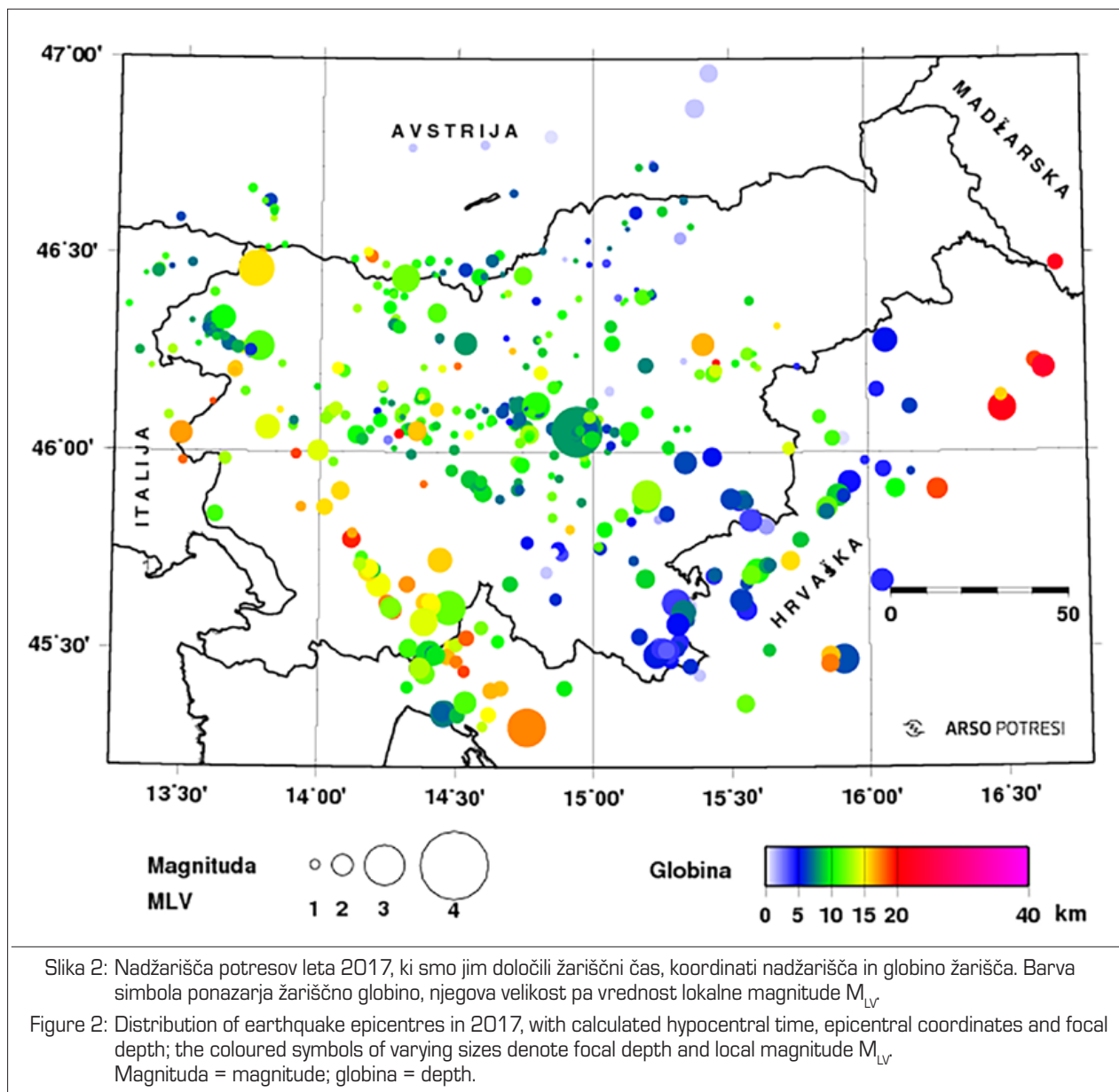
Preglednica 1: Potresi in umetno povzročeni dogodki leta 2017, ki jih je zaznala državna mreža potresnih opazovalnic Republike Slovenije.

Table 1: Earthquakes and man-made events in 2017 recorded by the Seismic Network of the Republic of Slovenia.

niji ali njeni bližnji okolici. Mesečni pregled potresov je 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). Za lokalne potrese štejemo tiste, ki so nastali v Sloveniji ali njeni bližnji okolici (do 50 km od najbližjega slovenskega obmejnega kraja). Preostale potrese imenujemo bližnji oziroma regionalni potresi. Seizmografi so zapisali tudi številna (1528) umetno povzročena tresenja tal zaradi razstreljevanja ali rudarske dejavnosti.

Za 1532 lokalnih potresov smo zbrali dovolj podatkov, torej zapise z vsaj treh opazovalnic, da smo lahko izračunali lokacijo žarišča. Za 1525 izmed njih, ki so prikazani na sliki 2, smo lahko določili tudi magnitudo. Po podatkih za obdobje 1997–2016, potem ko iz kataloga odstranimo pred – in popotrese, se v Sloveniji vsako leto v povprečju zgodi 24 potresov z lokalno magnitudo večjo ali enako 2,0 in trije potresi z lokalno magnitudo večjo ali enako 3,0 (ARSO, 2018). V letu 2017 je bila potresna dejavnost v Sloveniji pod povprečjem. 19 potresov je imelo lokalno magnitudo večjo ali enako 2,0, nobeden večjo od 3,0. Histogram na sliki 3 kaže porazdelitev lokalne magnitude (M_{LV}), 97 odstotkov vseh potresov je imelo lokalno magnitudo manjšo od 1,7.

Porazdelitev globine žarišč potresov (slika 4) kaže, da so imeli leta 2017 vsi potresi na območju Slovenije in bližnje okolice (1532) žarišča do globine 30 km. 27 % potresov



je imelo žariščno globino enako ali manjšo od 6 km, 65 % potresov se je zgodilo na globini med 6,1 in 15 km, 8 % potresov je imelo žarišče v globini med 15,1 in 18 km, 3 potresom (0,2 %) pa smo določili žariščno globino, ki je večja od 21 km.

Najmočnejši potres leta 2017 v Sloveniji oziroma njeni bližnji okolici se je zgodil 6. julija ob 16.58 po UTC (18.58 SEPČ) v bližini Litije. Imel je lokalno magnitudo 2,9 in največjo intenziteto IV–V EMS-98. Kratica EMS-98 je okrajšava za evropsko potresno lestvico (Grünthal, 1998). Potres ni povzročil poškodb, le v višjih nadstropjih so se prevrnili ali premaknili manjši nestabilni predmeti. Spremljal ga je doneči zvok, ki je prestrašil posameznike, da so zbežali na prosto.

