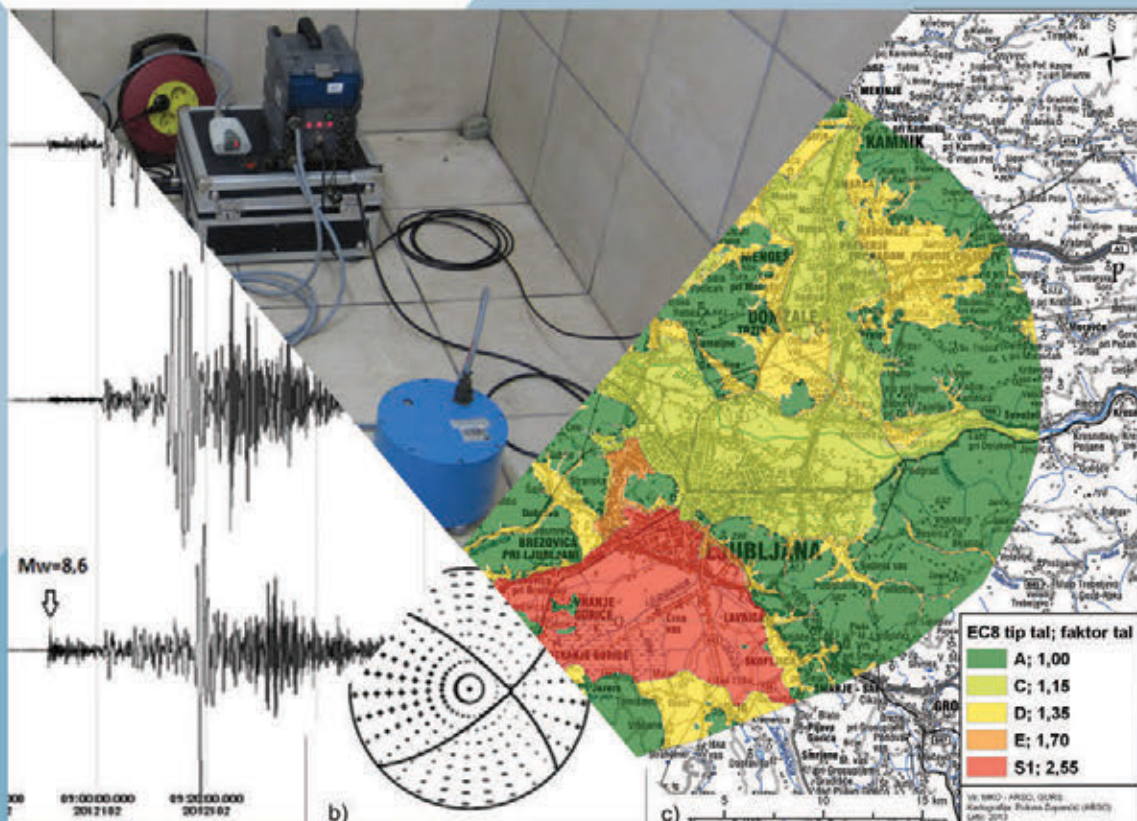




Potresi v letu 2012 Earthquakes in 2012



AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

SLOVENIAN ENVIRONMENT AGENCY

POTRESI V LETU 2012
EARTHQUAKES IN 2012

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE
URAD ZA SEIZMOLOGIJO IN GEOLOGIJO

SLOVENIAN ENVIRONMENT AGENCY
SEISMOLOGY AND GEOLOGY OFFICE

Ljubljana 2013

POTRESI V LETU 2012 EARTHQUAKES IN 2012

IZDAJATELJ IN ZALOŽNIK / PUBLISHED BY

Ministrstvo za kmetijstvo in okolje / Ministry of Agriculture and the Environment

Agencija RS za okolje (ARSO) / Slovenian Environment Agency

Urad za seizmologijo in geologijo / Seismology and Geology Office

GENERALNI DIREKTOR AGENCIJE / DIRECTOR GENERAL OF AGENCY

Joško Knez

UREDNIK / EDITOR

dr. Andrej Gosar

GRAFIČNA PRIPRAVA / TYPESETTING

Peter Sinčič

UREDNIŠKI SVET / EDITORIAL BOARD

dr. Andrej Gosar

Ina Cencič

dr. Martina Čarman

Matjaž Godec

mag. Tamara Jesenko

Peter Sinčič

dr. Barbara Šket Motnikar

mag. Izidor Tasič

Polona Zupančič

mag. Mladen Živčič

Mednarodna standardna serijska številka:

ISSN 1318 - 4792

Naslovnica:

Kolaž ilustracij iz objavljenih člankov.

Cover Page:

Collage of images from articles published.

KAZALO / CONTENTS

<i>Peter Sinčič, Izidor Tasič, Mladen Živčič</i> Potresne opazovalnice v Sloveniji v letu 2012 Seismic Stations in Slovenia in 2012	7
<i>Tamara Jesenko, Barbara Šket Motnikar, Mladen Živčič, Martina Čarman, Tatjana Prosen</i> Potresi v Sloveniji leta 2012 Earthquakes in Slovenia in 2012	15
<i>Izidor Tasič, Marko Mali, Luka Pančur, Peter Sinčič, Igor Pfundner, Bojan Uran, Jože Prosen</i> Delovanje državne mreže potresnih opazovalnic v letu 2012 Seismic Network Operation in Slovenia in 2012	27
<i>Marko Mali, Luka Pančur, Izidor Tasič</i> Posodobitev potresnih opazovalnic GBAS, GROS in KOGS Modernization of Seismic Stations GBAS, GROS and KOGS	34
<i>Marko Mali, Luka Pančur, Izidor Tasič</i> Samodejni nadzor delovanja GSM modemov Automatic GSM Modem Control	38
<i>Izidor Tasič, Marko Mali, Luka Pančur</i> Nestabilna »ničelna lega« seizmometra na lokaciji CRNS Unstable Seismometer »Mass Position« at Location CRNS	41
<i>Milka Ložar Stopar, Mladen Živčič</i> Žariščni mehanizmi nekaterih močnejših potresov v Sloveniji v letu 2012 Fault Plane Solutions of Some Stronger Earthquakes in Slovenia in 2012	44
<i>Martina Čarman, Matjaž Godec, Barbara Šket Motnikar, Mladen Živčič, Milka Ložar Stopar</i> Potres 3. decembra 2012 pri Zgornjem Tuhinju The Earthquake on 3 December 2012 in the Zgornji Tuhinj Region	48
<i>Ina Cecić</i> Potresi v Tuhinjski dolini leta 1840 Earthquakes in Tuhinj Valley in 1840	54
<i>Anita Jerše, Andrej Gosar, Mladen Živčič</i> Makroseizmične raziskave vpliva geološke podlage na intenzitete nekaterih potresov na širšem območju Ljubljane Macroseismic investigations of the influence of geological structure on some earthquake intensities in wider Ljubljana area	84

Polona Zupančič

Mikrorajonizacija območij z večjo potresno nevarnostjo v Sloveniji

Seismic Microzonation of Areas with Higher Seismic Hazard in Slovenia96

Barbara Šket Motnikar, Matej Cerk, Ina Cecić, Anita Jerše

Prenovljen spletni vprašalnik Ali ste čutili potres?

Renewed online questionnaire Did you feel the earthquake? 113

Tamara Jesenko, Manfred Deterding

Močnejši potresi po svetu leta 2012

World's Largest Earthquakes in 2012..... 140

Peter Sinčič, Izidor Tasič, Mladen Živčić

POTRESNE OPAZOVALNICE V SLOVENIJI V LETU 2012 SEISMIC STATIONS IN SLOVENIA IN 2012

Povzetek

V letu 2012 je na območju Slovenije delovalo 30 digitalnih potresnih opazovalnic z neprekinjenim prenosom podatkov v središče za obdelavo v Ljubljani, tri digitalne opazovalnice z neprekinjenim beleženjem podatkov samo na lokalni spominski medij ter 12 opazovalnic, opremljenih samo z akcelerometri za opazovanje seizmičnosti na urbanih območjih. Slednji beležijo in prenašajo v središče za obdelavo v Ljubljani samo prožene zapise. Na opazovalnicah na Vojskem in na observatoriju na Golovcu v Ljubljani delujeta še analogna seizmografa z zapisom s črnilom na papir. Na šestih digitalnih potresnih opazovalnicah smo opremo posodobili.

Abstract

In the year 2012 there are 30 digital seismic stations incorporated in seismic network with real-time continuous data transmission to data centre in Ljubljana, three stations with continuous recording of data on local media and twelve stations equipped only with accelerographs to monitor seismicity in urban areas. The accelerographs record and transmit only triggered events to the data centre in Ljubljana. Analogue seismographs on VOJS and LJU seismic stations are still running. The equipment was upgraded on six seismic stations.

Analogne potresne opazovalnice

Urad za seizmologijo in geologijo uporablja analogne seizmografe za beleženje potresov na dveh opazovalnicah: na observatoriju na Golovcu v Ljubljani (LJU) in na Vojskem (VOY) (preglednica 1). Analogni seizmograf sestavljajo seizmometer, seizmografski ojačevalnik z ustreznimi filtri in pisar, ki s črnilom zapisuje na navaden papir. Slabost analognih seizmografov je majhno dinamično območje (40 – 45 dB). Šibkih potresov zaradi majhne občutljivosti seizmografa ni mogoče vedno analizirati, močni potresi pa lahko instrument prekrmlijo, zato je zapis potresa manj uporaben. Druga, še večja pomanjkljivost analognih seizmografov je, da onemogočajo digitalno obdelavo seizmičnih podatkov. Pomembni pa so zaradi vizualnega neprekinjenega beleženja ter za primerjavo potresnih parametrov med analognimi in digitalnimi zapisi. S preverjanjem v daljšem časovnem obdobju lahko ocenimo spreminjanje prenosne funkcije analognega sistema ter na ta način dodatno ocenimo kvaliteto podatkov za potrese, zabeležene pred digitalno dobo (Trnkoczy, Vidrih, 1984).

Preglednica 1: Analogni potresni opazovalnici v Sloveniji (slika 1).

Table 1: Analogue seismic stations in Slovenia (Figure 1).

opaz. station	ozn. code	zem. šir.	zem. dolž.	n. viš. elev. [m]	geološka podlaga local geology	seizmometer seismometer	pisač recorder	začetek/konec delovanja start/stop time
		latitude °N	longitude °E					
Ljubljana	LJU	46,0438	14,5277	396	karbonski peščenjak sandstone	kratkoperiodni shortperiod Willmore MkII 3 komp./comp.	ojačevalnik SO-01 pisač/ recorder Günter-Volk (črnilo/ ink)	01. 01. 1974 še deluje/ operating
Vojsko	VOY	46,0316	13,8882	1073	zgornjetriasni dolomit dolomite	kratkoperiodni shortperiod Willmore MkII 3 komp./comp.	ojačevalnik SO-03 pisač/ recorder VR-2 (črnilo/ ink)	28. 11. 1984/ še deluje/ operating

Digitalne potresne opazovalnice

V letu 2012 je v Sloveniji delovalo 33 potresnih opazovalnic (preglednica 2), Potresne opazovalnice SMAP, SENP in ZGTE beležijo seizmične podatke samo na lokalni spominski medij, vse druge pa prenašajo podatke v središče za obdelavo podatkov (SOP) v Ljubljani v realnem času. V letu 2012 smo na nekaterih potresnih opazovalnicah posodobili opremo. V Braniku nad Muto (BISS) smo seizmološki merilni sistem NMX s seizmometrom CMG-40T zamenjali z novo 6-kanalno zajemalno enoto CMG-EAM, seizmometrom CMG-3ESPC in akcelerometrom CMG-5T. Nameščena je bila nova napajalna enota z dvema akumulatorjema, ki ob izpadu omrežne napetosti zagotavlja 48 urno delovanje opazovalnice (Mali in sod., 2008). Na opazovalnici Grobnik (GROS) smo seizmometer tipa CMG 40T zamenjali z novejšim tipom CMG-3ESPC, na Kogu (KOGS) pa seizmometer tipa CMG-3ESPC s seizmometrom tipa CMG-3T. Na opazovalnicah Javornik (JAVS) in Knežji dol (KNDS) smo namestili sistem, ki ob izpadu prenosa podatkov samodejno ponastavi modem (Mali in sod., 2013). V Ljubljani smo na observatoriju na Golovcu postavili novo brezprekinitveno napajanje.

