

POTRESI V SLOVENIJI LETA 2009

Earthquakes in Slovenia in 2009

Ina Cencić *, Tamara Jesenko **, Mladen Živčić ***, Martina Čarman **** UDK 550.34(497.4)"2009"

Povzetek
Potresna aktivnost leta 2009 je bila zmerna. Prebivalci so čutili več kot 32 potresnih sunkov. Potres z največjo intenziteto je bil 27. oktobra ob 19. uri 24 minut po univerzalnem koordiniranem času (UTC) oziroma ob 21. uri 24 minut po srednjeevropskem času (SEČ) z žariščem v bližini Rateč. Njegova lokalna magnituda je bila 2,0 (ARSO, 2009–2010), največja intenziteta pa V EMS-98. Največjo lokalno magnitudo 2,9 je imel potres 23. januarja ob 3. uri 27 minut po UTC (ob 4. uri in 27 minut po SEČ) pri Dobrovi. V Sloveniji smo čutili tudi nekatere potrese, ki so se zgodili v Italiji, med katerimi je najmočnejši, 6. aprila, razdejal mesto L'Aquila in okoliške kraje.

Abstract
Earthquake activity was moderate in 2009. The inhabitants experienced more than 32 earthquakes. The earthquake with the maximum intensity occurred on 27 October at 19.24 UTC (21.24 Central European Time (CET)) in the vicinity of Rateče. The local magnitude of the earthquake was 2.0 degrees (ARSO, 2009-2010), and at its highest intensity was V on the EMS-98 scale. On 23 January at 3.27 UTC (4.27 CET) occurred the strongest earthquake in Slovenia in 2009, its local magnitude was 2.9 degrees. Several earthquakes from Italy were felt as well. The strongest among them was the one that devastated the city of L'Aquila and its surroundings on 6 April.

Uvod

Leta 2009 je bila potresna aktivnost v Sloveniji zmerna (ARSO, 2009–2010).

Po januarskih potresih pri Kanalu, Ljubljani, Novem mestu in Dobrovi se je februarja zatreslo najprej pri Dolu, nato pri Brežicah, Brezovici pri Metliki in Kostanjevici na Krki. Marca prebivalci niso čutili nobenega potresa. Aprila so sledili potresi v srednji Italiji. Poleg omenjenih so prebivalci čutili tudi potres blizu Dobljč. Maja so tresenje tal čutili v okolici Prevalj, Črne na Koroškem in Šmarjeških Toplic. Junija potresov, ki bi jih prebivalci čutili, ni bilo. Julija so prebivalci Slovenije čutili le en potres, ki se je zgodil v bližini Ilirske Bistrice. Avgusta smo zaznali potresa pri Mengšu in Bednju, septembra se je treslo pri Črnomlju. Oktobra so potrese čutili prebivalci v okolici Vodice, Rateč in Podkorena. V Sloveniji je leta 2009 največje potresne učinke dosegel potres, ki se je zgodil 27. oktobra ob

19. uri 24 minut po svetovnem koordiniranem času (UTC) oziroma ob 21. uri 24 minut po srednjeevropskem času v bližini Rateč. Njegova lokalna magnituda je bila 2,0, največja intenziteta pa v Ratečah V EMS-98. Kratica EMS-98 je okrajšava za različico evropske potresne lestvice (Grünthal, 1998a, 1998b), rimska številka pred

Mesec	Oddaljeni potresi	Bližnji potresi	Lokalni potresi	Umetni dogodki	Skupaj
Januar	73	54	127	62	316
Februar	50	45	166	46	307
Marec	57	56	135	36	284
April	93	230	125	24	472
Maj	69	89	138	47	343
Junij	85	59	124	80	348
Julij	95	62	129	90	376
Avgust	118	53	114	151	436
September	85	64	114	104	367
Oktober	116	55	125	91	387
November	74	52	141	44	311
December	66	74	167	43	350
Skupaj	981	893	1605	818	4297

Preglednica 1: Potresi in umetno povzročeni dogodki leta 2009, ki jih je zabeležila državna mreža potresnih opazovalnic RS

Table 1: Natural earthquakes and artificially caused earthquakes in 2009 recorded by the Seismic network of the Republic of Slovenia.

* Ministrstvo za okolje in prostor RS, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, ina.cenicic@gov.si

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

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

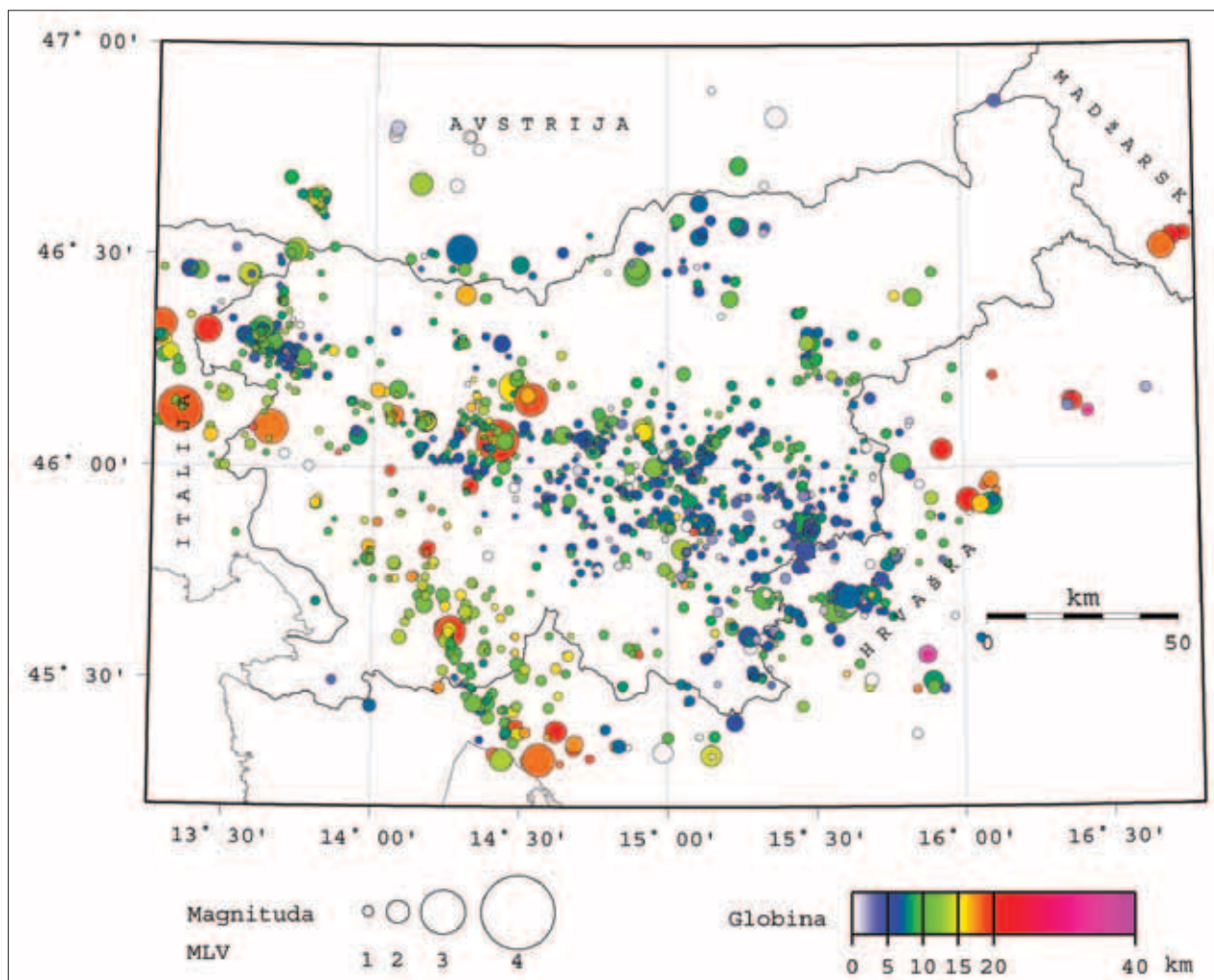
**** dr., Ministrstvo za okolje in prostor RS, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, martina.carman@gov.si