V preglednici 2 so osnovni podatki za 19 lokalnih potresov z izračunano lokalno magnitudo, večjo ali enako 2,0, od katerih so jih prebivalci Slovenije čutili 16. Poleg teh je navedenih še 74 šibkejših potresov, ki so

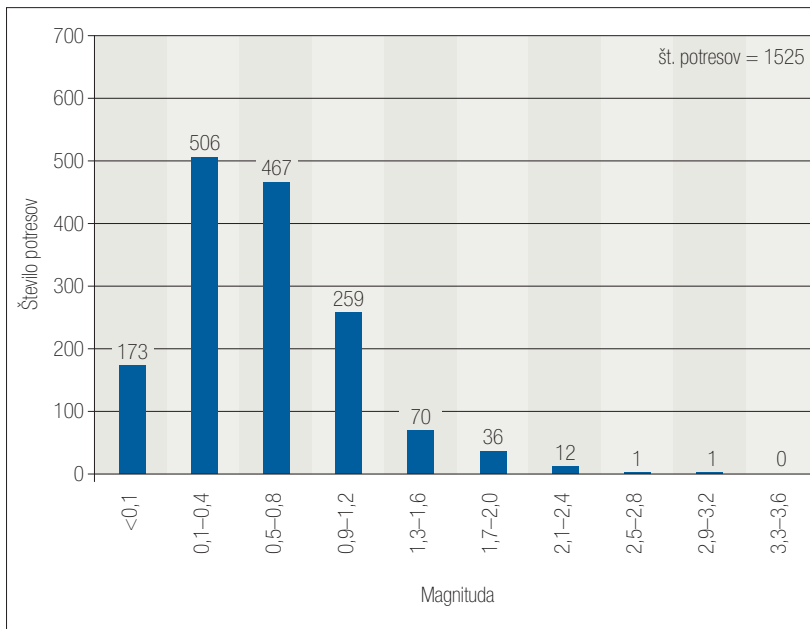
jih prebivalci Slovenije čutili in smo jim lahko izračunali lokacijo nadžarišča. Za vsak potres so navedeni datum (leto, mesec, dan), žariščni čas po UTC (ura, minuta, sekunda), koordinati nadžarišča (zemljepisna širina °N, zemljepisna dolžina °E), globina žarišča (km), lokalna magnituda (M_{LV}) in največja intenziteta (I_{max} EMS-98), ki jo je potres dosegel v Sloveniji. V stolpcu *Potresno območje* je za večino nadžarišč v Sloveniji napisano ime naselja, ki je najbližje nadžarišču in je navedeno v seznamu naselij Geodetske uprave RS (RGU, 1995), za preostala (nadžarišče je več kot 5 km oddaljeno od najbližjega naselja iz omenjenega seznama ali pa je zunaj slovenskih meja) smo toponim poiskali s pomočjo storitev Google Zemljevidi/Google Earth. Če podatki niso zadoščali za nedvoumno določitev intenzitete, smo potresu pripisali razpon mogočih vrednosti (npr. IV–V). Kadar potresu ni bilo mogoče določiti niti razpona mogočih vrednosti smo temu pripisali oznako čutili, ali oznako zvok, če so opazovalci poročali le o zvočnih učinkih brez tresenja.

Leto	Mesec	Dan	Čas (UTC)			Zem. širina	Zem. dolžina	Globina	Magnituda	Intenziteta	Potresno območje
			h	min	s	°N	°E				
2017	1	1	1	22	10,9	46,14	14,30	19	2,0	zvok	Andrej nad Zmincem
2017	1	1	11	5	33,6	45,50	14,33	11	1,8	III	Fabci
2017	1	4	13	27	23,3	45,61	14,47	12	2,3	zvok	Snežnik
2017	1	5	11	32	52,4	45,87	15,66	7	0,1	III	Podgračeno
2017	1	8	18	17	33,5	45,66	14,22	15	1,9	IV	Parje
2017	1	10	7	20	18,8	45,49	14,28	4	0,9	čutili	Rupa, meja Hrvaška - Slovenija
2017	1	11	13	45	20,1	45,86	15,21	4	0,6	III–IV	Vrh pri Pahi
2017	1	19	4	45	30,9	46,33	14,26	8	1,0	III	Brdo
2017	1	25	22	45	59,0	45,84	13,62	12	0,9	III	Kostanjevica na Krasu
2017	1	28	8	38	11,0	46,09	15,82	11	1,3	zvok	Klokovec, Hrvaška
2017	2	3	15	13	29,1	45,70	14,18	16	1,6	III	Gradec
2017	2	7	11	39	54,4	45,70	14,82	4	0,8	III	Dolnje Ložine
2017	2	13	10	22	25,2	46,06	13,81	15	2,0		Čepovan
2017	2	17	19	45	20,3	45,51	15,25	3	1,2	III	Bojanci
2017	2	20	19	24	53,8	46,15	15,04	8	0,6	III	Trbovlje
2017	2	21	4	33	32,8	45,70	14,17	12	1,3	III	Slavina
2017	3	8	1	26	35,1	45,99	15,41	0	0,3	čutili	Kladje nad Blanco
2017	3	8	1	23	54,9	45,98	15,41	5	2,0	IV	Gorenje Dole
2017	3	11	1	42	49,9	46,44	14,31	12	2,2	IV	Košutica, meja Avstrija - Slovenija
2017	3	11	1	42	53,8	46,45	14,32	12	2,1		Zell-Oberwinkel (Zgornji Kot), Avstrija
2017	3	17	20	46	5,4	45,87	15,53	4	1,1	III	Gorenja Pirošica
2017	3	20	18	13	6,5	45,53	15,17	6	1,0	IV	Tanča Gora
2017	3	25	19	8	48,4	46,14	14,38	11	1,0	III–IV	Rakovnik
2017	3	25	19	10	24,1	46,14	14,38	10	0,9	III	Rakovnik
2017	3	25	19	30	23,6	46,15	14,37	10	0,9	III	Dol
2017	3	26	3	52	43,0	46,14	14,37	9	0,6	III	Sora
2017	3	26	4	20	9,5	46,14	14,37	8	0,5	III–IV	Sora
2017	3	26	11	55	22,2	46,13	14,37	9	0,9	III–IV	Sora
2017	3	26	12	18	28,3	46,14	14,37	9	0,4	III	Sora
2017	3	26	13	0	36,6	46,14	14,37	8	0,6	III	Sora
2017	3	26	15	43	22,9	46,14	14,37	8	0,7	III–IV	Sora
2017	3	28	4	39	37,5	46,28	16,07	5	2,1		Klenovik, Hrvaška
2017	3	28	21	4	48,8	46,14	14,38	8	0,6	III–IV	Rakovnik
2017	3	29	1	6	39,8	46,15	14,38	10	0,9	III–IV	Spodnja Senica
2017	3	31	21	19	51,7	46,14	14,37	9	0,8	III–IV	Sora
2017	4	4	18	38	28,1	46,10	14,67	7	1,2	III–IV	Petelinje
2017	4	13	0	4	15,3	45,49	15,27	4	1,5	III–IV	Bojanci
2017	5	3	17	7	19,2	45,69	15,44	7	1,2	III	Prvinci, Hrvaška
2017	5	7	21	33	57,6	45,99	15,43	5	1,5	IV	Srednje Pijavško
2017	5	16	4	44	17,9	45,52	15,31	4	1,1	III–IV	Mala sela
2017	5	16	18	41	37,7	46,12	14,73	8	1,8	IV	Zgornji Tuštanj
2017	5	17	17	54	23,4	45,88	15,54	8	1,6	IV	Račja vas
2017	5	26	7	30	3,9	46,05	14,19	11	2,0	III–IV	Dolge Njive
2017	5	26	9	44	43,0	45,88	15,55	7	1,5	IV	Velike Malence
2017	5	27	19	59	30,0	46,34	13,64	10	1,9	IV	Soča
2017	6	4	17	23	47,4	46,09	14,73	7	1,6	III	Jevnica
2017	6	10	10	11	6,3	46,12	14,79	11	2,2	IV	Dešen
2017	6	13	13	39	1,9	46,13	14,37	9	0,7	III	Sora
2017	6	16	22	52	51,6	46,28	15,40	17	2,4	III–IV	Dramlje
2017	7	1	7	9	9,6	46,28	15,07	10	1,2	III–IV	Topovlje