Zaradi povečane potresne dejavnosti smo začasno postavili merilni sistem tudi v Zdravstvenem domu v Senovem, ob koncu leta pa smo namestili akcelero graf Etna v Gasilskem domu v Zgornjem Tuhinju, ki smo ga kasneje zamenjali z zajemalno enoto PR-6 in seizmometrom Lenartz Le-5D. 6. decembra smo prenehali z opazovanjem seizmičnosti na Šmarjetni gori pri Kranju.

Preglednica 2: Digitalne potresne opazovalnice v Sloveniji v letu 2011.

Table 2: Digital seismic stations in Slovenia in 2011.

opaz. station	ozn. code	zem. šir.	zem. dol.	n. viš. elev. [m]	geološka podlaga local geology	seizmometer seismometer	zajemalna naprava acquisition unit	začetek delovanja start time
		latitude °N	longitude °E					
Bojanci	BOJS	45,50435	15,25178	252	kredni apnenec limestone	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. STS-2 akcelerometer/ accelerometer 3-komp./ comp. EpiSensor	Q 730	17. 02. 2004
Bistriški jarek	BISS	46,64794	15,12703	490	metamorfne kamnine metamorphic rocks	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG 3ESPC akcelerometer/ accelerometer 3-komp./ comp. CMG-T5	CMG-EAM	28. 08. 1996
Brezje pri Senušah	KBZP	45,9405	15,4390	208	glina clay	širokopasovni/ broadband CMG 40T 3 komp./ comp.	PR-6	14. 03. 2005
Cerknica (Goričice)	CEY	45,73814	14,42214	579	apnenec limestone	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-40T	RD3-1639	14. 01. 1997
						širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-3ESPC	Q 730	30. 03. 2001
Cesta	CESS	45,97325	15,46317	372	dolomit dolomite	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-40T	HRD24-2432	04. 09. 1997
Čadrg	CADS	46,2281	13,73677	700	kredni apneneci limestone	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-3ESPC	Q 730	10. 07. 2003
Črešnjevcevec	CRES	45,82598	15,45686	430	dolomit dolomite	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. STS-2	Q730	07. 03. 2002
Črni Vrh	CRNS	46,08069	14,26144	712	sp. triasni sivi dolomit dolomite	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-3ESPC	Q 730	16. 12. 2005
Dobrina	DOBS	46,14942	15,46943	427	spodnjetriasni laporji marl	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG 40T	Q 730	07. 04. 2001
Gorenja Brezovica	GBAS	45,9348	14,4434	538	zgorjnetriasni dolomit dolomite	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-3ESPC	Q730	27. 05. 2008
Gornja Briga	GBRS	45,5311	14,8101	610	zgorjnetriasni dolomit dolomite	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-40T	Q730	13. 04. 2007
Gornji Ciričnik	GCIS	45,86720	15,62750	390	dolomit dolomite	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-3ESPC	Q 730	11. 08. 2003
Goliše	GOLS	46,01074	15,62451	559	masiven dolomit massive dolomite	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-40T BH	Q 730	26. 02. 2002

opaz. station	ozn. code	zem. šir.	zem. dol.	n. viš. elev. [m]	geološka podlaga local geology	seizmometer seismometer	zajemalna naprava acquisition unit	začetek delovanja start time
		latitude °N	longitude °E					
Gorjuše	GORS	46,3174	13,9999	1048	ploščasti apnec z roženci platy limestone with chert	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-3ESPC akcelometer/accelerometer 3-komp./ comp. EpiSensor	Q 730	17. 05. 2004
Grobnik	GROS	46,46100	15,50177	930	tonalit tonalite	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-40T	Q 730	12. 12. 2002
Javornik	JAVS	45,89342	14,06433	1100	zgornje triasni dolomit dolomite	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-3ESPC	Q 730	21. 08. 2003
Knežji dol	KNDS	45,52791	14,38056	1024	zgornje jurski apnec limestone	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. STS-2	Q 730	14. 10. 2003
Kog	KOGS	46,4481	16,2503	245	glina clay	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG 3T akcelometer/accelerometer 3-komp./ comp. EpiSensor	Q 730	22. 01. 2004
Legarje	LEGS	45,94880	15,31771	390	sivi dolomit dolomite	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-40TBH	Q 730	02. 09. 2002
Lisca	LISS	46,0673	15,2906	948	masiven dolomit massive dolomite	širokopasovni/ broadband CMG 40T 3 komp./ comp	Q 730	07. 02. 2002
Ljubljana	LJU	46,04381	14,52776	396	karbonski peščenjaki sandstone	širokopasovni/ broadband CMG 40T 3 komp./ comp.	RD3 1639	22. 05. 1996
						širokopasovni/ broadband STS-2 3 komp./ comp. akcelometer/ accelerometer 3-komp./ comp. EpiSensor	Q 730	30. 03. 2001
Možjanca	MOZS	46,2941	14,4433	660	ploščasti apnec platy limestone	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-3ESPC	Q 730	07. 07. 2005
Pernice	PERS	46,63595	15,11666	795	blestnik schist	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-3ESPC_120s	Q 730	11. 12. 2002
Podkum	PKDS	46,06120	14,99770	679	dolomit dolomite	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-40TBH	Q 730	11. 11. 2002
Robič	ROBS	46,24447	13,50941	257	apnec limestone	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-3ESPC	Q 730	20. 11. 2002
Senovo	SENP	46,01988	15,47559	224	rečni sedimenti river sediment	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. Le-3D/5s akcel./ accelerometer 3-komp./ comp. EpiSensor	PR6	09. 07.-10.09. 2012
Skadanščina	SKDS	45,5464	14,0143	552	ploščati apnenci platy limestone	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. STS-2 akcel./ accelerometer 3-komp./ comp. EpiSensor	Q730	12. 04. 2006
Šmarjetna gora	SMAP	46,24295	14,33534	610	ploščasti apnec platy limestone	širokopasovni/ broadband 3-komp./ comp. CMG 40T	PR6	05. 03. 2010
								06. 12. 2012
Višnje	VISS	45,80329	14,83929	399	siv apnec limestone	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-3ESPC	Q 730	14. 08. 2003
Vojsko	VOJS	46,0322	13,8877	1072	zgornjetriasni dolomit dolomite	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-3ESPC	Q 730	30. 07. 2004
Vrh pri Dolskem	VNDS	46,1016	14,7014	531	kremenov peščenjak quartz sandstone	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG 3ESPBH	Q 730	18. 01. 2006
Zavodnje	ZAVS	46,4342	15,0246	749	granodiorit granodiorite	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. CMG-40T	Q 730	07. 09. 2004
Zgornji Tuhinj	ZGTE	46,22568	14,77213	589	dolomit dolomite	širokopasovni/ broadband 3 komp./ comp. Le-3D/5s akcel./ accelerometer 3-komp./ comp. EpiSensor	PR6	14. 12. 2012

Opazovalnice za beleženje močnih potresov

V letu 2012 je v okviru mreže potresnih opazovalnic za beleženje močnih potresov skupno delovalo šestnajst opazovalnic. Od tega je bilo enajst opazovalnic opremljenih z instrumenti Etna, ena z instrumentom K2, štiri pa so delovale v okviru državne mreže potresnih opazovalnic, kjer



Slika 2: Postavitev nove opreme na potresni opazovalnici BISS (foto: I. Tasič).

Figure 2: The instalation of the new equipment on seismic station BISS (photo: I. Tasič).



Slika 3: Namestitvev inštrumentov začasne potresne opazovalnice v Zdravstvenem domu v Senovem (foto: I. Tasič). Seizmološko opremo sestavljajo zajemalna enota tipa PR6, seizmometer tipa Lenartz-3D (modre barve) in pospeškometer tipa EpiSensor (črne barve).

Figure 3: Seismic instruments installed in Health centre in Senovo (photo: I. Tasič).

so na zajemalne enote Quanterra Q730 poleg seizmometrov priključeni tudi akcelerometri tipa EpiSensor (preglednica 2). Prenos podatkov z vseh opazovalnic za beleženje močnih potresov poteka samodejno z uporabo stacionarne ali GSM povezave. Inštrumenti, ki so del DMPO, beležijo tresenje tal neprekinjeno, drugi inštrumenti (Etna, K2) pa zabeležijo le dogodke, ki imajo pospešek tal večji od določenega praga (delujejo na prožilni način).

Vse leto 2012 je delovalo osem opazovalnic, opremljenih z inštrumenti Etna; na Bogenšperku, v Bovcu, Drežnici, na FGG (Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani), v Gotenici, Ilirski Bistrici, Krškem in Postojni. Opazovalnica Vogršček, opremljena z inštrumentom K2, je prav tako delovala vse leto. Te opazovalnice se nahajajo na istih lokacijah kot prejšnje leto (Sinčič in sod., 2012).

Podatki o času delovanja posameznih opazovalnic, njihovih oznakah, lokacijah in serijskih številkah so prikazani v preglednici 3.

Preglednica 3: Podatki o samostojnih opazovalnicah za beleženje močnih potresov, ki so v Sloveniji delovale v letu 2012.