njo pa pove stopnjo intenzitete, tako niz 'IV-V EMS-98' lahko preberemo 'od četrte do pete stopnje po evropski potresni lestvici'. Prebivalci so v naslednjih dneh čutili tudi več šibkih popotresov, zadnjega na začetku novembra. Novembra smo zbirali podatke o potresih pri Kobaridu in Muljavi. Decembra so prebivalci čutili tri potrese: dva v zgornjem Posočju in enega z žariščem v Furlaniji v Italiji.

V preglednici 1 je statistika potresov, ki so jih zapisali seizmografi državne mreže potresnih opazovalnic Agencije Republike Slovenije za okolje, Urada za seizmologijo in geologijo. Kot oddaljene potrese obravnavamo tiste, katerih žarišče je oddaljeno več kot 11 geografskih stopinj (nekaj več kot 1200 km) od Ljubljane. Žarišča bližnjih (regionalnih) potresov so od Ljubljane oddaljena od 1,5° (oziroma okoli 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° ali približno 165 km. Seizmografi so zapisali tudi več primerov umetno povzročene tresenja tal zaradi razstreljevanja ali rudarske dejavnosti.

Za opredelitev osnovnih parametrov potresov, podanih v preglednici 2, smo uporabili vse razpoložljive analize potresov na potresnih opazovalnicah državne mreže v Sloveniji (ARSO, 2009–2010), Avstriji (ZAMG 2009–2010), na Hrvaškem (GZAM 2009–2010), v Italiji (OGS 2009) in na Madžarskem (Tóth in sod., 2010). Žariščni čas, to je čas, ko je potres nastal, koordinati nadžarišča in žariščno globino smo opredelili 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, opredeljen iz tridimenzionalnega modela za prostorsko valovanje (Michelini in sod., 1998) in modela za površinsko valovanje (Živčić 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 opredelili iz največje hitrosti navpične komponente nihanja tal (A/T v nm/s) na slovenskih opazovalnicah po enačbi:



Slika 1: Nadžarišča potresov leta 2009, 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 2009, whose focal times, epicentral coordinates and focal depths were calculated. The size of the symbol gives information on focal depth and its colour gives information on the local magnitude M_{LV} . Figure was made using GMT software (Wessel and Smith, 1991, 1998).

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

pri čemer je D oddaljenost nadžarišča v kilometrih.

V preglednici 2 je dana 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).

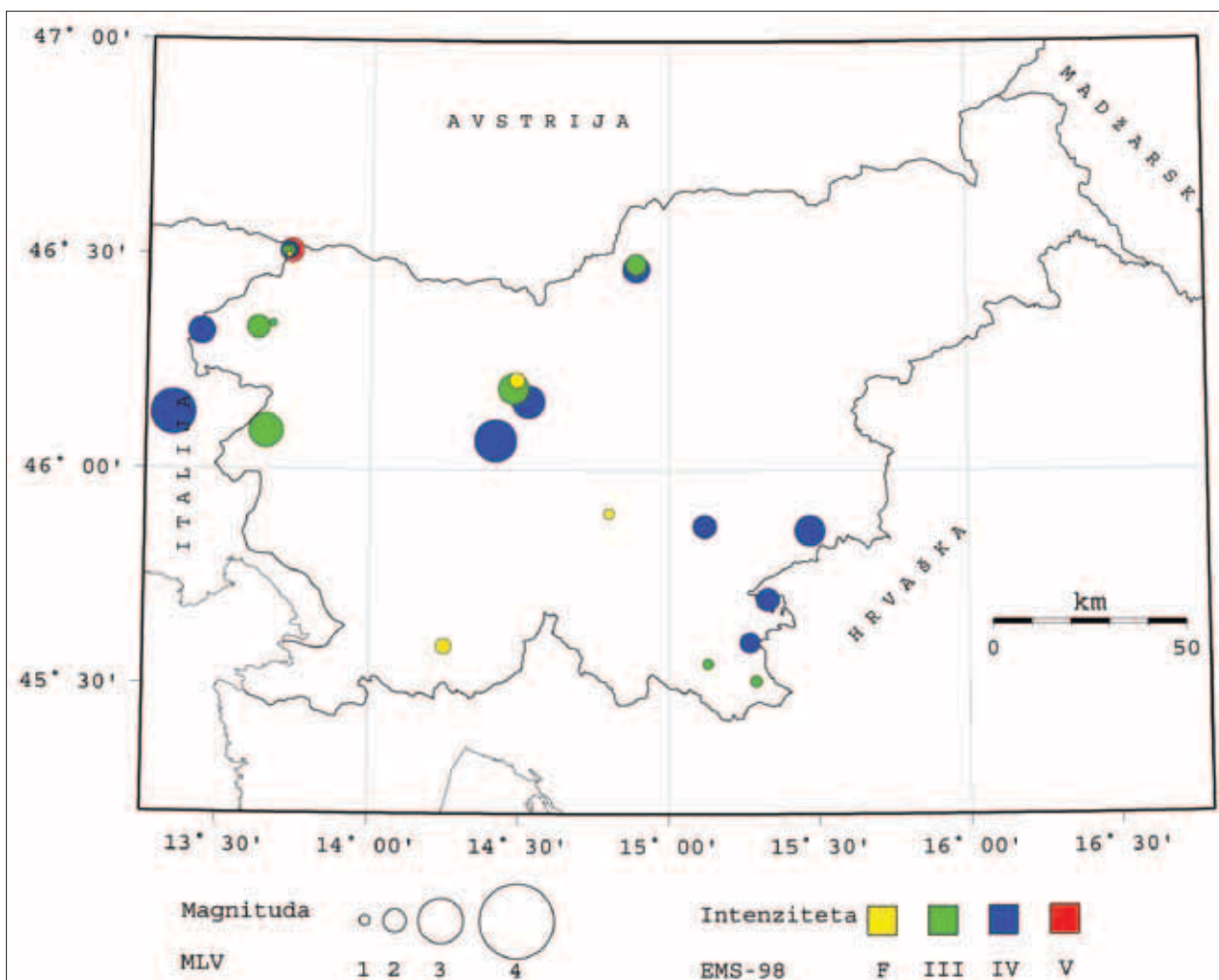
Seizmografi državne mreže potresnih opazovalnic so leta 2009 zabeležili 1298 potresov, ki smo jim lahko določili lokalno magnitudo in lego žarišča v Sloveniji oziroma v njeni neposredni bližini (slika 1). Velikost lokalne magnitude je ponazorjena z velikostjo kroga, barva pa označuje globino potresnega žarišča. Seizmografi so zapisali tudi vsaj 818 umetnih potresov (razstreljevanj).