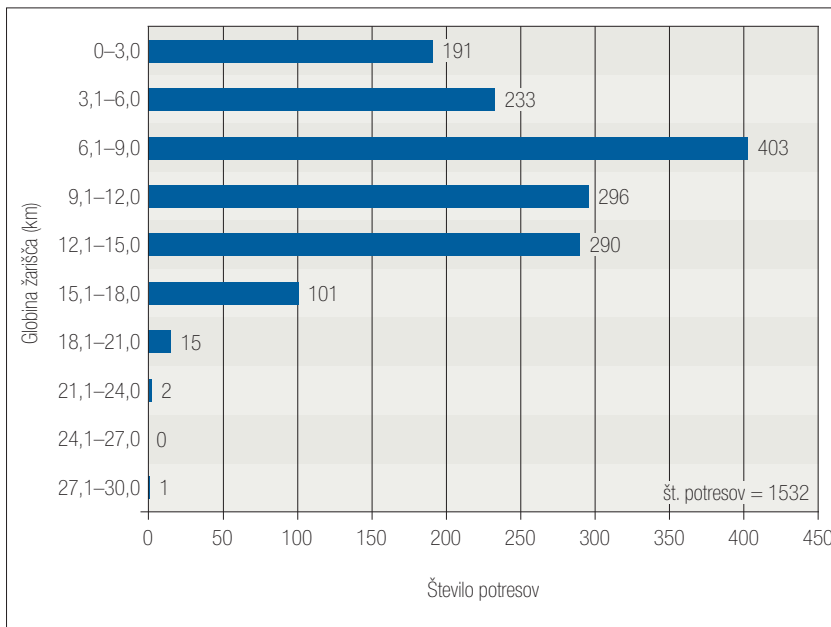
Leto	Mesec	Dan	Čas (UTC)			Zem. širina	Zem. dolžina	Globina	Magnituda	Intenziteta	Potresno območje
			h	min	s	°N	°E				
2017	7	6	1	30	11,9	45,81	15,22	1	0,9	III–IV	Petelinjek
2017	7	6	16	58	33,4	46,05	14,94	8	2,9	IV–V	Dolgo Brdo
2017	7	11	20	34	24,0	45,71	14,18	15	1,5	II	Selce
2017	7	11	22	2	54,1	45,88	15,19	11	1,9	IV–V	Roje pri Trebelnem
2017	7	30	1	16	34,1	45,51	15,24	6	2,3	IV	Bojanci
2017	8	6	8	1	32,6	46,08	15,11	11	2,2	IV	Zagrad
2017	8	15	1	52	43,4	45,75	15,02	0	0,7	III	Obrh
2017	8	21	10	22	48,2	45,49	14,40	9	1,7	III	Klana, Hrvaška
2017	8	26	14	12	9,8	45,85	15,17	7	0,9	III–IV	Ždinja vas
2017	8	26	15	57	11,0	46,61	15,25	9	1,5	III–IV	Radlje ob Dravi
2017	8	27	1	42	34,1	45,89	15,19	13	1,7	III–IV	Mirna vas
2017	8	28	3	33	28,7	45,84	15,10	12	1,3	IV	Jablan
2017	9	9	5	9	36,0	45,50	15,24	4	1,8	III–IV	Bojanci
2017	9	11	19	24	26,3	46,06	14,99	7	1,5	IV	Stranski Vrh
2017	9	13	0	39	15,5	45,60	15,33	9	1,4	IV	Kohanjac, Hrvaška
2017	9	13	0	39	17,9	45,60	15,34	12	1,6	IV	Kohanjac, Hrvaška
2017	9	13	1	54	54,3	45,60	15,33	9	1,0	III–IV	Kohanjac, Hrvaška
2017	9	14	0	46	0,5	45,62	15,30	4	2,0	IV	Otok
2017	9	14	9	30	11,4	45,83	15,57	4	1,9	III–IV	Stojdraga, Hrvaška
2017	9	17	19	9	55,3	45,93	14,61	0	0,2	IV	Udje
2017	9	24	2	26	51,2	46,12	14,79	11	1,9	IV	Dešen
2017	9	26	19	14	39,9	46,27	13,77	12	2,2	IV	Tolminske Ravne
2017	9	29	13	15	1,1	45,86	15,37	2	1,0	III	Šentjakob
2017	10	3	1	50	17,6	46,28	14,53	8	2,1	IV	Ambrož pod Kravcem
2017	10	8	6	33	17,7	45,62	14,40	16	2,4	IV	Snežnik
2017	10	8	11	18	55,7	45,61	14,42	14	1,9	II	Snežnik
2017	10	8	13	4	0,8	45,62	14,40	14	1,4	čutili	Snežnik
2017	10	12	21	34	30,6	45,60	14,29	13	1,2	III	Koritnice
2017	10	14	6	40	35,9	45,84	15,27	6	1,3	IV	Gorenje Kronovo
2017	10	27	19	23	28,2	45,59	15,32	8	1,2	III	Kohanjac, Hrvaška
2017	10	27	19	44	37,1	45,59	15,33	7	1,7	IV	Kohanjac, Hrvaška
2017	11	3	20	8	53,3	46,03	14,99	9	1,4	III	Preženjske Njive
2017	11	9	4	12	51,4	46,09	14,55	9	0,9	III	Črnuče, Ljubljana
2017	11	14	22	16	28,1	45,57	14,38	14	2,3	III	Snežnik
2017	11	16	7	4	2,6	45,88	15,50	6	1,8	IV–V	Veliko Mraševo
2017	11	18	3	22	27,4	45,68	15,19	9	1,2	III	Pribišje
2017	11	22	14	25	5,7	46,00	13,99	14	1,8	III–IV	Srednja Kanomlja
2017	11	23	11	41	53,2	46,46	13,76	16	2,5	III–IV	Podkoren
2017	11	23	14	23	24,5	45,49	15,23	6	1,6	III	Hrast pri Vinici
2017	11	26	11	58	25,4	45,98	15,33	6	1,9	IV	Dolnje Orle
2017	11	30	23	45	19,4	46,26	13,74	6	1,3	II–III	Čadrg
2017	12	9	3	5	14,5	45,51	14,27	5	0,8	II–III	Dolenje pri Jelšanah
2017	12	17	13	48	46,6	45,50	15,24	4	1,5	II	Bojanci

Preglednica 2: Seznam potresov leta 2017, ki imajo lokalno magnitudo večjo ali enako 2,0 in smo jim lahko izračunali žariščni čas, koordinati nadžarišča (epicentra) ter globino žarišča. Pri potresih, ki so jih ljudje čutili, je navedena še največja intenziteta. V preglednici je tudi 74 potresov s sicer manjšo lokalno magnitudo, vendar so jih prebivalci Slovenije čutili in smo jim tudi lahko določili osnovne parametre.