Table 3: Freestanding strong motion stations operating in Slovenia in 2012.

opaz. station	ozn. code	zem. šir. latitude	zem. dol. longitude	n. viš. elev. [m]	senzor sensor type	zajemalna naprava acquisition unit	ser. številka serial number	merilni obseg full scale range	čas delovanja operational time
		°N	°E						
Bogenšperk	BOGE	46,0237	14,8572	422	FBA-23	Etna	1245	1 g	vse leto
Bovec	BOVC	46,3382	13,5543	455	FBA-23	Etna	1476	4 g	vse leto
Dolsko	DOLA	46,0938	14,6781	265	FBA-23	Etna	2133	2 g	do 21.5.2012
Drežnica	DRZN	46,2586	13,6126	544	EpiSensor	Etna	2134	2 g	vse leto
Gotenica	GOTE	45,6095	14,7464	670	FBA-23	Etna	1246	1 g	vse leto
Ilirska Bistrica	ILBA	45,5638	14,2445	404	FBA-23	Etna	810	1g	do 8.8.2012
Kobarid	KOBZ	46,2450	13,5818	240	EpiSensor	Etna	2133	2 g	od 24.5.2012
Krško (NEK)	NEK0	45,9391	15,5185	156	FBA-23	Etna	1334	2 g	vse leto
Lju - FGG	FAGG	46,0459	14,4944	295	FBA-23	Etna	6597	2 g	vse leto
Vogršček	VOGR	45,9057	13,7258	106	EpiSensor	K2	2228	2 g	vse leto
Postojna	POST	45,7755	14,2129	553	FBA-23	Etna	811	1 g	vse leto
Zgornji Tuhinj	ZGTE	46,2256	14,7721	589	FBA-23	Etna	6596	2 g	3.-4.12.2012
					EpiSensor	Etna	1477	4 g	4.-14.12.2012

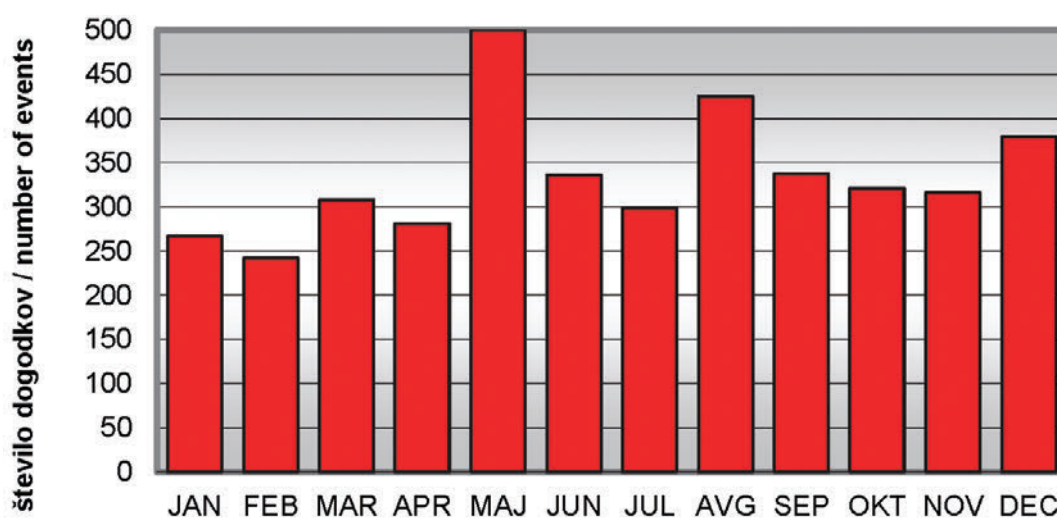
Število zabeleženih potresnih dogodkov

Slovenske potresne opazovalnice so v letu 2012 zabeležile 3239 potresov, od tega 1617 lokalnih potresov, 713 bližnjih in 909 oddaljenih (ARSO, 2012). Seizmografi so zapisali tudi 773 umetnih potresov (preglednica 4, sliki 4 in 5). Potresni dogodek je naravni ali umetni potres.

Preglednica 4: Potresi v letu 2012, zabeleženi na slovenskih potresnih opazovalnicah.

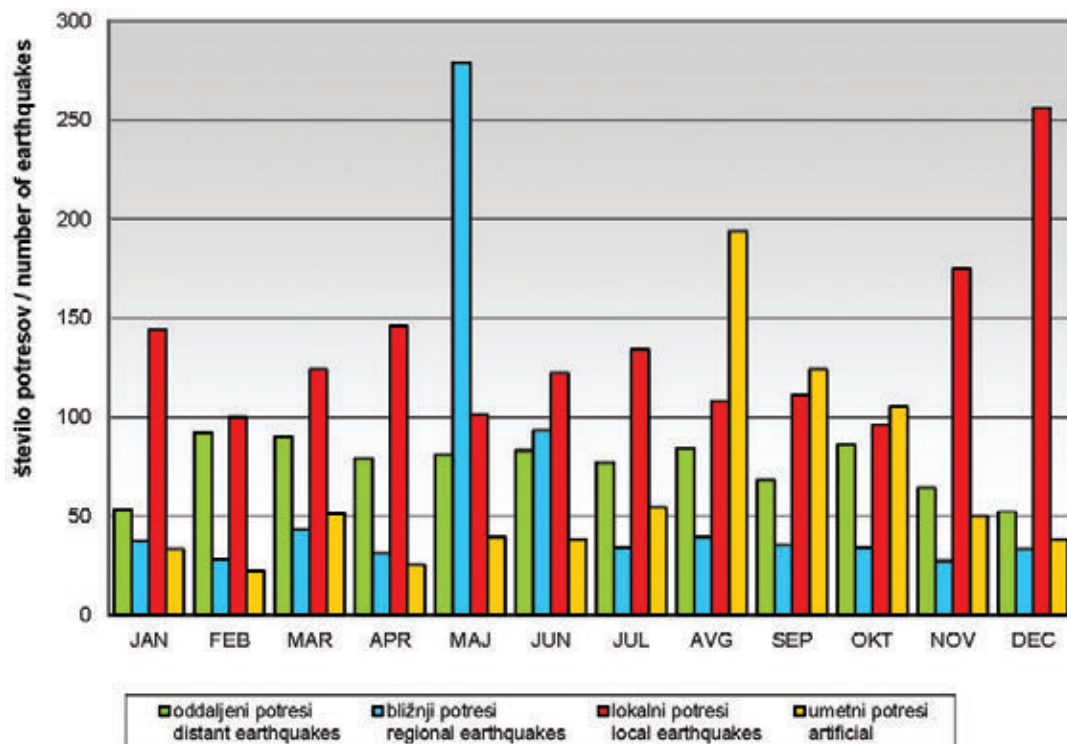
Table 4: Earthquakes in 2012 recorded by Slovenian earthquake stations.

mesec	oddaljeni potresi	regionalni potresi	lokalni potresi	naravni potresi	umetni potresi	dogodki
month	distant earthquakes	regional earthquakes	local earthquakes	earthquakes	artificial	events
januar January	53	37	144	234	33	267
februar February	92	28	100	220	22	242
marec March	90	43	124	257	51	308
april April	79	31	146	256	25	281
maj May	81	279	101	461	39	500
junij June	83	93	122	298	38	336
julij July	77	34	134	245	54	299
avgust August	84	39	108	231	194	425
september September	68	35	111	214	124	338
oktober October	86	34	96	216	105	321
november November	64	27	175	266	50	316
december December	52	33	256	341	38	379
skupaj Total	909	713	1617	3239	773	4012
legenda Legend	Legenda: Oddaljeni potresi / Distant earthquakes $\Delta > 10^\circ (> 1.100 \text{ km})$ Regionalni potresi / Regional earthquakes $1,5^\circ < \Delta < 10^\circ (< 1.100 \text{ km})$ Lokalni potresi / Local earthquakes $\Delta \leq 1,5^\circ (\leq 160 \text{ km})$ Δ oddaljenost v kotnih stopinjah 1° predstavlja približno 111,1 km					



Slika 4: Skupno število potresnih dogodkov po mesecih v letu 2012.

Figure 4: Monthly distribution of all earthquakes in 2012.



Slika 5: Število naravnih (oddaljenih, bližnjih in lokalnih posebej) in umetnih potresov po mesecih leta 2012.

Figure 5: Monthly distribution of earthquakes and artificial events in 2012.

Literatura

- Agencija Republike Slovenije za Okolje, 2012. Baza podatkov za potrese na ozemlju Slovenije leta 2012. Arhiv ARSO, Ljubljana.
- Mali, M., Tasič, I., Pančur, L., 2008. Vpliv brezprekinitvenega napajanja na delovanje potresne opazovalnice. Potresi v letu 2007 (ur. R. Vidrih), ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, 54-59.
- Mali, M., Tasič, I., 2011. Posodobitev potresnih opazovalnic CRNS, GCIS in JAVS. Potresi v letu 2010 (ur. A. Gosar), ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, 47-52.
- Mali, M., Pančur, L., Tasič, I., 2013. Samodejni nadzor delovanja GSM modemov. Potresi v letu 2012 (ur. A. Gosar), ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, 38-40.
- Sinčič, P., Tasič, I., Živčič, M., Prosen, T., 2012. Potresne opazovalnice v Sloveniji v letu 2012. Potresi v letu 2012 (ur. A. Gosar), ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, 9-16.
- Trnkoczy, A., Vidrih, R., 1986. Seizmološka stanica Vojsko (VOY) u SR Sloveniji. Acta seismologica Iugoslavica 12, 17-34.

Tamara Jesenko, Barbara Šket Motnikar, Mladen Živčić, Martina Čarman,
Tatjana Prosen

POTRESI V SLOVENIJI LETA 2012 EARTHQUAKES IN SLOVENIA IN 2012

Povzetek

Leta 2012 je bila potresna dejavnost v Sloveniji manjša kot prejšnje leto. Državna mreža potresnih opazovalnic je zabeležila 1618 potresov v Sloveniji ali bližnji okolici, 14 jih je imelo lokalno magnitudo večjo ali enako 2,0. Prebivalci so čutili vsaj 42 potresnih sunkov, dva sta v Sloveniji dosegla največjo intenziteto V EMS-98. Potres z največjo magnitudo se je zgodil 3. decembra ob 4.36 po univerzalnem koordiniranem času (UTC) oziroma ob 5.36 po srednjeevropskem času (SEČ) z nadžariščem pri Zgornjem Tuhinju. Njegova lokalna magnituda je bila 3,8, največji učinki pa so bili ocenjeni z intenziteto V EMS-98. Potres je povzročil na nadžariščnem območju na posameznih zgradbah manjše nekonstrukcijske poškodbe.

Abstract

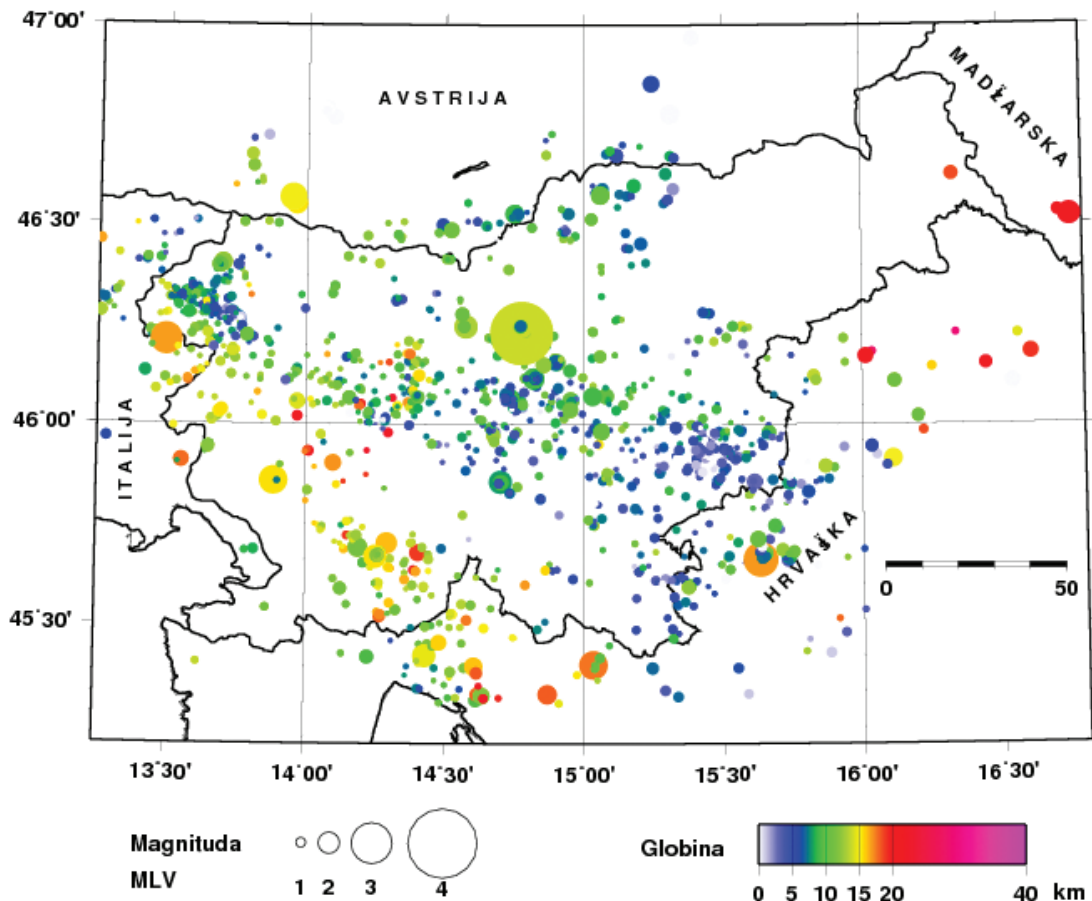
Earthquake activity in Slovenia in 2012 was lower than a year before. Seismic Network of the Republic of Slovenia (SNRS) recorded 1618 local earthquakes, fourteen with local magnitude higher or equal to 2.0. The inhabitants felt more than 42 earthquakes, two among them with maximum intensity V EMS-98. The strongest earthquake was on 3 December at 4.36 UTC (5.36 Central European time (CET)) with the epicentre near Zgornji Tuhinj. Its local magnitude was 3.8 (ARSO, 2012–2013) and the maximum intensity V EMS-98. In the epicentral area there was some slight non-structural damage to individual buildings.