Prebivalci različnih območij Slovenije so leta 2009 čutili več kot 32 potresnih sunkov. Natančnejšega števila ni

Datum	Žariščni čas (UTC)	Zem. širina	Zem. dolžina	Globina	Magnituda	Intenziteta	Potresno območje
	h : m : s	°N	°E	km	M_{LV}	EMS-98	
3. 1. 2009	9 : 1 : 23,4	46,09	13,65	18	2,6	III	Kanal
3. 1. 2009	18 : 54 : 31,1	46,19	14,48	16	2,4	III	Torovo
20. 1. 2009	0 : 35 : 33,5	45,87	15,12	7	2,0	IV	Mali Kal
23. 1. 2009	3 : 27 : 59,6	46,07	14,42	19	2,9	IV	Šujica
6. 2. 2009	1 : 40 : 53,6	45,86	15,49	4	1,3	samo zvok	Dol
6. 2. 2009	2 : 18 : 52,5	45,86	15,47	8	2,4	IV-V	Podbočje
10. 2. 2009	17 : 56 : 28,2	45,67	15,57	12	2,4		Pribić, Hrvaška
16. 2. 2009	15 : 44 : 21,1	45,70	15,33	10	2,0	IV	Bojanja vas
16. 2. 2009	21 : 6 : 51	45,84	15,43	4	0,7	samo zvok	Kostanjevica na Krki
10. 3. 2009	4 : 2 : 58,1	45,62	14,26	19	2,4		Bač
10. 4. 2009	5 : 33 : 18,3	45,67	15,60	10	2,0		Volavje, Hrvaška
18. 4. 2009	20 : 42 : 29,6	45,55	15,13	1	1,1	III	Dobliče
9. 5. 2009	2 : 25 : 43,7	46,52	16,69	18	2,2		Szentmargitfalva, Madžarska
21. 5. 2009	8 : 21 : 44,9	46,47	14,89	10	2,2	IV	Javorje
22. 5. 2009	4 : 12 : 33,4	46,48	14,89	12	1,9	III-IV	Žerjav
29. 5. 2009	19 : 26 : 14,9	45,83	15,22	2	0,4	samo zvok	Novo mesto
15. 7. 2009	2 : 3 : 31,6	45,59	14,25	14	1,5	čutili	Ilirska Bistrica
1. 8. 2009	3 : 4 : 36,6	46,16	14,53	18	2,5	IV	Šinkov Turn
21. 8. 2009	22 : 18 : 52,5	45,51	15,29	8	1,2	III	Bedenj
30. 8. 2009	19 : 55 : 23	46,52	14,29	7	2,4		Podljubelj, Avstrija
7. 9. 2009	3 : 14 : 27,1	45,60	15,27	5	1,8	IV	Kapljishče
10. 10. 2009	4 : 12 : 0,5	46,21	14,49	11	1,5	čutili	Vodice
27. 10. 2009	19 : 24 : 15	46,51	13,73	14	2,0	V	Rateče
27. 10. 2009	19 : 45 : 3,7	46,51	13,72	13	0,7	III-IV	Rateče
27. 10. 2009	20 : 27 : 51,1	46,51	13,72	11	1,2	III-IV	Rateče
27. 10. 2009	23 : 55 : 16,5	46,50	13,72	7	0,1	čutili	Rateče
28. 10. 2009	4 : 0 : 13,2	46,51	13,72	11	1,7	IV-V	Rateče
2. 11. 2009	17 : 6 : 7,7	46,51	13,71	11	0,9	III	Rateče
15. 11. 2009	12 : 46 : 19,3	46,32	13,43	19	2,2	IV	Učja, meja Italija-Slovenija
17. 11. 2009	22 : 53 : 41,4	45,90	14,80	8	1,0	čutili	Ivančna Gorica
30. 11. 2009	19 : 22 : 0	45,70	15,61	7	2,1		Gorica Svetojanska, Hrvaška
19. 12. 2009	0 : 6 : 43,8	46,34	13,67	7	0,7	III	Soča
21. 12. 2009	5 : 37 : 35,5	46,13	13,34	18	3,0	IV-V	Povaletto, Italija
26. 12. 2009	6 : 43 : 26	46,33	13,62	10	2,0	III-IV	Kal-Koritnica

Preglednica 2: Seznam potresov leta 2009, ki imajo lokalno magnitudo večjo ali enako 2,0 in smo jim lahko izračunali žariščni čas, koordinati nadžarišča oziroma epicentra in globino žarišča. Pri nekaterih potresih je navedena še največja intenziteta. V preglednici je 16 potresov s sicer manjšo lokalno magnitudo, ki pa so jih prebivalci Slovenije tudi čutili.

Table 2: List of earthquakes with local magnitude higher or equal to 2.0 degrees in 2009 for which the hypocentral time, co-ordinates of the epicentre and focal depth were calculated. In certain cases the maximum intensity of felt earthquakes is also provided. Information about 16 earthquakes with a lower local magnitude that were felt by inhabitants of Slovenia, is also included in the table.