Table 2: List of earthquakes with $M_{LV} \geq 2.0$ in 2017, for which the hypocentral time, coordinates of the epicentre and the focal depth were calculated; the maximum intensity of the earthquakes that were felt is also provided. Information is included on 74 earthquakes of a lower magnitude, felt by the inhabitants of Slovenia, for which we also calculated the hypocentral time, coordinates of the epicentre and the focal depth.



Slika 3:
 Porazdelitev magnitude [M_{LV}]
 potresov v Sloveniji leta 2017
 Figure 3:
 Distribution of earthquakes in
 Slovenia in 2017 with respect to M_{LV}
 magnitude



Slika 4:
 Porazdelitev globine žarišča potresov
 v Sloveniji leta 2017 (v kilometrih).
 Figure 4:
 Distribution of earthquakes in
 Slovenia in 2017 with respect to
 focal depth (in kilometres)

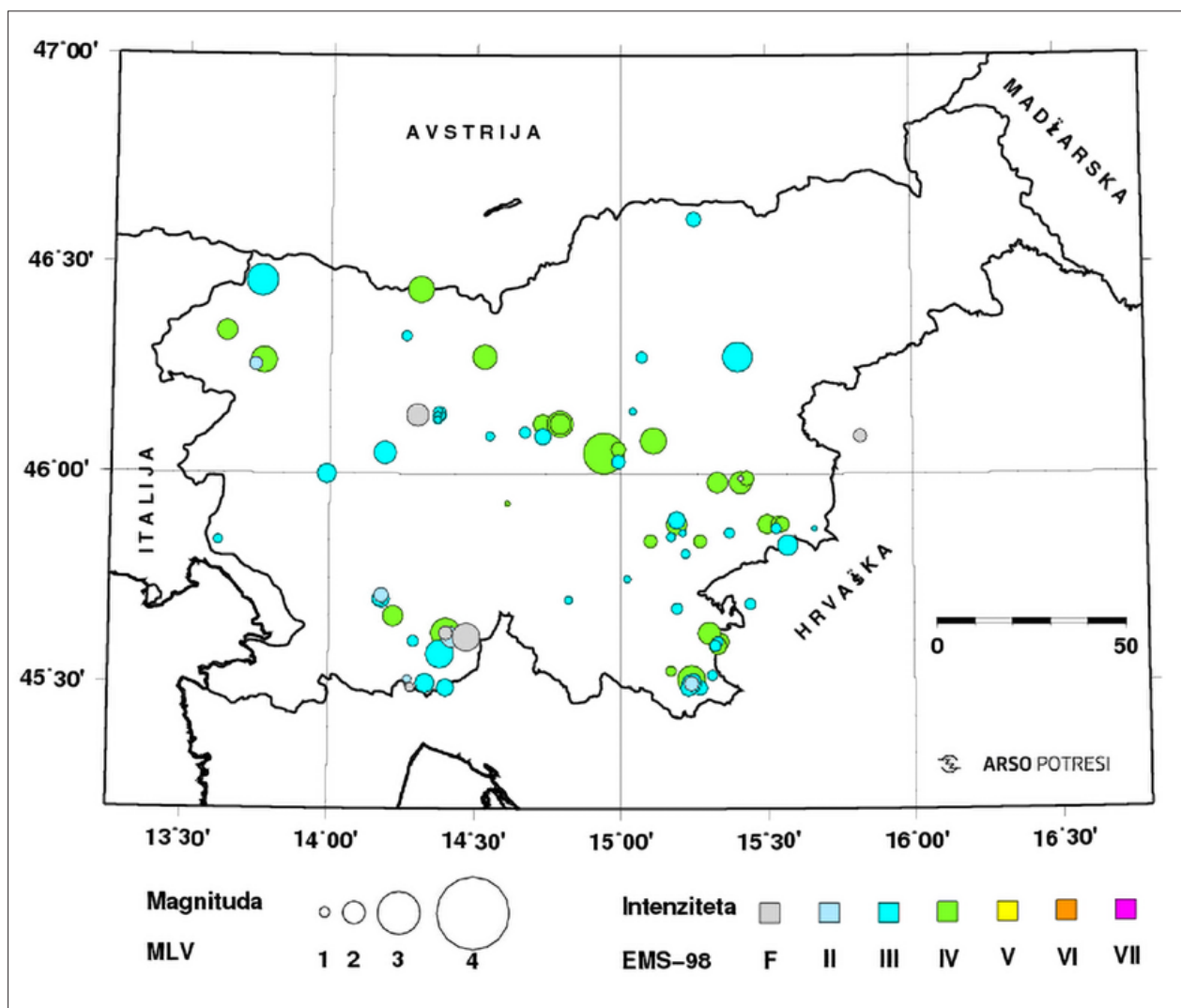
Leto	Mesec	Dan	Čas (UTC)		Magnituda	Intenziteta	Nadžariščno območje
			h	min			
2017	1	18	9	25	5,3	III	Capitignano, osrednja Italija
2017	1	18	10	14	5,7	III-IV	Capitignano, osrednja Italija
2017	1	18	10	25	5,6	III-IV	Capitignano, osrednja Italija
2017	1	18	13	33	5,2	II	Barete, osrednja Italija
2017	8	8	20	42	3,5	II-III	Krk, Hrvaška
2017	9	6	12	22	3,4	III	Belluno, severna Italija

Preglednica 3: Seznam bližnjih (regionalnih) potresov, ki so jih čutili prebivalci Slovenije leta 2017

Table 3: List of regional earthquakes that were felt by the inhabitants of Slovenia in 2017

Za določitev osnovnih parametrov potresov, navedenih v preglednici 2, smo uporabili analize potresov, zapisanih na potresnih opazovalnicah državne mreže v Sloveniji in opazovalnic sosednjih držav ter biltenov iz Avstrije (ZAMG, 2017-2018) in Italije (OGS, 2017).

Žariščni čas (čas nastanka potresa), koordinati nadžarišča in žariščno globino smo določili iz časa prihoda vzdolžnega (P) in prečnega (S) valovanja na potresno opazovalnico. Potrese smo locirali s programom HYPOCENTER (Lienert in drugi, 1988; Lienert, 1994). Upora-



Slika 5: Nadžarišča potresov, ki so jih leta 2017 čutili prebivalci Slovenije. Barva simbola ponazarja največjo doseženo intenziteto v Sloveniji, njegova velikost pa vrednost lokalne magnitude M_{LV} . V primeru razpona mogočih vrednosti intenzitete je prikazana spodnja vrednost.