Uvod

Potresna dejavnost v Sloveniji leta 2012 je bila manjša kot leto prej (ARSO, 2012–2013). Najmočnejši potres z lokalno magnitudo 3,8 se je zgodil pri Zgornjem Tuhinju 3. decembra ob 4.36 po svetovnem koordiniranem času (UTC) oziroma ob 5.36 po srednjeevropskem času (Godec in drugi, 2013). Največje učinke (V EMS-98) je dosegel v naseljih Gornji Grad, Bočna, Florjan, Lenart pri Gornjem Gradu, Ljubno pri Savinji, Litija, Rafolče, Velika Lašna in Kamnik. Kratica EMS-98 je okrajšava za Evropsko potresno lestvico (Grünthal, 1998a, 1998b), rimska številka pred njo pa pove stopnjo intenzitete. Leto 2012 so sicer zaznamovali številni močni potresi v severni Italiji, ki smo jih čutili tudi v Sloveniji.

Januarja so prebivalci čutili potrese na območju Trente, pri Litiji, Kamniku in v okolici Ajdovščine. Čutili so tudi dva potresa, ki sta imela žarišče pri Parmi v Italiji. Februarja se je zatreslo pri Kamniku, na območju Bovca in v bližini Žirovskega Vrha. Marca so se vrstili potresi pri Orešju, Smrečju, Čezsoči, Cesti in Vidmu. Aprila ni bilo potresov, ki bi jih prebivalci čutili. Maja so prebivalci čutili potres v bližini Pivke in vsaj šest potresov z žariščem na območju italijanske dežele Emilija - Romanja. Junija se je zatreslo pri Brežicah in Brestanici. Prebivalci so čutili tudi dva potresa z žariščem pri Modeni oz. Bellunu v Italiji. Julija sta bila dva šibka potresa pri Guntah. Avgusta so prebivalci čutili potres, ki se je zgodil na območju Breginjskega kota ob slovensko-italijanski meji. V začetku septembra se je zatreslo pri Kobaridu, oktobra pa v Trbovljah in v bližini Podkorna. Novembra so prebivalci čutili dva potresa na območju Tolmina. V začetku decembra se je zatreslo pri Dravogradu in, najmočnejše v tem letu, pri Zgornjem Tuhinju, konec meseca pa so se vrstili potresi na območju Pivke.

V preglednici 1 so osnovni podatki 14 lokalnih potresov z opredeljeno lokalno magnitudo, večjo ali enako 1,5, ter 12 drugih sicer šibkejših potresov, ki pa so jih prebivalci Slovenije čutili. Za vsak potres posebej so navedeni datum (leto, mesec, dan), žariščni čas po UTC (ura, minuta,



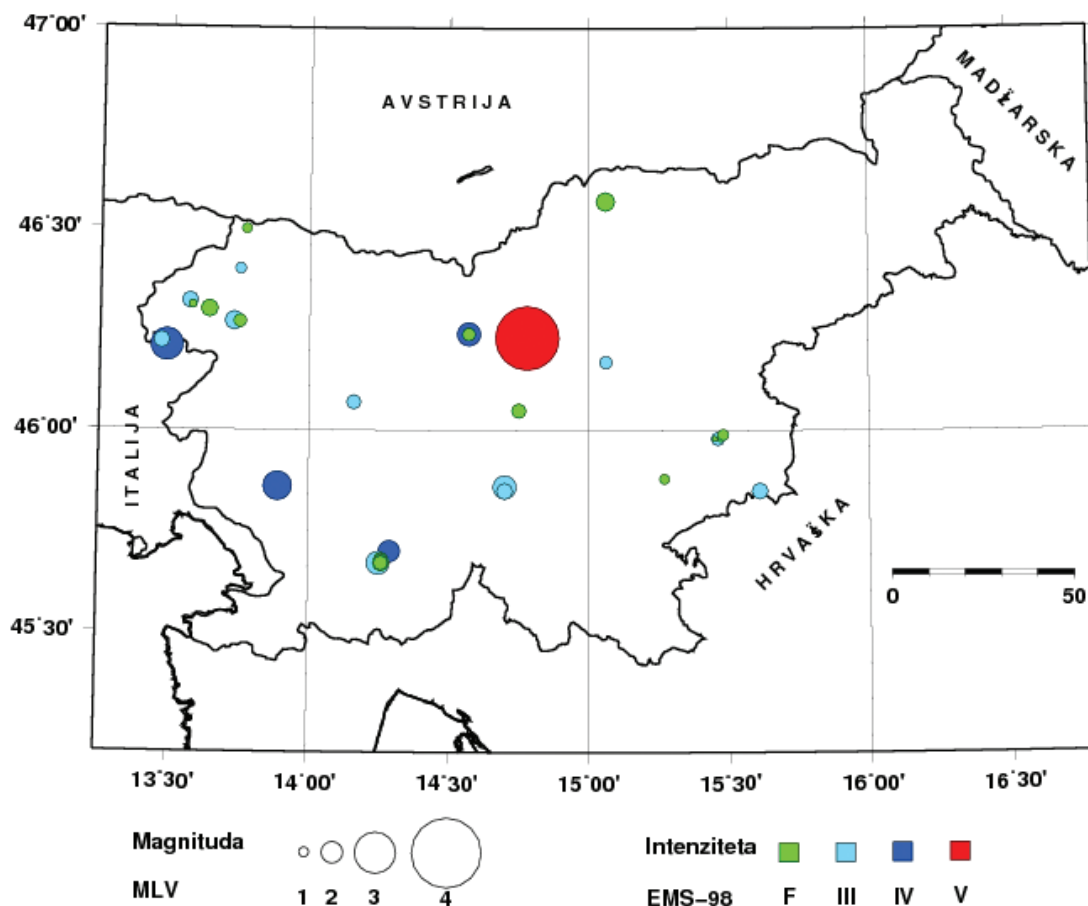
Slika 1: Nadžarišča potresov leta 2012, ki smo jim določili žariščni čas, koordinati nadžarišča in globino žarišča. Barva simbola ponazarja žariščno globino, njegova velikost pa vrednost lokalne magnitude MLV. Slika je bila narejena s programom GMT (Wessel in Smith, 1991, 1998).

Figure 1: Distribution of epicentres in 2012, whose hypocentral time, epicentral coordinates and focal depth were calculated; coloured symbols of varying sizes give information on focal depth and local magnitude MLV. Figure was made using GMT software (Wessel and Smith, 1991, 1998).

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. Če podatki niso zadoščali za nedvoumno določitev intenzitete, smo potresu pripisali razpon mogočih vrednosti (npr. IV–V). V stolpcu Potresno območje je ime naselja, ki je najbližje nadžarišču in je navedeno v seznamu naselij Geodetske uprave RS (RGU, 1995) ali za potrese v sosednjih državah najbližji večji kraj.

Za opredelitev osnovnih parametrov potresov, navedenih v preglednici 1, smo uporabili analize potresov, zapisanih na potresnih opazovalnicah državne mreže v Sloveniji (ARSO, 2012–2013) ter v Avstriji (ZAMG, 2012–2013), na Hrvaškem (GEOF-PMF, 2012–2013), v Italiji (OGS, 2012) in na Madžarskem (Tóth in sod., 2012). 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 (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 določili iz največje hitrosti navpične komponente nihanja tal (A/T v nm/s) na slovenskih opazovalnicah, in sicer po enačbi:



Slika 2: Nadžarišča potresov, ki so jih leta 2012 čutili prebivalci Slovenije. Barva simbola ponazarja največjo doseženo intenziteto v Sloveniji, njegova velikost pa vrednost lokalne magnitude MLV. Slika je bila narejena s programom GMT (Wessel in Smith, 1991, 1998).

Figure 2: Epicentres of earthquakes felt in Slovenia in 2012. Size of symbols represents local magnitude and colour represents maximum intensity reached in Slovenia. Figure was prepared 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 do potresne opazovalnice v kilometrih.

Seizmografi državne mreže potresnih opazovalnic so leta 2012 zaznali 1383 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, medtem ko označuje barva globino potresnega žarišča. Seizmografi so zapisali tudi vsaj 769 umetnih potresov (razstreljevanj ali posledic rudarske dejavnosti).

Prebivalci Slovenije so leta 2012 čutili vsaj 32 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 vsaj 10 potresov z žariščem v Italiji. Ti so naštetni v preglednici 2.

Preglednica 1: Seznam potresov leta 2012, ki imajo lokalno magnitudo večjo ali enako 1,5 in smo jim lahko izračunali žariščni čas, koordinati nadžarišča (epicentra) ter globino žarišča. Pri nekaterih potresih je navedena še največja intenziteta dosežena v Sloveniji. V preglednici je tudi 12 potresov sicer manjšo lokalno magnitudo, ki pa so jih prebivalci Slovenije čutili.