Slika 2: Nadžarišča potresov, ki so jih leta 2009 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 2009. Size of symbols represents local magnitude and colour represents maximal intensity reached in Slovenia. Figure was prepared using GMT software (Wessel and Smith, 1991, 1998).

bilo mogoče določiti, ker so opazovalci v svojih opisih včasih posredovali le opažanja, ki jih ni bilo mogoče pripisati točno določenemu dogodku. Nadžarišča oziroma epicentri 28 potresov so prikazani na sliki 2. Velikost kroga označuje velikost lokalne magnitude, barva pa največjo intenziteto potresa, ki jo je potres dosegel. En potres je dosegel največjo intenziteto V EMS-98. V preglednici 3 so naštetih štiri potresi z žarišči v Italiji.

V preglednici 2 so osnovni podatki o 18 lokalnih potresih z opredeljeno lokalno magnitudo, večjo ali enako 2,0, ter o 16 šibkejših potresih, ki so jih prebivalci Slovenije čutili. Za vsak potres posebej smo navedli datum (leto, mesec, dan), žariščni čas po UTC (ura, minuta, sekunda), koordinati nadžarišča (zemljepisna širina °N, zemljepisna dolžina °E), žariščno globino (km), povprečno vrednost lokalne magnitude (M_{LV}) in največjo intenziteto (I_{max} EMS-98), ki jo je potres dosegel v Sloveniji. V stolpcu Potresno območje smo za nadžarišča v Sloveniji v večini primerov napisali ime naselja, ki je najbližje določenemu nadžarišču in je navedeno v seznamu na-

Datum	Žariščni čas (UTC)	Intenziteta	Potresno območje
	h : min	EMS-98	
5. 4. 2009	20 : 20	IV	Forlì, Italija
6. 4. 2009	1 : 32	III-IV	L'Aquila, Italija
7. 4. 2009	17 : 47	III	L'Aquila, Italija
9. 4. 2009	0 : 53	II-III	L'Aquila, Italija

Preglednica 3: Seznam potresov, ki so jih leta 2009 čutili prebivalci Slovenije, vendar so imeli žarišča v drugih državah.

Table 3: List of earthquakes with epicentres in other countries that were felt by the inhabitants of Slovenia in 2009.

selij Geodetske uprave RS (RGU, 1995). Kadar podatki niso zadoščali za nedvoumno določitev intenzitete, smo potresu pripisali razpon mogočih vrednosti (na primer IV-V). Z besedo zvok so označeni tisti potresi, pri katerih so prebivalci Slovenije slišali le zvok, niso pa čutili tresenja tal.

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

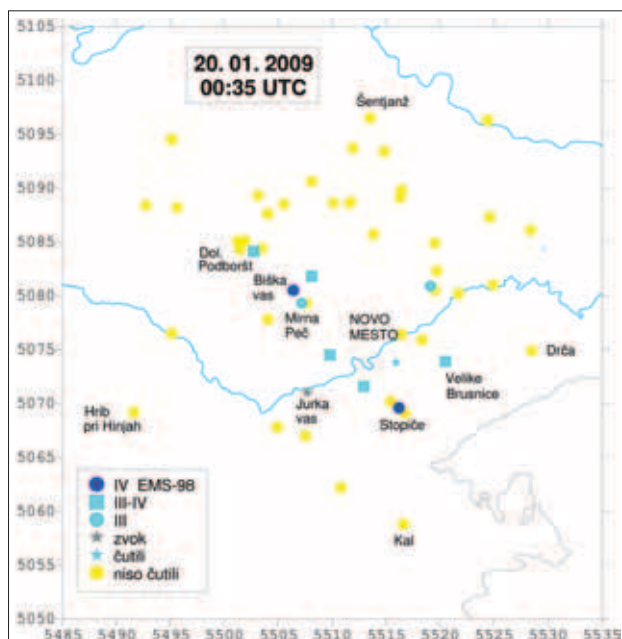
V tem poglavju in na slikah od 3 do 11 so natančneje opisani in prikazani le nekateri izmed potresov, ki so jih v zadnjem letu čutili prebivalci Slovenije. Zaradi velikega števila dogodkov ni bilo mogoče predstaviti učinkov vseh. Na sliki 12 so prikazane največje intenzitete, ki so jih leta 2009 v posameznih krajih čutili prebivalci Slovenije.

Slike od 3 do 11: Prikazani so učinki nekaterih potresov, ki so jih leta 2009 čutili prebivalci Slovenije. Na kartah je uporabljena Gauss-Krügerjeva mreža oziroma kilometrsko merilo, ki olajša ocenjevanje medsebojne oddaljenosti prikazanih krajev.

Figures 3 to 11: The effects of some earthquakes felt by inhabitants of Slovenia in 2009 are shown. The Gauss-Krüger coordinate system (kilometers) evaluated the distance between the places shown on the maps. čutili = felt, zvok = heard, niso čutili = not felt.

20. januar 2009 ob 0. uri 35 minut po UTC. Potres z žariščem v okolici Novega mesta in magnitudo 2,0 je največje učinke (IV EMS-98) dosegel v dveh precej oddaljenih krajih, Biški vasi in Stopičah (slika 3). Center za obveščanje RS je prejel številne klice iz Novega mesta. Prebivalci so poročali o močnem hrupu, kot bi se veliko snega vsulo s strehe.

23. januar 2009 ob 3. uri 27 minut po UTC. Glede na lokalno magnitudo 2,9 je bil to najmočnejši po-

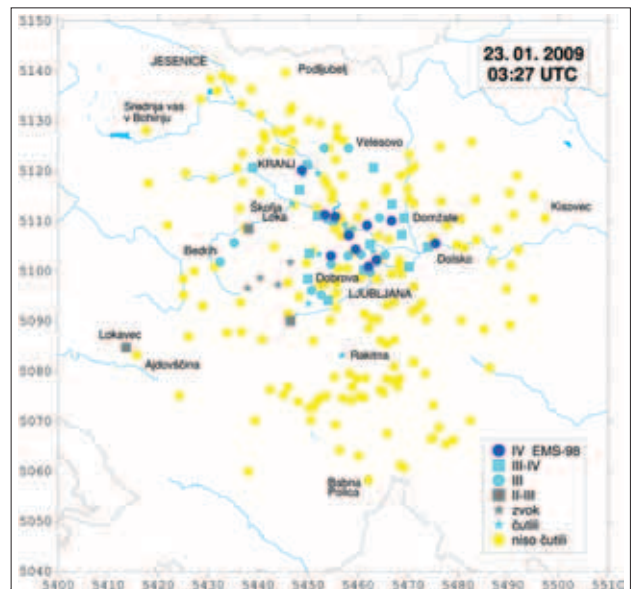


Slika 3: Intenziteta potresa 20. januarja 2009 ob 0. uri 35 minut po UTC v posameznih naseljih

Figure 3: Intensity of earthquake on 20 January 2009 at 00.35 UTC in individual settlements.