Figure 5: Epicentres of earthquakes felt in Slovenia in 2017. The size of the symbols represents local magnitude, while the colour represents maximum intensity in Slovenia. Where there is a range of possible intensity values, the lower value is shown. Magnituda = magnitude; intenziteta = intensity.

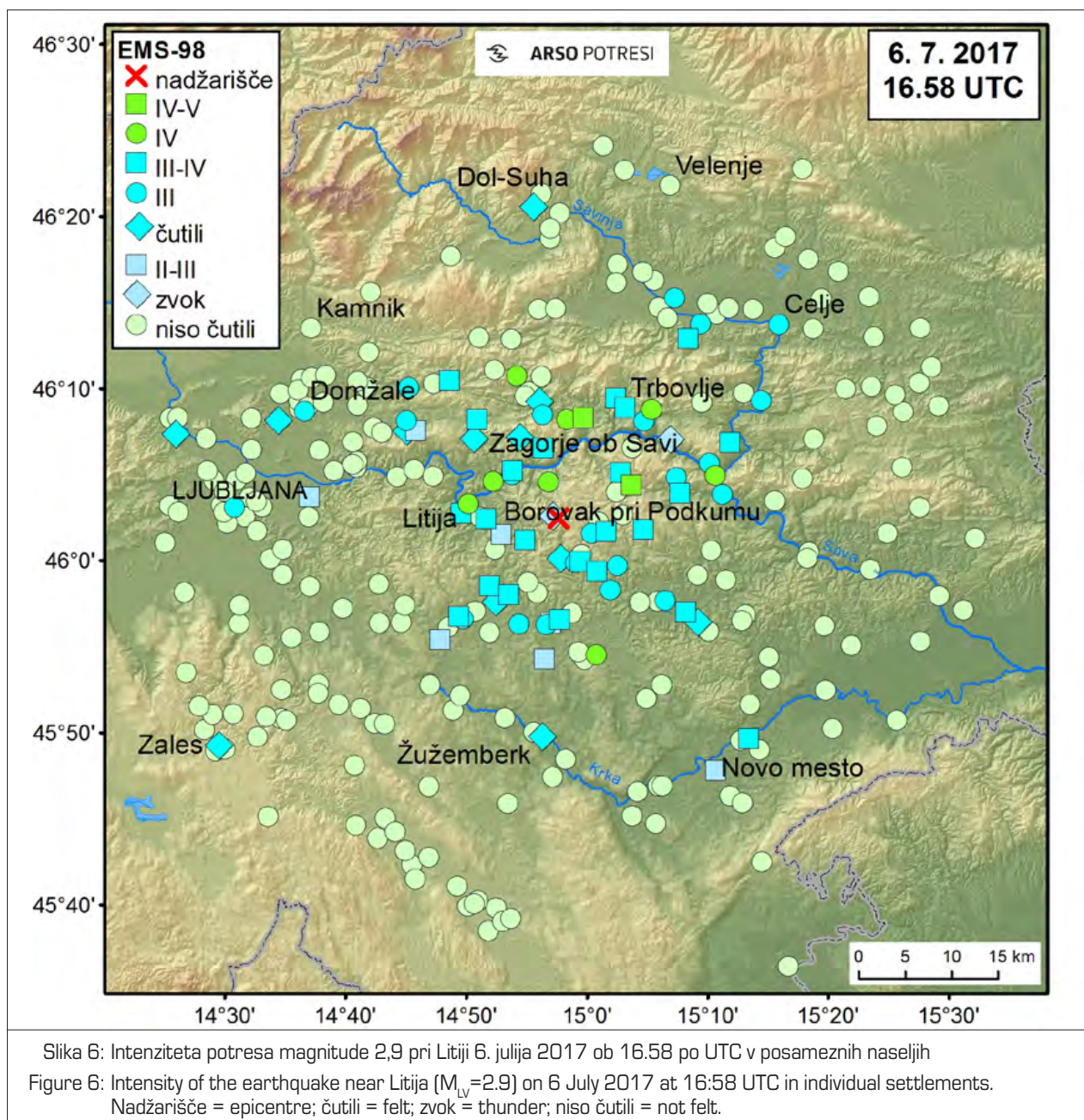
bili smo povprečni hitrostni model za ozemlje Slovenije, določen iz tridimenzionalnega modela za prostorsko valovanje [Michellini in drugi, 1998] in modela za površinsko valovanje [Živčić in drugi, 2000]. Potresom, ki smo jim lahko določili le koordinati nadžarišča, smo za žariščno globino privzeli sedem kilometrov [Poljak in drugi, 2000]. Lokalno magnitudo M_{LV} potresov smo določili iz največje hitrosti navpične komponente nihanja tal na slovenskih opazovalnicah in oddaljenosti nadžarišča do potresne opazovalnice. 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 ocenjena po evropski potresni lestvici (EMS-98).

V preglednici 3 so navedeni bližnji (regionalni) potresi, ki so jih čutili tudi v Sloveniji. Niz močnih potresov, ki je leta 2016 prizadel osrednji del Italije, se je nadaljeval tudi leta 2017 [Jesenko, 2017; Jesenko 2018], štiri izmed njih so

čutili tudi posamezniki v Sloveniji. Prav tako so prebivalci Slovenije čutili potres, ki se je zgodil v Bellunu (Italija) in na Krku (Hrvaška).

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

V letu 2017 v Sloveniji ni bilo potresov, ki bi povzročili gmotno škodo. Dejansko so bile največje dosežene intenzitete za vse potrese nizke, le trije potresi so imeli največjo intenziteto IV–V EMS-98. V istem letu so prebivalci v Sloveniji čutili skupno vsaj 96 potresov, 90 lokalnih in šest regionalnih. Nadžarišča potresov so prikazana na sliki 5. Velikost kroga označuje lokalno magnitudo, barva pa največjo doseženo intenziteto potresa v Sloveniji.