Table 1: List of earthquakes with $M_{LV} \geq 1.5$ in 2012 for which the hypocentral time, coordinates of the epicentre and the focal depth were calculated; the maximum intensity (in Slovenia) of felt earthquakes is also provided. Information about 12 earthquakes with magnitude lower than 1.5, that were felt by inhabitants of Slovenia, is also included.

datum	čas (UTC)	z. šir.	z. dolž.	h	nst	RMS	M_{LV}	I_{max}	potresno območje
	hh:mm:ss	°N	°E	km		s		EMS 98	
date	time (UTC)	lat	lon	h	nst	RMS	M_{LV}	I_{max}	epicentral area
	hh:mm:ss	°N	°E	km		s		EMS 98	
4. 1. 2012	22:12:32,3	46,40	13,75	5	31	0,5	1,2	III	Trenta
6. 1. 2012	20:32:04,3	46,05	14,75	9	35	0,3	1,5	čutili	Koške Poljane
7. 1. 2012	15:17:09,3	46,24	14,57	13	59	0,4	2,1	IV	Vrhovje
8. 1. 2012	3:10:00,1	45,40	15,03	18	45	0,4	2,4		Komleniči, Hrvaška
21. 1. 2012	9:53:09,7	45,42	14,23	9	22	0,5	1,5		Žejane, Hrvaška
30. 1. 2012	3:01:07,2	45,86	13,89	16	63	0,5	2,4	IV	Tevče
30. 1. 2012	17:48:10,6	46,06	14,95	10	31	0,5	1,7		Polšnik
1. 2. 2012	1:05:41,8	46,24	14,57	11	24	0,3	1,3	čutili	Vrhovje
4. 2. 2012	4:46:49,8	46,53	14,75	9	20	0,4	1,8		Ruttach, Avstrija
4. 2. 2012	22:06:06,3	46,32	13,57	8	21	0,3	1,6	III	Čezsoča
5. 2. 2012	11:48:50,5	46,53	14,75	9	13	0,3	1,5		Ruttach, Avstrija
9. 2. 2012	11:18:27,3	45,68	14,40	19	38	0,5	1,7		Škodovnik
18. 2. 2012	18:50:33,8	45,85	15,74	8	28	0,5	1,5		Samoborski Otok, Hrvaška
20. 2. 2012	1:10:03,8	46,63	16,33	19	18	0,5	1,5		Turnišče
20. 2. 2012	9:36:00,9	46,28	14,56	11	33	0,4	1,5		Klemenčevo
29. 2. 2012	22:42:12,3	46,07	14,16	11	39	0,5	1,5	III	Žirovski Vrh nad Zalo
4. 3. 2012	4:14:18,2	45,88	15,27	7	20	0,4	1,1	čutili	Orešje
10. 3. 2012	23:58:33,2	46,27	13,73	8	46	0,5	1,8	III	Mahavšček
12. 3. 2012	1:44:30,3	46,55	13,96	16	59	0,5	2,0		Dobernigg, Avstrija
17. 3. 2012	18:03:36,9	45,86	14,70	8	46	0,5	2,1	III	Cesta
17. 3. 2012	23:50:31,3	45,85	14,70	9	33	0,5	1,6		Videm
29. 3. 2012	14:37:13,4	45,91	13,55	18	29	0,4	1,6		Mainizza, Italija
5. 4. 2012	11:04:50,5	45,90	14,10	17	28	0,3	1,7		Javornik
21. 4. 2012	16:27:36,9	45,38	15,31	0	6	0,1	1,5		Gašparovići, Hrvaška
10. 5. 2012	3:20:26,1	45,70	14,29	16	41	0,4	2,0	III	Palčje
15. 5. 2012	19:21:08,6	45,42	14,43	15	36	0,5	2,1		Kukuljani, Hrvaška
7. 6. 2012	2:36:58,5	46,06	13,97	14	32	0,5	1,6		Idrijske Krnice
12. 6. 2012	5:06:19,6	45,85	15,61	3	42	0,5	1,6	III	Gabrovica
18. 6. 2012	1:02:54,9	46,07	15,08	10	41	0,5	1,6		Mali Kum
21. 6. 2012	4:50:05,0	45,39	14,61	16	17	0,4	1,8		Mrzla Vodica, Hrvaška
24. 6. 2012	8:05:49,4	45,59	15,37	12	11	0,5	1,5		Breznik, Hrvaška
30. 6. 2012	7:02:17,4	45,98	15,46	3	31	0,5	1,4	III	Dunaj pri Krškem

datum	čas (UTC)	z. šir.	z. dolž.	h	nst	RMS	M _{LV}	I _{max}	potresno območje
	hh:mm:ss					°N		°E	
date	time (UTC)	lat	lon	h	nst	RMS	M _{LV}	I _{max}	epicentral area
	hh:mm:ss					°N		°E	
2. 7. 2012	2:06:54,1	45,98	15,47	0	10	0,3	0,4	zvok	Gunte
2. 7. 2012	21:24:53,2	45,98	15,45	0	6	0,2	0,1	zvok	Gunte
11. 7. 2012	5:55:18,4	45,75	15,68	9	25	0,5	1,5		Kotari, Hrvaška
24. 7. 2012	15:29:11,3	46,32	13,59	10	49	0,4	2,0		Kal-Koritnica
10. 8. 2012	17:01:52,9	46,49	14,52	11	6	0,3	1,6		Ebriach, Avstrija
19. 8. 2012	7:30:45,1	46,07	14,74	9	34	0,6	1,5		Zgornja Jevnica
20. 8. 2012	12:30:57,3	45,97	14,67	13	23	0,5	1,5		Mala Stara vas
23. 8. 2012	3:13:23,5	46,22	13,47	12	42	0,4	1,6	čutili	Mija, meja Slovenija-Italija
28. 8. 2012	16:19:18,5	45,98	15,66	10	23	0,5	1,5		Brezje pri Bojsnem
3. 9. 2012	11:01:21,6	46,21	13,49	17	75	0,4	2,6	III	Robič, meja Slovenija-Italija
8. 9. 2012	20:31:05,8	45,66	15,63	17	50	0,4	2,7		Jastrebarsko, Hrvaška
16. 9. 2012	20:52:36,8	45,98	15,06	10	37	0,5	1,7		Ravnik
28. 9. 2012	1:36:38,7	46,26	13,75	7	54	0,5	1,8		Tolminske Ravne
29. 9. 2012	15:29:01,7	46,12	14,83	7	27	0,4	1,5		Slivna
7. 10. 2012	19:32:29,7	46,40	13,70	12	36	0,4	1,8		Zadnja Trenta
7. 10. 2012	23:11:36,2	46,40	13,69	11	30	0,3	1,6		Vršac
9. 10. 2012	18:58:25,9	46,17	15,06	11	31	0,3	1,3	III-IV	Gabrsko
11. 10. 2012	13:43:42,8	45,69	14,19	11	38	0,4	1,9		Gradec
13. 10. 2012	17:36:21,5	46,50	13,77	11	16	0,4	1,1	III	Podkoren
15. 10. 2012	13:16:59,5	46,16	14,90	11	38	0,5	1,7		Briše
15. 10. 2012	14:14:31,2	46,16	14,90	7	34	0,5	1,6		Briše
5. 11. 2012	6:40:33,1	46,27	13,75	4	16	0,5	1,3	čutili	Tolminske Ravne
5. 11. 2012	7:29:16,4	46,26	13,75	3	14	0,4	1,5		Tolminske Ravne
5. 11. 2012	8:06:02,0	46,30	13,64	7	38	0,5	1,7	čutili	Lepena
6. 11. 2012	23:39:16,4	46,17	16,01	21	13	0,1	1,6		Gregurovec, Hrvaška
9. 11. 2012	23:08:00,0	46,07	15,03	9	41	0,5	1,8		Podkum
11. 11. 2012	2:48:34,4	46,15	14,85	12	24	0,4	1,6		Vrh pri Mlinšah
26. 11. 2012	12:16:10,5	46,78	15,31	0	7	0,2	1,9		St. Martin im Sulmtal, Avstrija
2. 12. 2012	22:45:43,5	46,57	15,06	10	16	0,4	1,8	čutili	Otiški Vrh
3. 12. 2012	4:36:00,6	46,23	14,78	14	81	0,6	3,8	V	Zgornji Tuhinj
3. 12. 2012	12:05:40,8	46,24	14,78	14	28	0,5	1,6		Zgornji Tuhinj
8. 12. 2012	1:14:45,7	46,60	15,18	8	5	0,1	1,5		Vuzenica
10. 12. 2012	17:01:19,2	46,04	14,95	11	35	0,3	1,6		Ljubež v Lazih
21. 12. 2012	18:34:16,4	46,22	13,79	11	36	0,5	1,5		Tolminske Ravne
22. 12. 2012	10:42:23,9	45,71	15,62	10	30	0,5	1,6		Gorica Svetojanska, Hrvaška
22. 12. 2012	13:30:28,8	45,90	15,87	13	32	0,5	1,5		Poljanica Bistranska, Hrvaška
23. 12. 2012	21:43:16,0	45,45	14,48	16	21	0,3	1,6		Fratar, Hrvaška
25. 12. 2012	13:10:46,7	46,57	13,95	15	43	0,4	2,3		Oberferlach, Avstrija

datum	čas (UTC)	z. šir.	z. dolž.	h	nst	RMS	M _{LV}	I _{max}	potresno območje
	hh:mm:ss	°N	°E	km		S		EMS 98	
date	time (UTC)	lat	lon	h	nst	RMS	M _{LV}	I _{max}	epicentral area
	hh:mm:ss	°N	°E	km		S		EMS 98	
25. 12. 2012	17:01:33,7	46,52	16,76	21	24	0,5	2,1		Bázakerettya, Madžarska
28. 12. 2012	22:13:41,0	45,68	14,26	15	24	0,3	1,4	čutili	Palčje
28. 12. 2012	23:33:22,2	45,68	14,26	13	24	0,3	1,2	čutili	Palčje
29. 12. 2012	0:57:29,8	45,67	14,26	15	33	0,3	1,6	čutili	Palčje
29. 12. 2012	1:02:37,0	45,67	14,25	16	46	0,4	2,1	III	Palčje
29. 12. 2012	1:27:28,5	45,67	14,26	13	9	0,3	1,0	čutili	Palčje
29. 12. 2012	1:48:40,2	45,67	14,26	12	17	0,3	1,5	čutili	Palčje

Preglednica 2: Seznam potresov, ki so jih prebivalci Slovenije leta 2012 čutili, a imajo nadžarišča v drugih državah.

Table 2: List of earthquakes with epicentres in other countries that were felt by the inhabitants of Slovenia in 2012.

datum	čas (UTC)	intenziteta	potresno območje
	h:min	EMS-98	
date	time (UTC)	intensity	epicentral area
	h:min	EMS-98	
25. 1. 2012	8:06	čutili	Parma, Italija
27. 1. 2012	14:53	IV	Parma, Italija
20. 5. 2012	2:03	IV–V	Bologna, Italija
20. 5. 2012	2:35	čutili	Bologna, Italija
20. 5. 2012	3:02	II	Bologna, Italija
29. 5. 2012	7:00	V	Modena, Italija
29. 5. 2012	10:55	III	Modena, Italija
29. 5. 2012	14:39	III	Modena, Italija
3. 6. 2012	19:20	III–IV	Modena, Italija
9. 6. 2012	2:04	IV	Belluno, Italija