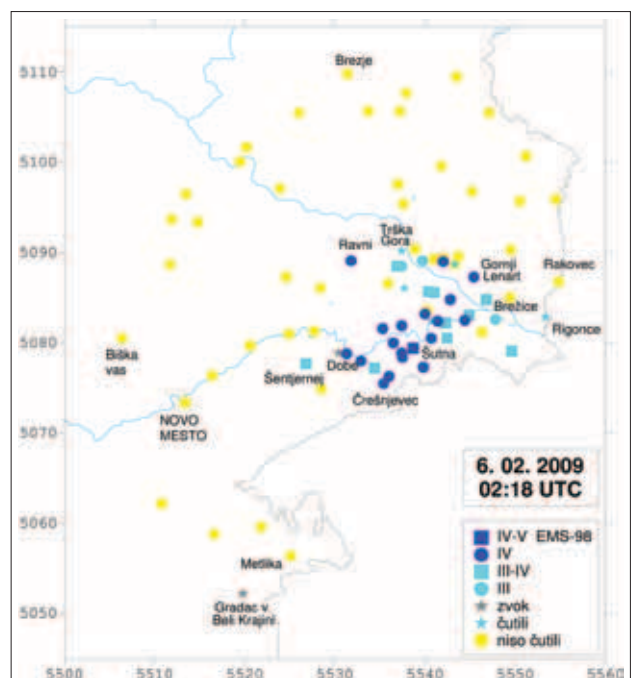
tres v Sloveniji leta 2009. Žarišče potresa je bilo zahodno od Ljubljane, v okolici Dobrove. Potres je zbudil in vznemiril številne prebivalce Ljubljane in okoliških krajev, posebno tiste v višjih nadstropjih. Drugih posledic ni bilo (slika 4).

6. februar 2009 ob 2. uri 18 minut po UTC. Žarišče tega potresa je bilo pri Podbočju v dolini Krke (slika 5). Najbolj so ga čutili na Šutni, imel je intenziteto IV-V



Slika 4: Intenziteta potresa 23. januarja 2009 ob 3. uri 27 minut po UTC v posameznih naseljih

Figure 4: Intensity of earthquake on 23 January 2009 at 03.27 UTC in individual settlements.

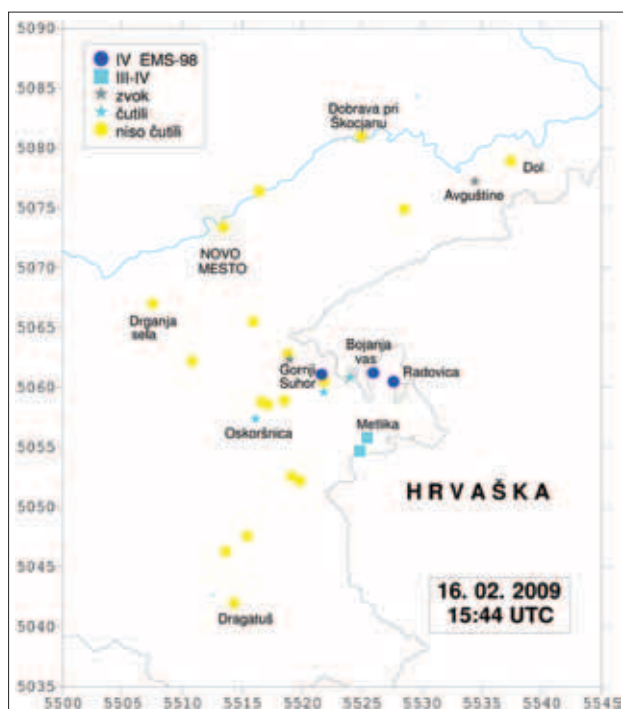


Slika 5: Intenziteta potresa 6. februarja 2009 ob 2. uri 18 minut po UTC v posameznih naseljih

Figure 5: Intensity of earthquake on 6 February 2009 at 02.18 UTC in individual settlements.

EMS-98. Opazovalec je poročal, da se je pohištvo (zlasti postelje) tako močno treslo, da so zbežali na prosto. Magnituda potresa je bila 2,4.

16. februar 2009 ob 15. uri 44 minut po UTC. Potres je imel učinke na majhnem območju, najmočnejše v krajih Bojanja vas, Radovica in Gornji Suhor (slika 6). Največja intenziteta je bila IV EMS-98, pripadajoča magnituda pa 2,0.



Slika 6: Intenziteta potresa 16. februarja 2009 ob 15. uri 44 minut po UTC v posameznih naseljih
Figure 6: Intensity of earthquake on 16 February 2009 at 15.44 UTC in individual settlements.

5. april 2009 ob 20. uri 20 minut po UTC. Potres z žariščem v severni Italiji, blizu kraja Forlì, so čutili tudi ponekod pri nas, najmočnejše (IV EMS-98) v Luciji.

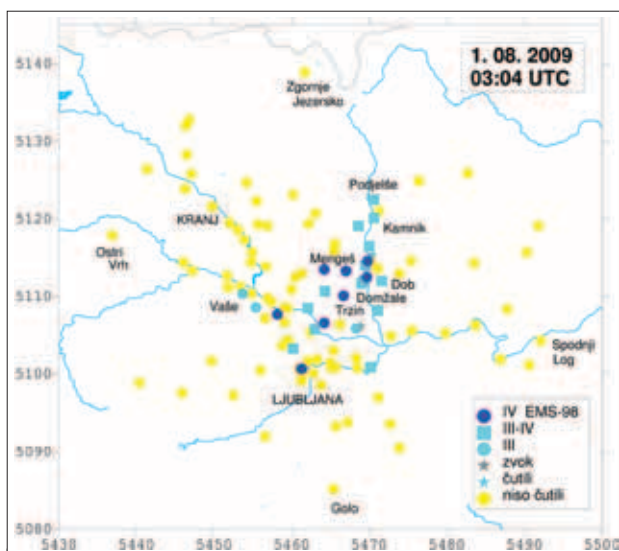
6. april 2009 ob 1. uri 32 minut po UTC. Najmočnejši potres leta 2009, ki so ga čutili prebivalci Slovenije, je nastal v srednji Italiji in je razdeljal mesto L'Aquila ter okoliške kraje. Čutili so ga po vsej Sloveniji, čeprav so o njem poročali le redki posamezniki. Največjo intenziteto (III-IV EMS-98) je dosegel v Ljubljani (Vič), Preddvoru in na Obrežju.

21. maj 2009 ob 8. uri 21 minut po UTC. Ta potres je največjo intenziteto (IV EMS-98) dosegel na Ravnah na Koroškem, v Lešah, Prevaljah in Mežici (slika 7). Njegova magnituda je bila 2,2.