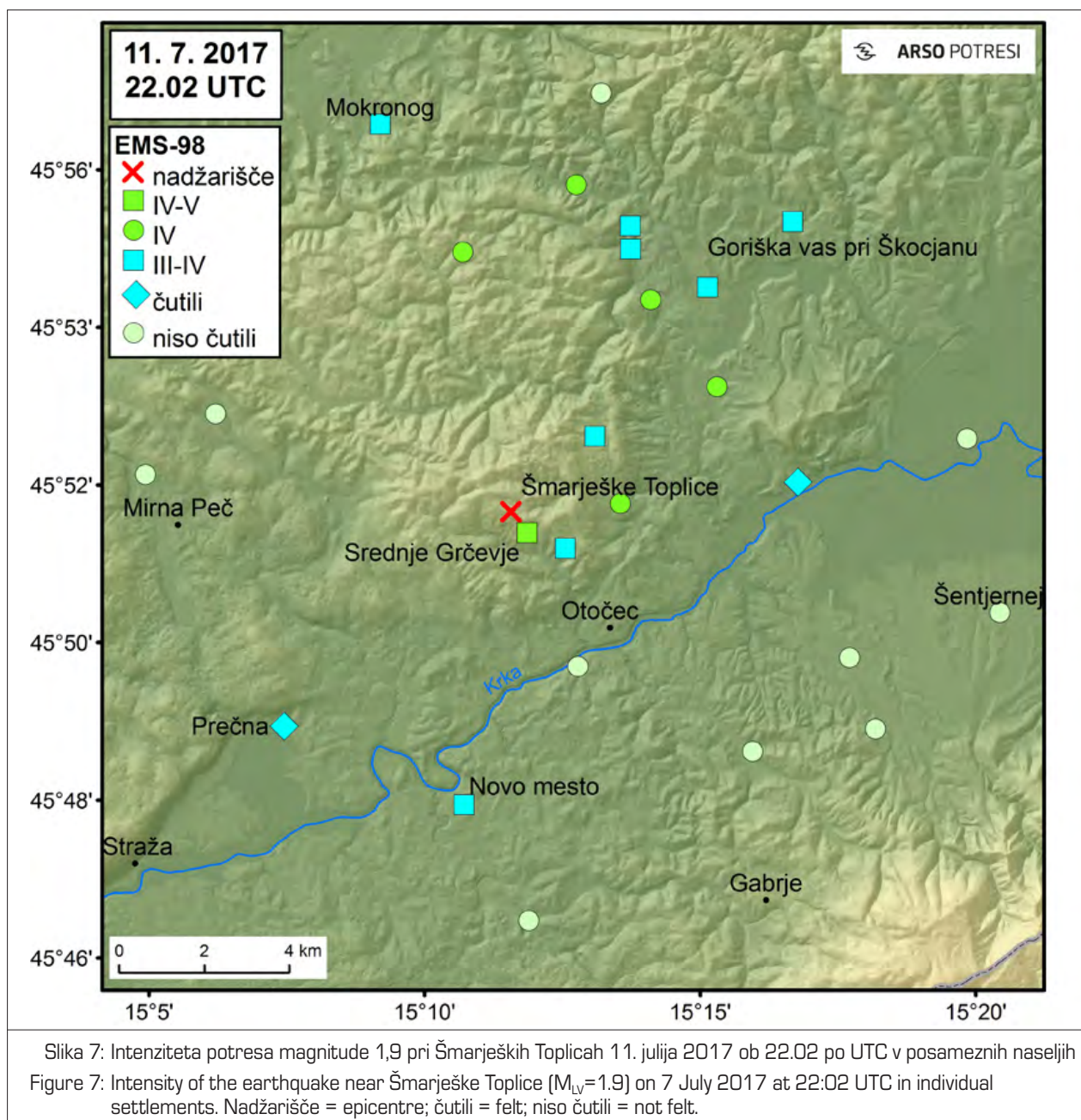
V nadaljevanju so opisani trije glavni potresi, ki so dosegli učinke IV–V EMS-98. Za vsakega izmed teh potresov je prikazana karta intenzitete po naseljih (slike 6–8) z vrisanim instrumentalno določenim nadžariščem. Intenziteta potresa v posameznem naselju je ocenjena na podlagi vprašalnikov o učinkih potresa. Vprašalnike po potresu pošljemo pristoječim poročevalcem ali pa jih občani sami izpolnijo na spletni strani ARSO (<http://potresi.arso.gov.si/vprasanik>) in evropske seizmološke organizacije EMSC (https://www.emsc-csem.org/Earthquake/Contribute/choose_earthquake.php). Na sliki 9 so prikazana vsa naselja, od koder smo dobili podatke, da so ljudje čutili učinke katerega izmed teh 96 potresov. Barva in oznaka na sliki opredeljujeta največjo intenziteto, doseženo v posameznem naselju leta 2017. V nadaljevanju so vse navedene magnitude lokalne (M_{LV}).

Potres 6. julija 2017 ob 16.58 UTC pri Litiji (slika 6)

Največje učinke (IV–V EMS-98) je potres dosegel v Zagorju ob Savi in Borovaku pri Podkumu. Potres je prestrašil prebivalce, v redkih primerih so se v višjih nadstropjih stanovanjskih blokov, kjer je potres občutiti močneje, prevrnili ali premaknili manjši nestabilni predmeti, posamezniki pa so zbežali na prosto. V Zagorju ga je čutila tudi skupina, ki je takrat na prostem vadila jogo. V Borovaku pri Podkumu so imeli občutek, kot bi se nekaj zaletelo v steno.

Potres 11. julija 2017 ob 22.02 UTC pri Šmarjeških Toplicah (slika 7)

Prebivalce Srednjega Grčevja, kjer je potres dosegel najvišjo intenziteto (IV–V EMS-98), je prestrašilo srednje



močno tresenje tal in škripanje tramov na strehi. Podatke o učinkih potresa so nam sporočili opazovalci na območju do 9 km od nadžarišča. Spremljal ga je nenavaden močan pok, ki je povzročil, da so se prebivalci prebudili, živali pa vznemirile.

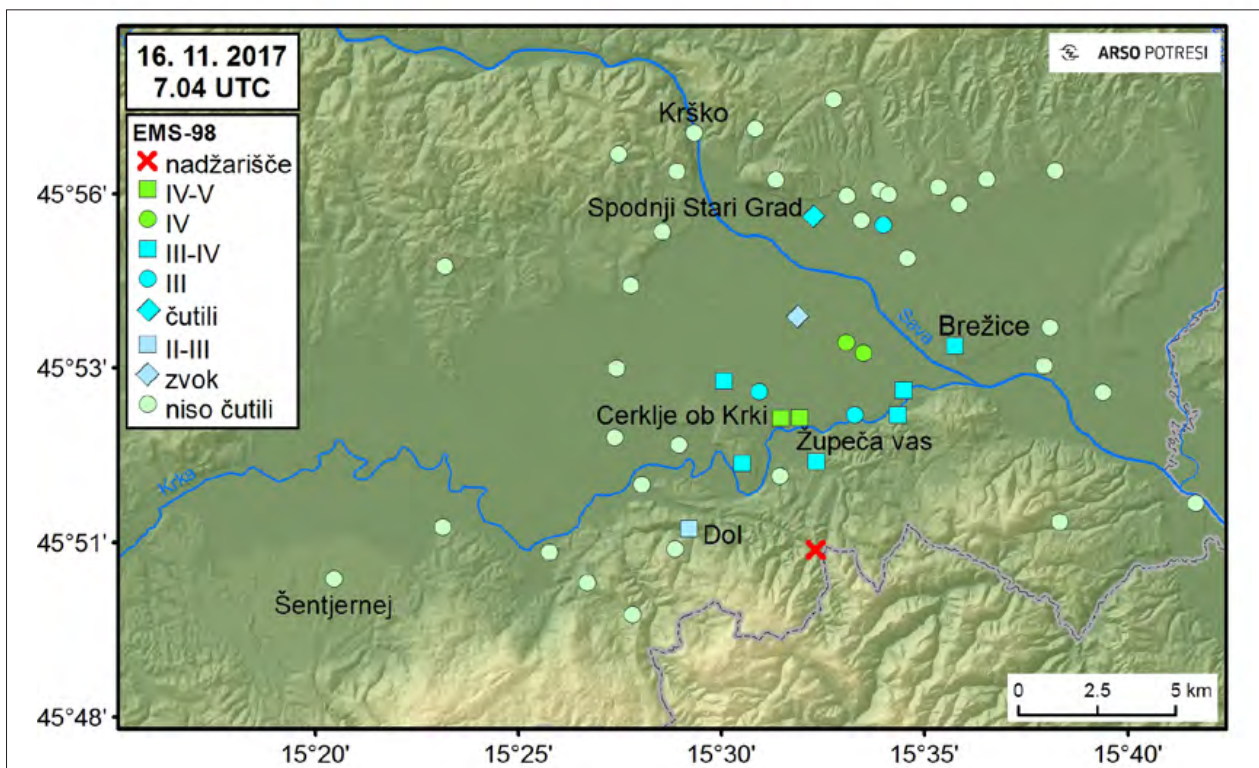
Potres 16. novembra 2017 ob 07.04 UTC pri Brežicah (slika 8)