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

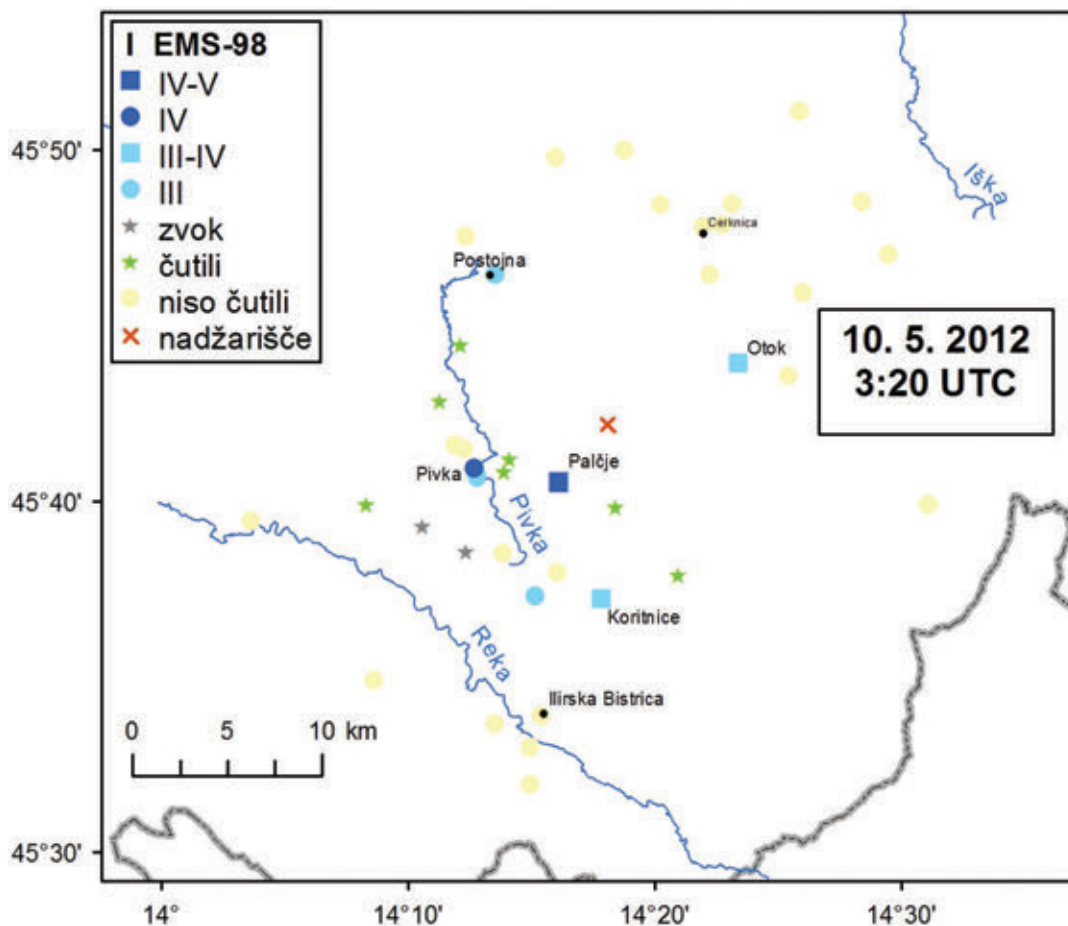
V letu 2012 so prebivalci v Sloveniji čutili vsaj 42 potresov. Opisani so tisti, ki so dosegli največje učinke vsaj IV EMS-98. Dva potresa sta ocenjena z intenziteto V EMS-98, dva potresa s IV–V EMS-98, pet potresov pa z intenziteto IV EMS-98. Za tri najmočnejše potrese smo izdelali karte intenzitete (slike 3–5) z vrisanim instrumentalno določenim nadžariščem. Intenziteta potresa v posameznem naselju je ocenjena na podlagi makroseizmičnih vprašalnikov, ki jih po potresu pošljemo prostovoljnimi opazovalcem, ter elektronskih vprašalnikov, ki jih opazovalci izpolnijo na naši spletni strani (<http://www.arso.gov.si/potresi/vprašalnik>). Na sliki 6 so prikazana vsa naselja, od koder smo dobili podatke, da so ljudje čutili učinke katerega izmed teh 42 potresov, barva in oznaka na sliki pa opredeljujeta največjo intenziteto, doseženo v tem naselju leta 2012. V nadaljnjih opisih so vse navedene magnitude lokalne magnitude, razen pri italijanskih potresih, pri katerih navajamo ali navorno ali lokalno magnitudo, povzeto po EMSC (European-Mediterranean Seismological Centre).

7. januar 2012 ob 15.17 po UTC. Potres z nadžariščem v okolici Kamnika in magnitudo 2,1 je dosegel največje učinke (IV EMS-98) v Lanišah in Mostah pri Komendi. Potres so močno občutili tudi v Kamniku in Tunjicah (III–IV EMS-98), z intenziteto III EMS-98 pa v Zalogu pri Cerkljah, Mengšu, Spodnjih Stranjah, Podgorju in na Križu. Zaznali so ga tudi na Gori pri Komendi.

27. januar 2012 ob 14.53 po UTC. Nadžarišče potresa z navorno magnitudo (MW) 5,0 po EMSC je bilo 45 km jugozahodno od Parme v severni Italiji, čutili pa so ga tudi na Primorskem in v osrednji Sloveniji. V Čepovanu, od koder so poročali o lasasti razpoki v ometu ene zgradbe, je ocenjena intenziteta IV EMS-98. Dva dni prej (25. januarja) se je ob 8.06 po UTC na istem območju zgodil še en potres z navorno magnitudo 4,9 po EMSC, ki so ga čutili tudi v Ljubljani.

30. januar 2012 ob 3.01 po UTC. Nekaj dni pozneje se je na Primorskem spet zatreslo. Potres magnitude 2,4 pri Ajdovščini so najbolj občutili domačini in prebivalci okoliških naselij Vrtovin, Lokavec, Dobravlje, Plače in Višnje (IV EMS-98). Poročila o potresu smo dobili še iz Manč, Vrtovč, Vipave, Vrhpolja pri Vipavi, Šempasa, Idrije, Kobjeglave in iz Ustij pri Ajdovščini.

10. maj 2012 ob 3.20 po UTC (slika 3). Potres z magnitudo 2,0 v bližini naselja Palčje je prebudil številne domačine (intenziteta IV–V) in prebivalce Pivke, Koritnic ter Otoka. Poleg tresenja so poročali predvsem o zvoku, ki so ga opisali kot grmenje, približevanje težkega tovornjaka, udarec v steno ali bobnenje. Potres so zaznali v naseljih med Postojno in Ilirsko Bistrico. V bližini tega potresa se je ob koncu leta (28. in 29. decembra) zgodil niz šibkejših potresov magnitude od 1,0 do 2,1. Občani so nam poročali, da so v teh dveh dneh čutili šest potresnih sunkov.



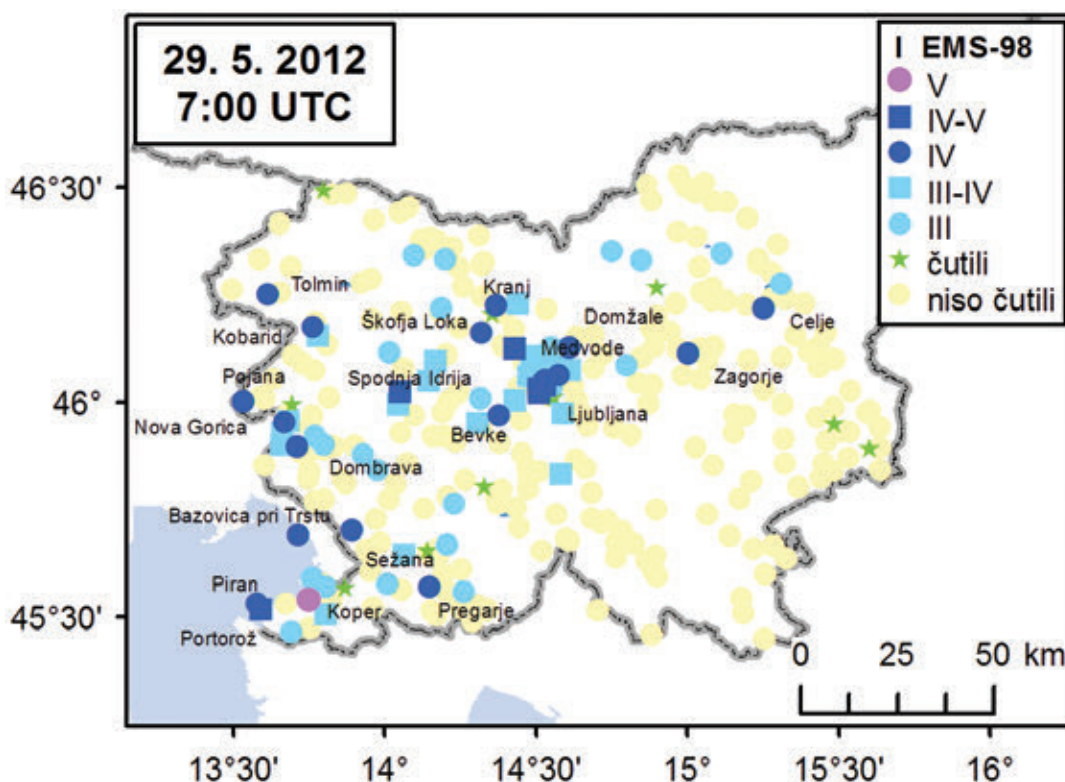
Slika 3: Intenziteta potresa 10. maja 2012 ob 3.20 po UTC v posameznih naseljih.

Figure 3: Intensity of earthquake on 10 May 2012 at 3.20 UTC in individual settlements.

20. maj 2012 ob 2.03 po UTC. V nizu številnih močnih potresov v severnoitalijanski deželi Emilija - Romanja so jih vsaj 9 čutili tudi v Sloveniji. Najmočnejši z navorno magnitudo 6,1 po EMSC in z nadžariščem pri Bologni je prebudil in prestrašil prebivalce večjega dela Slovenije, le v severovzhodnem delu države potresa niso zaznali. Največji učinki so bili v Kopru (IV–V EMS-98), območje intenzitete IV EMS pa obsega celotno Primorsko, Notranjsko in osrednjo Slovenijo.

Vprašalnik o potresu smo poslali 617 prostovoljnim opazovalcem. Čutilo ga je 215 vprašanih, 335 potresa ni zaznalo, še 125 oseb pa je izpolnilo vprašalnik na naši spletni strani. Po najmočnejšem potresu sta se ob 2.35 ter ob 3.02 po UTC zgodila še dva sunka (prvi z lokalno magnitudo 4,0 in drugi z navorno magnitudo 5,2 po EMSC), ki so ju zaznali tudi v Sloveniji.

29. maj 2012 ob 7.00 po UTC (slika 4). Potres pri Modeni (Italija) je imel le malo manjšo navorno magnitudo po EMSC (5,8) kot tisti pri Bologni pred dobrim tednom. Tudi tokrat so bili v Sloveniji največji učinki v Kopru (V EMS-98), potres pa so čutili vse do Celja. Prejeli smo številne zanimive opise poročevalcev: »Valovanje tal kot na ladji, 5 sekund« (Savsko naselje, Ljubljana); »Slišala sem zvok, podoben grmenju in čutila majanje. Sprva sem mislila, da se mi vrti« (Ljubljana); »Večini ljudi je postalo slabo zaradi vrtoglavice ob nihanju« (Nove Jarše, Ljubljana); »Maček ni hotel ležati pri meni, kar je del najinega jutranjega crkljanja – šel je ven, deloval je nekako prestrašeno« (Škofljica); »Z dreves se je vlila voda, ker so bili listi mokri od nočnega dežja« (Pregarje pri Obrovu). Ta dan so v Sloveniji čutili še dva popotresa, ob 10.55 po UTC (navorna magnituda 5,5 po EMSC) ter ob 14.39 po UTC (lokalna magnituda 4,0 po EMSC). Tudi v naslednjih dneh in tednih se tla še niso umirila. Ponovno se je močnejše streslo 3. junija ob 19.20 po UTC (okolica Modene, navorna magnituda 4,9 po EMSC) in 9. junija ob 2.04 po UTC (okolica Belluna, navorna magnituda 4,0 po EMSC).