1. avgust 2009 ob 3. uri 4 minute po UTC. Tokrat se je zatresla okolica Vodice (slika 8). Magnituda tega dogodka je bila 2,5. V posameznih delih Ljubljane ter krajih Šinkov Turn, Vir, Mengeš, Homec in Trzin je bila intenziteta IV EMS-98. Prebivalci so poročali o zmernem



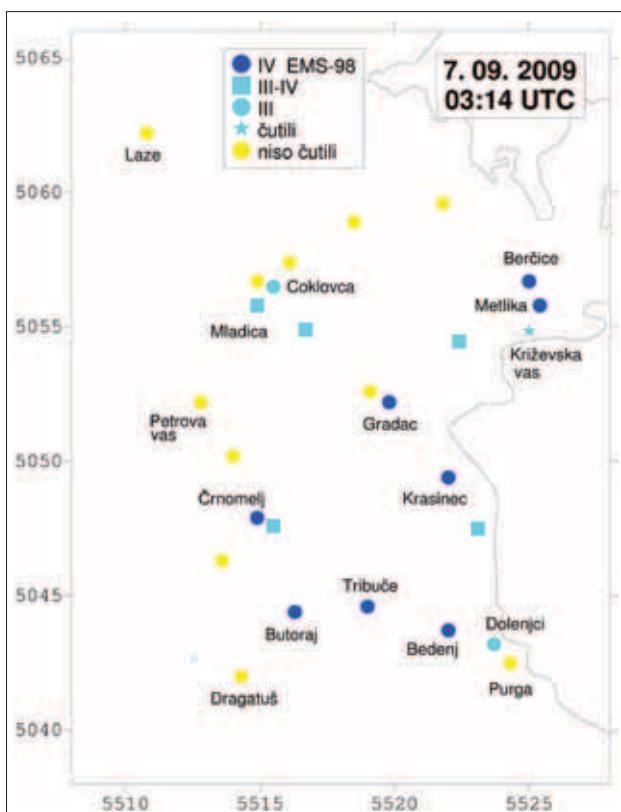
Slika 7: Intenziteta potresa 21. maja 2009 ob 8. uri 21 minut po UTC v posameznih naseljih
Figure 7: Intensity of earthquake on 21 May 2009 at 08.21 UTC in individual settlements.



Slika 8: Intenziteta potresa 1. avgusta 2009 ob 3. uri 4 minute po UTC v posameznih naseljih
Figure 8: Intensity of earthquake on 1 August 2009 at 03.04 UTC in individual settlements.

tresenju tal, pohištva in strešnih ogrodij. Ponekod so se oglasile domače živali (kokoši, fazani, pavi itn.).

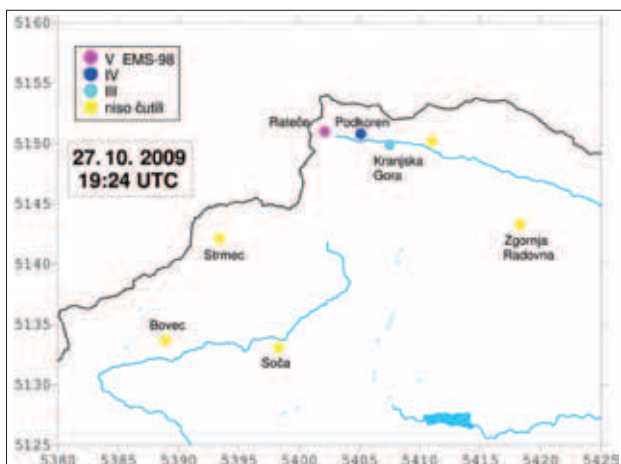
7. september 2009 ob 3. uri 14 minut po UTC. Potres z magnitudo 1,8 je v krajih Berčice, Metlika, Gradac v Beli krajini, Krasinec, Butoraj, Črnomelj, Tribuče in Bedenj dosegel intenziteto IV EMS-98 (slika 9). Prebivalce je zbudilo škripanje pohištva in lesenih ostrešij. Ponekod so ob potresu slišali močno bobnenje.



Slika 9: Intenziteta potresa 7. septembra 2009 ob 3. uri 14 minut po UTC v posameznih naseljih
 Figure 9: Intensity of earthquake on 7 September 2009 at 03.14 UTC in individual settlements.

27. oktober 2009 ob 19. uri 24 minut, 19. uri 45 minut in 20. uri 27 minut po UTC.

Prebivalci Slovenije so leta 2009 najmočnejše čutili prvega izmed naštetih potresov. Ta je v Ratečah dosegel intenziteto V EMS-98 (slika 10). Njegova lokalna magnituda ni bila velika, le 2,0, kljub temu so bili potresni učinki, o katerih so ljudje poročali, najmočnejši leta 2009. Prebivalci so poročali o glasnem zvoku in močnem navpičnem sunku. Marsikdo je pomislil, da je nekje eksplodirala peč



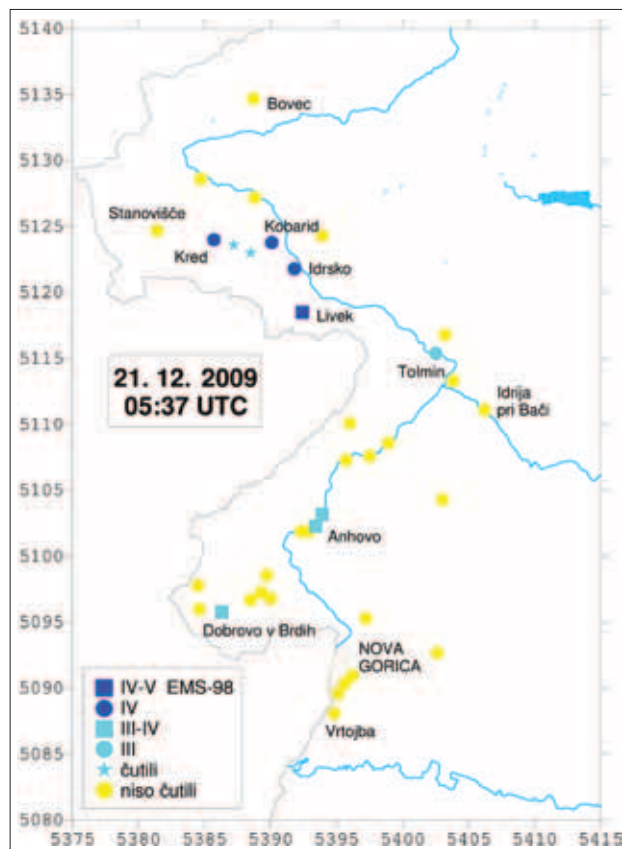
Slika 10: Intenziteta potresa 27. oktobra 2009 ob 19. uri 24 minut po UTC v posameznih naseljih
 Figure 10: Intensity of earthquake on 27 October 2009 at 19.24 UTC in individual settlements.

za centralno kurjavo. Posamezniki so v strahu zapustili domove, večina pa je po potresu odšla na prosto. Manjši nestabilni predmeti so se premaknili ali prevrnili, poročali so tudi o finih razpokah v ometu. Razločno so čutili vsaj dva manjša popotresa, ki sta sledila glavnemu dogodku.