Potres je največje učinke (IV–V EMS-98) dosegel v Cerkljah ob Krki in Župeči vasi. Močno tresenje tal je prestrašilo ljudi, slišali so tudi zvok, podoben gromu, kar jih je dodatno vznemirilo. Potresu je čez 8 sekund sledil še eden, nekoliko šibkejši. Kljub majhnima magnitudama (1,8 in 1,5) so prebivalci potresa dokaj močno čutili. Prodoren zvok je zbežal in prestrašil tudi domače živali.

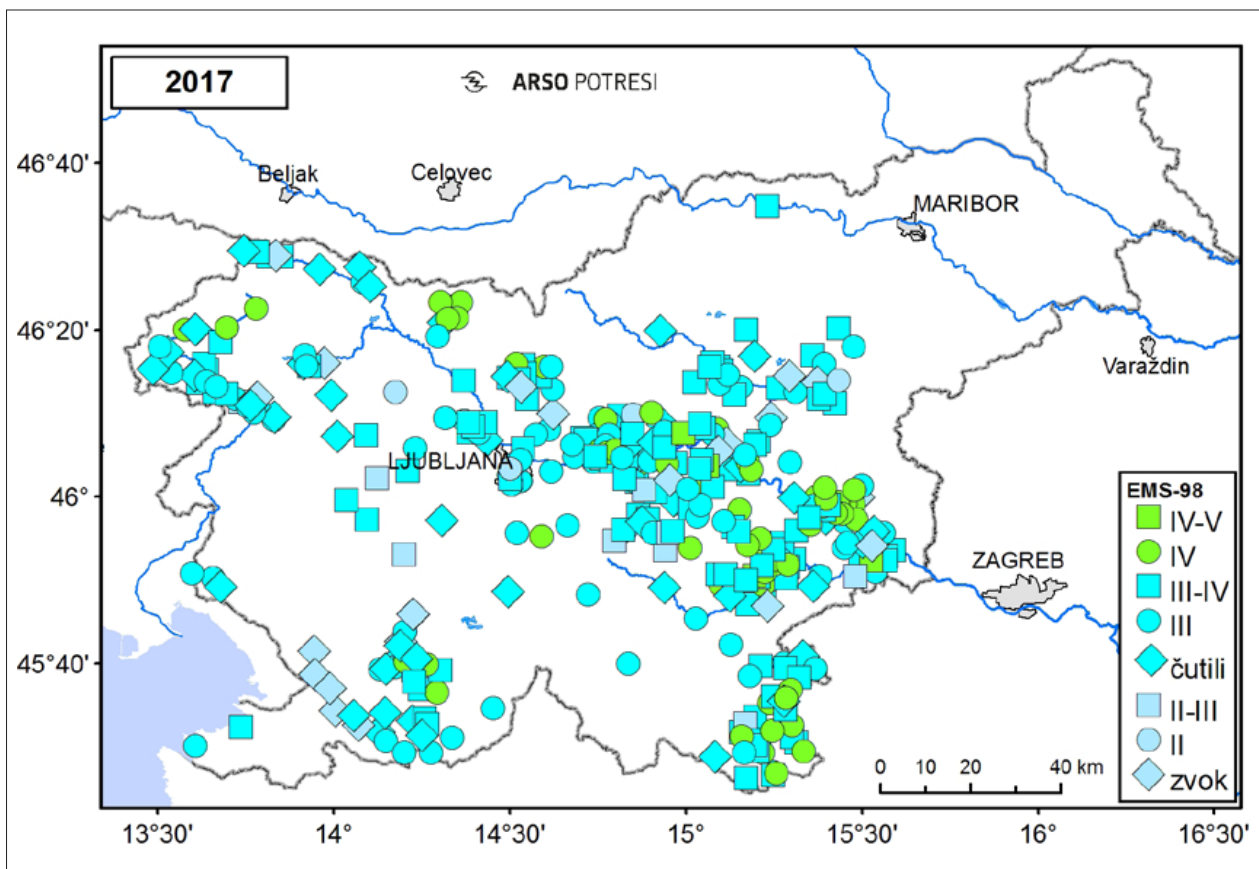
Sklepne misli

Leta 2017 se je v Sloveniji ali njeni bližnji okolici zgodilo 2105 potresov. 19 potresov je imelo lokalno magnitudo med 2,0 in 2,9, nobeden pa večjo ali enako 3,0. Večina potresov (97 %) je imela lokalno magnitudo manjšo od 1,7. Vsi potresi na območju Slovenije in bližnje okolice so imeli žarišče do globine 30 km.