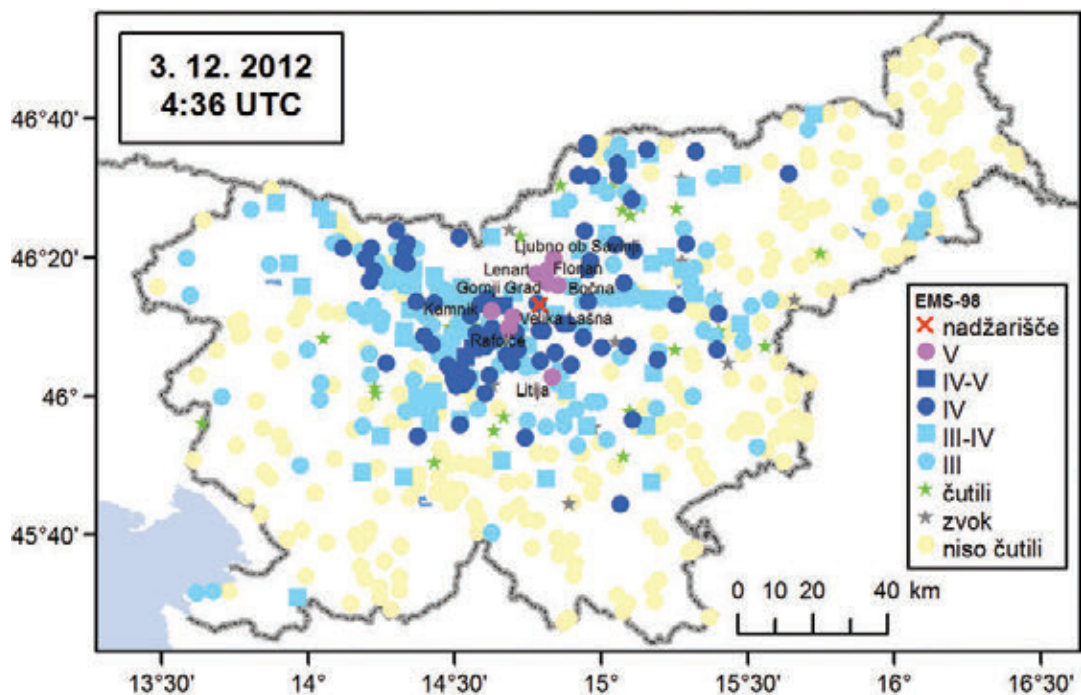


Slika 4: Intenziteta potresa 29. maja 2012 ob 7.00 po UTC v posameznih naseljih

Figure 4: Intensity of earthquake on 29 May 2012 at 7.0 UTC in individual settlements.

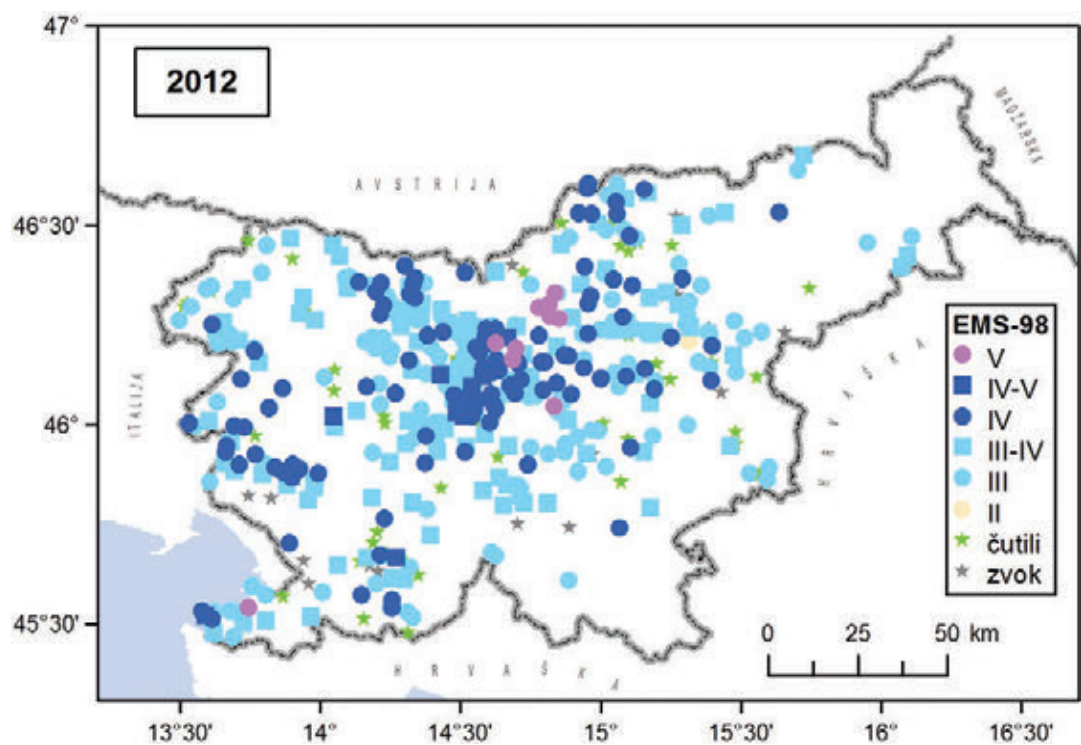
3. september 2012 ob 11.01 po UTC. Potres na območju Breginjskega kota je imel magnitudo 2,6 in nadžarišče v Italiji, tik ob meji v bližini Robiča. V Kobaridu in Dolenji Trebuši (ocenjena intenziteta IV EMS-98) so na zgradbi opazili lasaste razpoke, v bližnjih hribovitih predelih pa so opazili manjše zdrse zemljin. Potres so čutili tudi v naseljih Kamno, Idriško, Srpenica, Doblar, Mlinsko, Livek, Vrsno, Stanovišče, Bovec in Lepena, seveda pa tudi v številnih naseljih na italijanski strani meje.

3. december 2012 ob 4.36 po UTC (slika 5). Najmočnejši potres leta 2012 v Sloveniji je imel magnitudo 3,8, nadžarišče pa je bilo pri Zgornjem Tuhinju. Na posameznih slabo grajenih zgradbah



Slika 5: Intenziteta potresa 3. decembra 2012 ob 4.36 po UTC v posameznih naseljih

Figure 5: Intensity of earthquake on 3 December 2012 at 4.36 UTC in individual settlements.



Slika 6: Največja intenziteta potresa v posameznem naselju v letu 2012

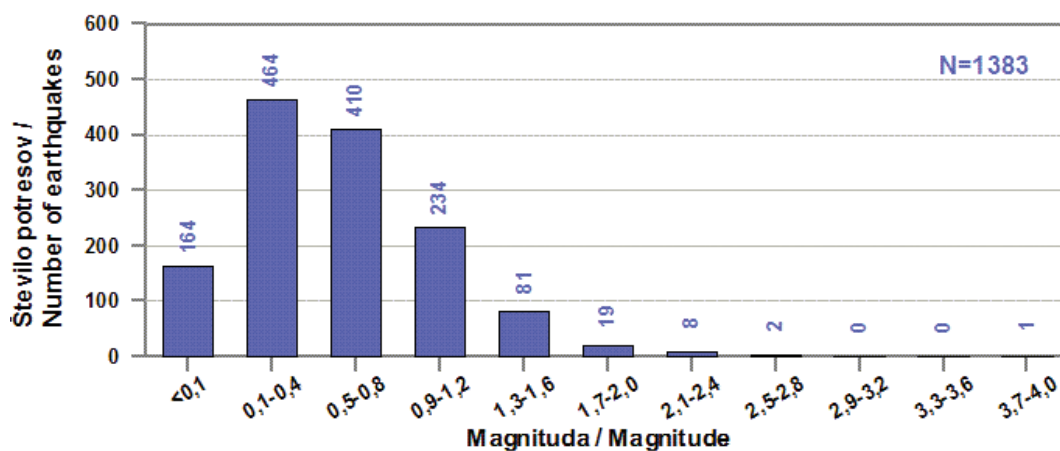
Figure 6: The largest intensity in respective settlements in year 2012.

na širšem nadžariščnem območju so nastale manjše nekonstrukcijske poškodbe: lasaste ali globoke razpoke v ometu, odpadanje koščkov ometa, razširitev in poglobitev obstoječih poškodb, odpadanje strešnikov ter razpoke ob dimniku. Poškodbe so popisali v Gornjem Gradu, Bočni, Florjanu, Lenartu pri Gornjem Gradu, v Ljubnem pri Savinji, Litiji, Rafolčah in Veliki Lašni. V

vseh naštetih naseljih kot tudi v Kamniku so bili učinki V EMS-98, poročilo o lasastih razpokah pa smo prejeli celo iz Velenja in Ljubljane. Učinke IV EMS-98 smo ocenili v polmeru približno 50 km od nadžarišča. Posamezna obvestila o zaznavanju potresa so prišla iz vseh slovenskih pokrajin, po podatkih seizmologov iz Avstrije in Italije so ga čutili do okrog 170 km daleč od nadžarišča. Potres je podrobneje opisan v posebnem članku (Godec in sod. 2013).

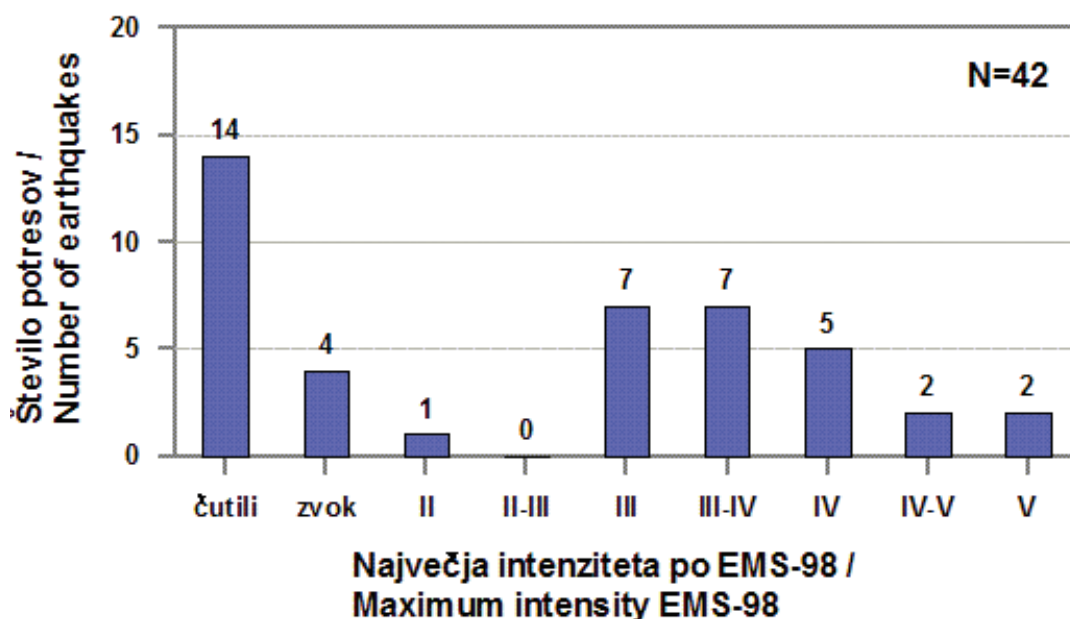
Sklepne misli

Potresna dejavnost v Sloveniji leta 2012 je bila glede na leto prej manjša, saj je bilo zabeleženih 300 lokalnih potresov manj (Jesenko in drugi, 2012). Povprečje za obdobje 2003–2012, ko deluje nova državna mreža potresnih opazovalnic, je 2324 lokalnih potresov na leto. Histogram na sliki 7 kaže porazdelitev lokalne magnitude (M_{LV}), ki smo jo določili 1383 potresom. 98 odstotkov teh potresov je imelo lokalno magnitudo manjšo od 1,7.



Slika 7: Porazdelitev potresov v Sloveniji leta 2012 glede na magnitudo MLV

Figure 7: Distribution of earthquakes in Slovenia in 2012 with respect to MLV magnitude.