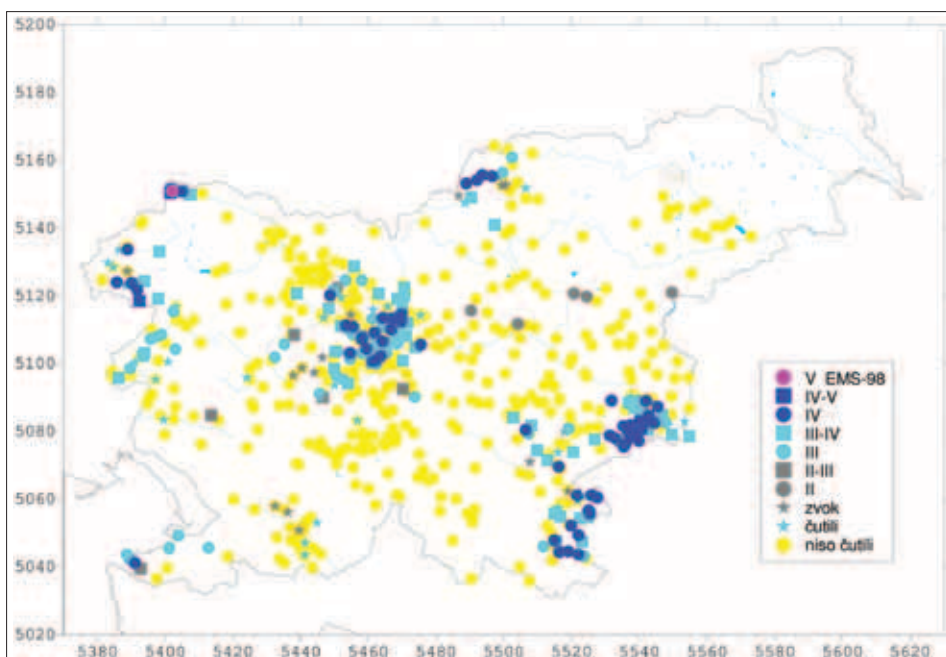
28. oktober 2009 ob 4. uri 0 minut po UTC. To je najmočnejši popotres prej omenjenega potresa in je imel magnitudo 1,7. Najbolj so ga čutili v Ratečah (IV-V EMS-98). Prebivalci so se zbudili, redki so odšli na prosto. Zadnji potres v tej vrsti, ki so ga prebivalci čutili, se je zgodil 2. novembra ob 17. uri 6 minut po UTC.

15. november 2009 ob 12. uri 46 minut po UTC. Potres z magnitudo 2,2 je imel žarišče ob meji z Italijo, pri kraju Ucea (Učja). V Sloveniji so ga najbolj čutili v Bovcu, kjer je bila intenziteta IV EMS-98. Čeprav potres ni bil močan, so bili prebivalci Posočja zaskrbljeni, ker še niso pozabili grenke izkušnje iz bližnje preteklosti.

21. december 2009 ob 5. uri 37 minut po UTC. Ta potres so najmočnejše (IV-V EMS-98) čutili prebivalci Livka (slika 11). Opazili so močan kratek sunek, ob katerem so zaropotala okna in pohištvo. Posamezniki so med potresom prestrašeni zbežali na prosto. Magnituda potresa je bila 3,0.

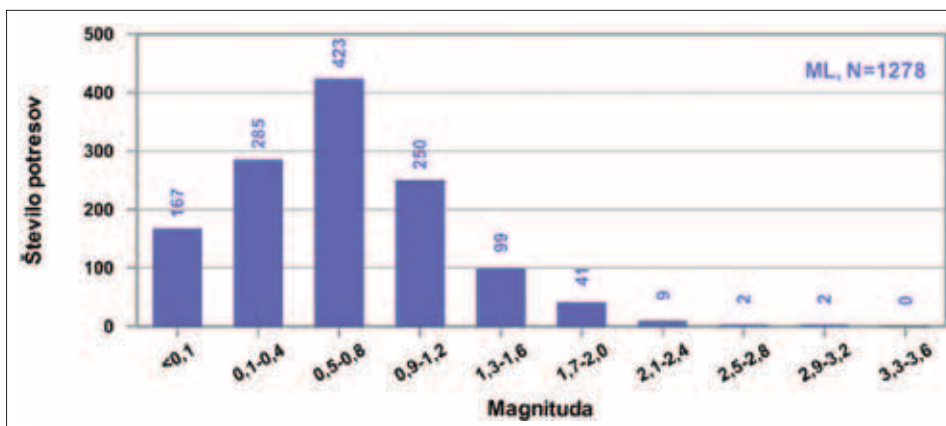


Slika 11: Intenziteta potresa 21. decembra 2009 ob 5. uri 37 minut po UTC v posameznih naseljih
 Figure 11: Intensity of earthquake on 21 December 2009 at 05.37 UTC in individual settlements.



Slika 12:
Združena karta intenzitet vseh potresov leta 2009 za posamezen kraj. Če so v posameznem kraju čutili več potresov, je označena največja intenziteta, ki je bila dosežena kadar koli v tem letu.

Figure 12:
Overall map of the largest intensities of all earthquakes in 2009 felt by the inhabitants of Slovenia in individual places.



Slika 13:
Porazdelitev potresov v Sloveniji leta 2009 glede na magnitudo M_{LV} .
Figure 13:
Distribution of earthquakes in Slovenia in 2009 with respect to magnitude M_{LV} .

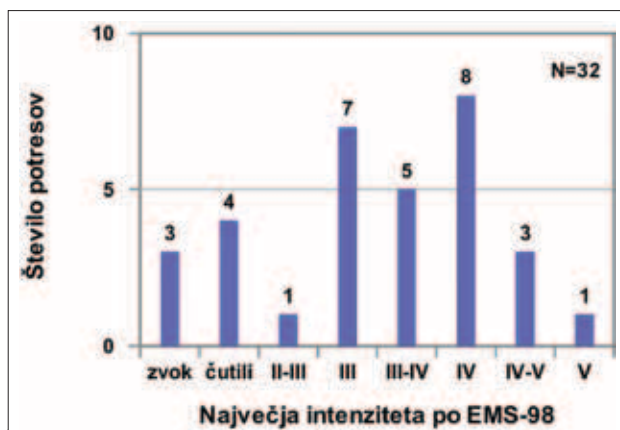
Sklepne misli

Potresna aktivnost v Sloveniji leta 2009 je bila zmerna. Histogram na sliki 13 kaže porazdelitev lokalnih magnitud (M_{LV}), ki smo jih opredelili za 1278 potresov. 95 odstotkov teh potresov je imelo lokalno magnitudo manjšo od 1,6.