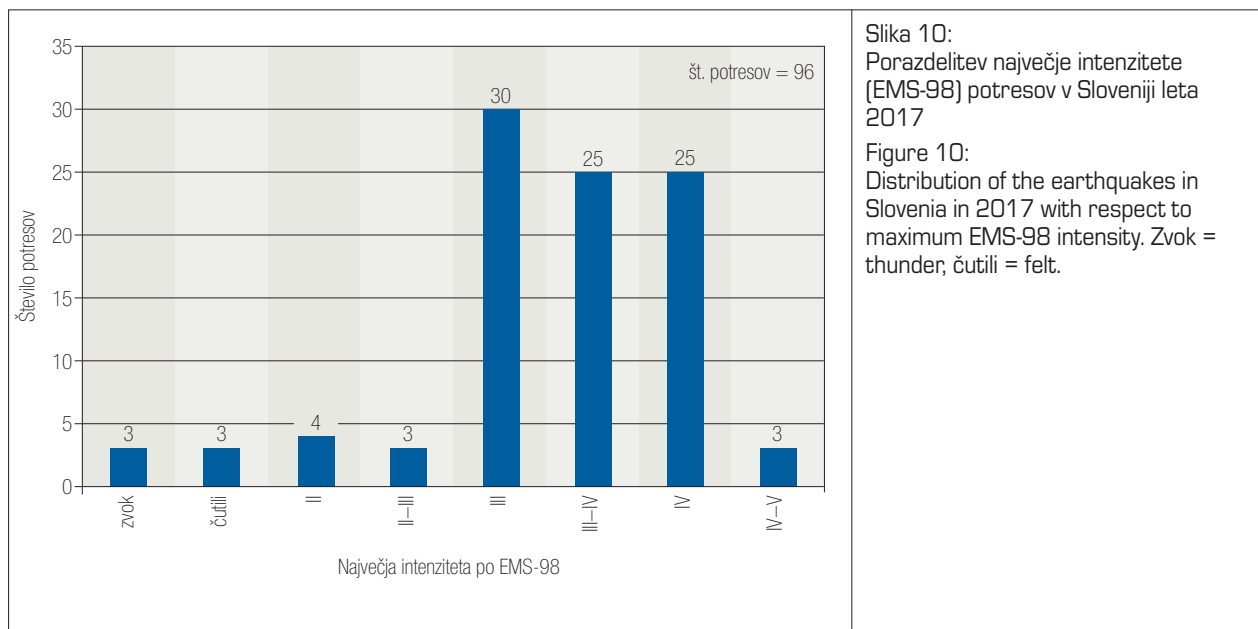
V Sloveniji so leta 2017 prebivalci čutili vsaj 96 potresov (sliki 5 in 10). Trije potresi so dosegli intenziteto IV–V EMS-98, 25 potresov intenziteto IV EMS-98, 25 potresov III–IV EMS-98, 30 potresov III EMS-98, trije potresi intenziteto II–III EMS-98, štirje pa intenziteto II EMS-98. Za preostale potrese (6) nam poročevalci niso poslali dovolj informacij o učinkih, zato jim ni bilo mogoče določiti intenzitete po evropski potresni lestvici. Intenziteta je v tem primeru ocenjena samo opisno, in sicer



Slika 8: Intenziteta potresa magnitude 1,8 pri Brežicah 16. novembra 2017 ob 7.04 po UTC v posameznih naseljih
 Figure 8: Intensity of the earthquake near Brežice ($M_V=1.8$) on 16 November 2017 at 07:04 UTC in individual settlements. Nadžarišče = epicentre; čutili = felt; zvok = thunder; niso čutili = not felt.



Slika 9: Največja intenziteta potresa izmed vseh, ki so se zgodili leta 2017, ocenjena v posameznem naselju
 Figure 9: Overall map of the maximum intensity in individual settlements in Slovenia of all the earthquakes in 2017 felt by the inhabitants of Slovenia. Čutili = felt; zvok = thunder.



Slika 10:
 Porazdelitev največje intenzitete (EMS-98) potresov v Sloveniji leta 2017
 Figure 10:
 Distribution of the earthquakes in Slovenia in 2017 with respect to maximum EMS-98 intensity. Zvok = thunder, čutili = felt.

z oznako *čutili* (3 potresi) oziroma *zvok* (3 potresi), če tresenja niso čutili, ampak so le slišali bobnenje (slika 10).

Makroseizmični podatki za potrese bi bili zelo pomanjkljivi ali celo nedostopni, če nam ne bi pomagali številni prostovoljni poročevalci (po sedanjih podatkih jih 2943 izpolnjuje papirne vprašalnike, 1686 pa spletne vprašalnike), za kar se jim najlepše zahvaljujemo. Prostovoljnimi poročevalcem smo leta 2017 poslali 4327 makroseizmičnih vprašalnikov za 28 potresov (1730 papirnih in 2597 spletnih vprašalnikov). Poročevalci so vrnili 1025 izpolnjenih papirnih vprašalnikov (59 %) in 1208 spletnih

vprašalnikov (46 %). Skupaj (zaprošenih ali poslanih na lastno pobudo) smo prejeli 1952 izpolnjenih spletnih vprašalnikov, med katerimi je bilo:

- 768 poročil, da so zaznali potres,
- 1089 poročil, da niso zaznali potresa,
- 95 prebivalcev je čutilo nekaj drugega (rudniški dogodek, razstreljevanje, promet, veter itn.).

Tudi leta 2017 smo pri zbiranju in izmenjavi podatkov sodelovali s seizmologi iz sosednjih držav (Italije, Avstrije in Hrvaške). Zahvaljujemo se jim za poslane oziroma na spletu objavljene makroseizmične podatke.

Viri in literatura

1. ARSO, 2018. Letni seizmološki bilteni, 1997–2016. Arhiv Agencije RS za okolje, Ljubljana.
2. Grünthal, G. (ur.), 1998. European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). Conseil de l'Europe, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Volume 15, Luxembourg.
3. Jesenko, T., 2017. Najmočnejši potresi po svetu leta 2016. *Ujma* 31, 72–77.
4. Jesenko, T., 2018. Najmočnejši potresi po svetu leta 2017. V tej številki revije *Ujma*.
5. Lienert, B. R., Berg, E., Frazer, L. N., 1988. HYPOCENTER: An earthquake location method using centered, scaled, and adaptively least squares. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 76, 771–783.
6. Lienert, B. R., 1994. HYPOCENTER 3.2 – A Computer Program for Locating Earthquakes Locally, Regionally and Globally. Hawaii Institute of Geophysics & Planetology, Honolulu, 70 str.
7. Michelini, A., Živčić, M., Suhadolc, P., 1998. Simultaneous inversion for velocity structure and hypocenters in Slovenia. *Journal of Seismology*, 2 (3), 257–265.
8. Musson, R. M. W., Gottfried Grünthal, G., Stucchi, M., 2009. The comparison of macroseismic intensity scales. *Journal of Seismology*, Springer Verlag, 14 (2), 413–428.
9. OGS (Osservatorio Geofisico Sperimentale), 2017. Bollettino della Rete Sismometrica del Friuli Venezia Giulia. OGS, Centro ricerche sismologiche, Udine, computer file. Spletni naslov: <http://www.crs.inogs.it/bollettino/RSFVG/2017/RSFVG-2017.en.html>
10. Poljak, M., Živčić, M., Zupančič, P., 2000. The Seismotectonic Characteristics of Slovenia. *Pure appl. Geophys.*, vol. 1, 57, 37–55.
11. RGU (Republiška geodetska uprava), 1995. Centroidi naselij (geografske koordinate), računalniški seznam.
12. Wessel, P., Smith, W. H. F., 1991. Free software helps map and display data. *Eos, Trans. Amer. Un.*, Vol. 72 (441), 445–446.
13. Vidrih, R., Sinčič, P., Tasič, I., Gosar, A., Godec, M., Živčić, M., 2006. Državna mreža potresnih opazovalnic. Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, 287 str.
14. Wessel, P., Smith, W. H. F., 1998. New, improved version of the Generic Mapping Tools released. *EOS Trans. AGU*, Vol. 79, 579.
15. ZAMG, 2017–2018. Preliminary bulletin of regional and teleseismic events recorded with ZAMG-stations in Austria. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
16. Živčić, M., Bondár, I., Panza, G. F., 2000. Upper Crustal Velocity Structure in Slovenia from Rayleigh Wave Dispersion. *Pure Appl. Geophys.*, Vol. 157, 131–146.