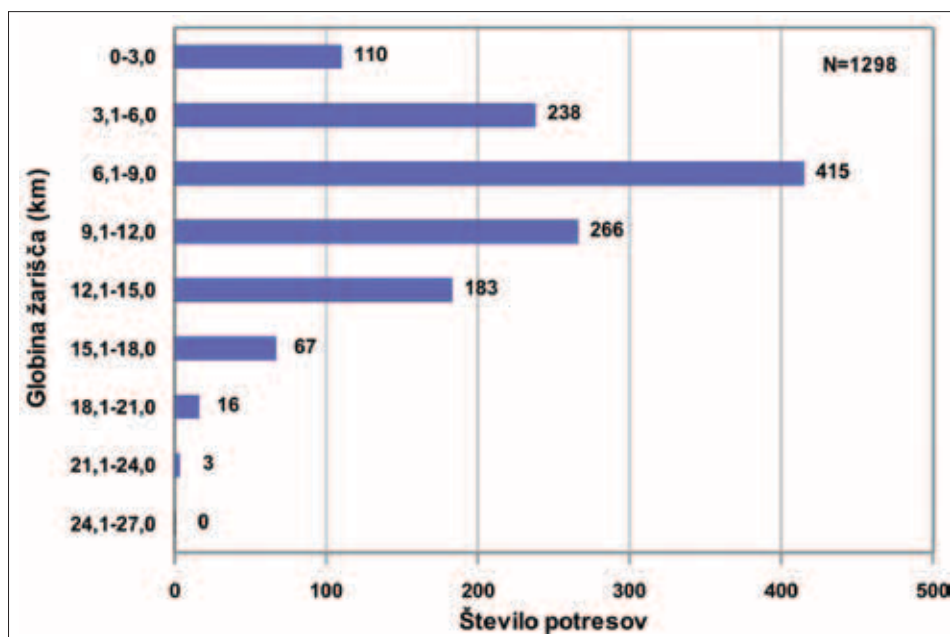
Med potresi, za katere smo prostovoljnimi opazovalcem razposlali makroseizmične vprašalnike ali opravili terenske raziskave, je osem potresov doseglo največjo intenziteto IV EMS-98, trije intenziteto IV-V EMS-98 in en potres intenziteto V EMS-98. Drugi [20] so imeli največjo intenziteto III-IV EMS-98 ali manjšo. Prebivalci so skupno čutili vsaj 32 potresov (slika 2 in 14).

Porazdelitev potresov glede na globino žarišč (slika 15) kaže, da je imela večina izmed skupno 1298 potresov na območju Slovenije in bližnje okolice žarišča do globine 24 kilometrov. 85 odstotkov potresov se je zgodilo na globini med 3,1 in 15 kilometri, največ med 6,1 in 9 kilometri. Za 19 potresov smo opredelili žariščno globino večjo od 18 kilometrov.

Kot do zdaj bi bili makroseizmični podatki za potrese zelo pomanjkljivi ali celo popolnoma nedostopni, če nam pri tem delu ne bi pomagali številni prostovoljni opazovalci. Leta 2009 je z ARSO aktivno sodelovalo več kot 5000



Slika 14:
Porazdelitev potresov v Sloveniji leta 2009 glede na največjo intenziteto EMS-98
Figure 14:
Distribution of earthquakes in Slovenia in 2009 with respect to maximum intensity EMS-98.



Slika 15:
Porazdelitev potresov leta 2009 glede na globino žarišča (v kilometrih)
Figure 15:
Distribution of earthquakes in Slovenia in 2009 with respect to focal depth (in kilometres).

ljudi, za kar se jim najlepše zahvaljujemo. Leta 2009 smo poslali 2728 vprašalnikov o potresih.

Tudi leta 2009 smo pri zbiranju in izmenjavi podatkov uspešno sodelovali s seizmologi iz sosednjih držav. Zahvaljujemo se jim za poslano makroseizmične podatke.

Viri in literatura

1. Agencija RS za okolje, 2009–2010. Preliminarni tedenski seizmološki bilteni za 2009. Arhiv ARSO, Ljubljana.
2. Grünthal, G. (ur.), 1998 a. 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.), 1998 b. European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). Dostopno na naslovu: http://www.gfz-potsdam.de/portal/gfz/Struktur/Departments/Department+2/sec26/resources/documents/PDF/EMS-98_Original_englisch_pdf (Uporabljeno: 4. 7. 2010).
4. GZAM, 2009–2010. Data reports [online]. Geofizički Odsjek Prirodoslovno-Matematičnog Fakulteta, Zagreb, Hrvaška. Dostopno na naslovu: <http://www.isc.ac.uk/cgi-bin/collect?Days=&yyyy=Year&mm=Mon&Reporter=ZAG> (Uporabljeno: 4. 7. 2010).
5. 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.
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 p.
7. Michelini, A., Živčič, M., in Suhadolc, P., 1998. Simultaneous inversion for velocity structure and hypocenters in Slovenia. *Journal of Seismology*, 2(3), 257–265.
8. OGS (Oservatorio Geofisco Sperimentale), 2009. Bolletino della Rete Sismometrica del Friuli Venezia Giulia. OGS, Centro ricerche sismologiche, Udine, computer file.
9. RGU (Republiška geodetska uprava), 1995. Centroidi naselij (geografske koordinate). Računalniški seznam.
10. Tóth, L., Mónus, P., Zsíros, T., Bus, Z., Kiszely, M., Czifra, T., 2010. Hungarian Earthquake Bulletin 2009. *GeoRisk - MTA GGKI*, Budapest, 2010.
11. Wessel, P., in Smith, W. H. F., 1991. Free software helps map and display data. *Eos, Trans. Amer. Un.*, Vol. 72 (441), 445–446.
12. Wessel, P., in Smith, W. H. F., 1998. New, improved version of the Generic Mapping Tools released. *EOS Trans. AGU*, Vol. 79, p. 579.
13. ZAMG, 2009–2010. Preliminary bulletin of regional and teleseismic events recorded with ZAMG-stations in Austria. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
14. Živčič, M., Bondár, I., and Panza, G. F., 2000. Upper Crustal Velocity Structure in Slovenia from Rayleigh Wave Dispersion. *Pure Appl. Geophys.*, Vol. 157, 131–146.