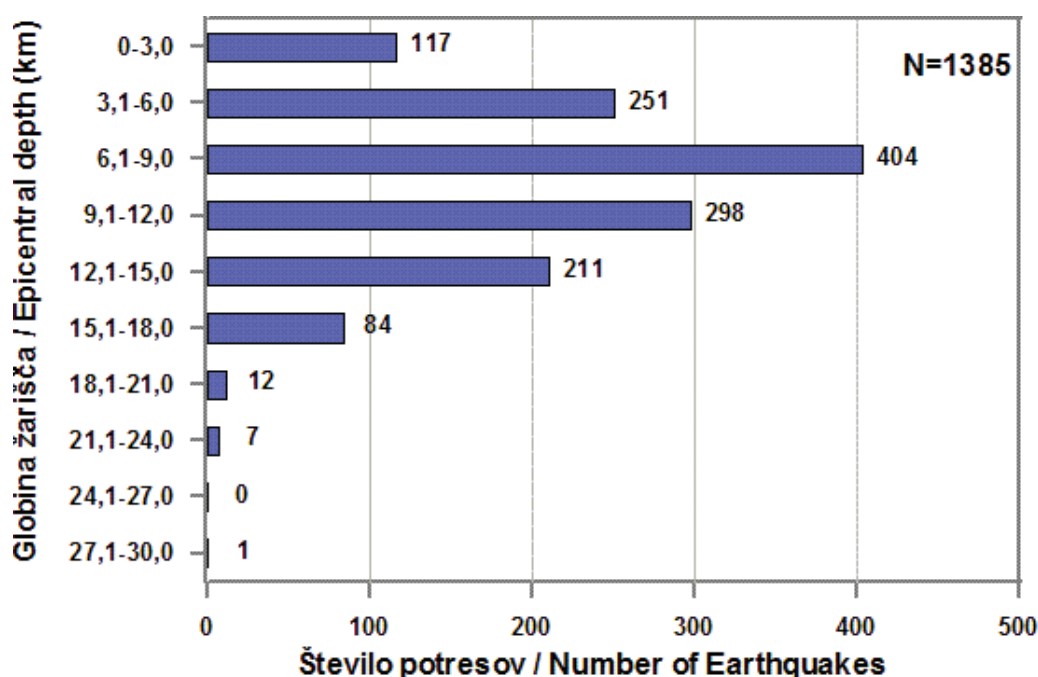


Slika 8: Porazdelitev potresov v Sloveniji leta 2012 glede na največjo intenziteto EMS-98

Figure 8: Distribution of earthquakes in Slovenia in 2012 with respect to maximum EMS-98 intensity.

Makroseizmični podatki za potrese bi bili zelo pomanjkljivi ali celo nedostopni, če nam pri tem delu ne bi pomagali številni prostovoljni opazovalci (leta 2012 jih je bilo aktivnih več kot 4750), za kar se jim najlepše zahvaljujemo. Prostovoljnimi opazovalci smo leta 2012 razposlali 3736 makroseizmičnih vprašalnikov za 19 potresov, poleg tega smo prejeli še 596 izpolnjenih spletnih vprašalnikov. V Sloveniji so prebivalci čutili vsaj 42 potresov (sliki 2 in 6). Dva potresa sta dosegla intenziteto V EMS-98, dva potresa IV-V EMS-98, pet potresov IV EMS-98, sedem potresov III-IV EMS-98, sedem potresov III EMS-98, en potres pa intenziteto II EMS-98. Preostale potrese (18) so opazovalci le zaznali (14) ali slišali bobnenje (4) in jim zato ni bilo mogoče določiti intenzitete (slika 8).

Porazdelitev potresov glede na globino žarišč (slika 9) kaže, da je imela večina od 1385 potresov na območju Slovenije in bližnje okolice žarišča do globine 24 km. 92 odstotkov potresov se je zgodilo na globini med 3,1 in 15 km, 84 potresov je imelo žarišče v globini med 15,1 in 18 km, 20 potresom pa smo opredelili žariščno globino večjo od 18 km.



Slika 9: Porazdelitev potresov leta 2012 glede na globino žarišča (v kilometrih)

Figure 9: Distribution of earthquakes in Slovenia in 2012 with respect to focal depth (in kilometres).

Tudi leta 2012 smo pri zbiranju in izmenjavi podatkov sodelovali s seizmologi iz sosednjih držav, ki se jim zahvaljujemo za poslane makroseizmične podatke.

Viri in literatura

- ARSO, 2012-2013. Preliminarni tedenski seizmološki bilteni za 2012. Arhiv Agencije RS za okolje, Ljubljana.
- Godec, M., Čarman, M., Šket Motnikar, B., Živčič, M., 2013. Potres 3. decembra 2012 pri Zgornjem Tuhinju. *Ujma*, 27.
- 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.
- Grünthal, G. (ur.), 1998b. 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_english_pdf (Uporabljeno 22. 4. 2013).

- GEOF-PMF, 2012–2013. Data reports (online). Geofizički odsjek Prirodoslovno-Matematičnog Fakulteta, Zagreb, Hrvatska. Dostopno na naslovu: <http://www.isc.ac.uk/cgi-bin/collect?Days=&yyyy=Year&mm=Mon&Reporter=ZAG> (uporabljeno 30. 4. 2013).
- Jesenko, T., Šket Motnikar, B., Živčić, M., Čarman, M., Zupančič, P., Cecić, I., 2012. Potresi v Sloveniji leta 2011. Potresi v letu 2011 (ur. dr. A. Gosar), Agencija RS za okolje Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, 17–30.
- 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.
- 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.
- Michellini, A., Živčić, M., in Suhadolc, P., 1998. Simultaneous inversion for velocity structure and hypocenters in Slovenia. *Journal of Seismology*, 2(3), 257–265.
- OGS (Osservatorio Geofisico Sperimentale), 2012. Bolletino della Rete Sismometrica del Friuli Venezia Giulia. OGS, Centro ricerche sismologiche, Udine, computer file.
- RGU (Republiška geodetska uprava), 1995. Centroidi naselij (geografske koordinate), računalniški seznam.
- Tóth, L., Mónus, P., Zsíros, T., Zsíros T., Kiszely, M., in Czifra, T., 2012. Hungarian Earthquake Bulletin 2012. *GeoRisk*, Budapest, 2013.
- Wessel, P., in Smith, W. H. F., 1991. Free software helps map and display data. *Eos, Trans. Amer. Un.*, Vol. 72 (441), pp. 445–446.
- Wessel, P., in Smith, W. H. F., 1998. New, improved version of the Generic Mapping Tools released. *EOS Trans. AGU*, Vol. 79, p. 579.
- ZAMG, 2012–2013. Preliminary bulletin of regional and teleseismic events recorded with ZAMG-stations in Austria. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
- 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.

Izidor Tasič, Marko Mali, Luka Pančur, Peter Sinčič, Igor Pfundner, Bojan Uran,
Jože Prosen

DELOVANJE DRŽAVNE MREŽE POTRESNIH OPAZOVALNIC V LETU 2012 SEISMIC NETWORK OPERATION IN SLOVENIA IN 2012

Povzetek

V prispevku so podani rezultati analize delovanja Državne mreže potresnih opazovalnic (DMPO) v letu 2012. Strnjeno so povzeti vsi pomembnejši dogodki in posodobitve, ki so vplivali na delovanje DMPO in predstavljeni glavni parametri, ki opisujejo zanesljivost delovanja DMPO. Podajamo število prekinitev komunikacije s posamezno potresno opazovalnico (izpad) glede na njihovo trajanje. Za najdaljši izpad na posamezni potresni opazovalnici smo opisali tudi njegov vzrok. Podajamo tudi časovne intervale, znotraj katerih ni delovalo po več potresnih opazovalnic hkrati ter razloge za omenjeno nedelovanje. Na osnovi rezultatov analize redno poteka tudi razvoj in izvedba posodobitev, ki prispevajo k boljšemu in zanesljivejšemu delovanju DMPO.

Abstract

The results of analysis of operation of Seismic Network of the Republic of Slovenia (SNRS) in 2012 are presented in this article. The main upgrades and events that have influenced the operating quality of SNRS are presented. We were interested in the number and lengths of out-of-operation periods (OOOP) for all seismic stations. The analysis of causes of the longest OOOP for particular seismic station was made. Some parameters that illustrate the functioning of the whole seismic network are presented. The time intervals when more seismic stations were not operating simultaneously are calculated and presented. The analysis is used for several improvements, contributing to better and more reliable operation of SNRS.

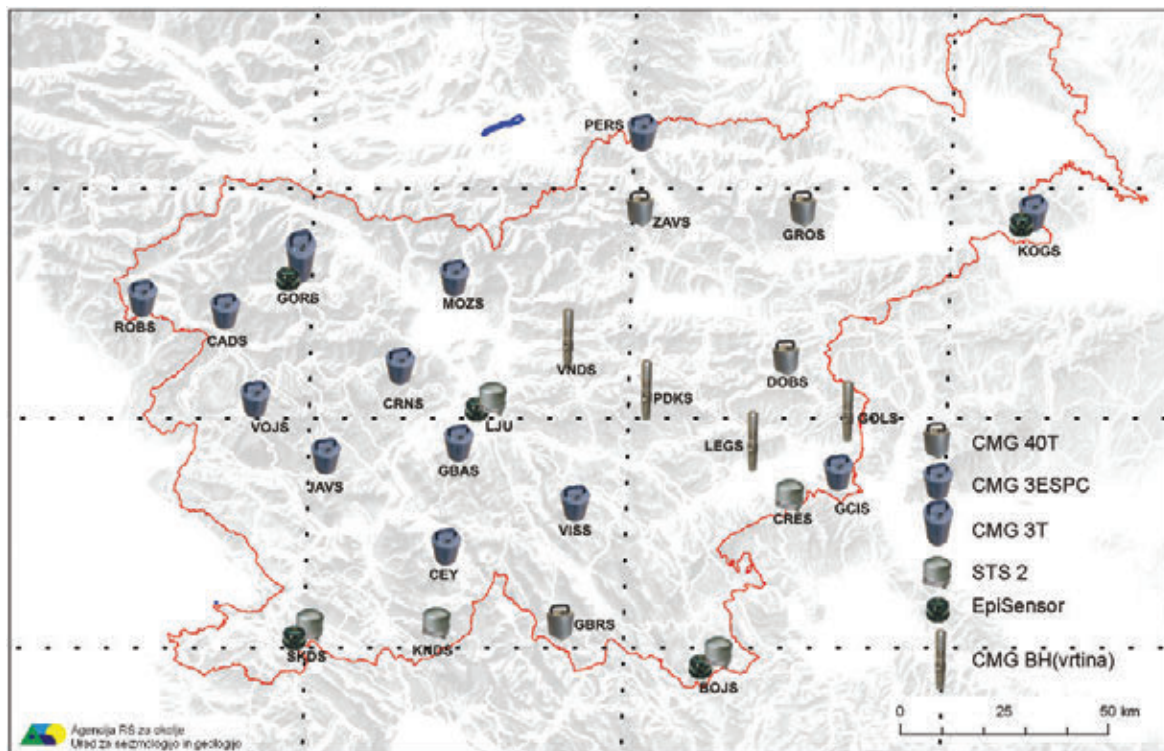
Uvod

Državno mrežo potresnih opazovalnic (DMPO) sestavlja 26 sodobno opremljenih digitalnih opazovalnic (slika 1). Posamezna potresna opazovalnica je opremljena z zajemalno enoto Quanterra 730 (Q730) in sodobnim dolgo-periodnim seizmometrom. Na petih potresnih opazovalnicah (glej sliko 1) je poleg seizmometra nameščen še pospeškometer tipa EpiSensor, kar dodatno poveča dinamično območje potresnih opazovalnic (omogoča beleženje večjih pospeškov tal). Poleg seizmološke merilne opreme se na opazovalnici nahaja še vrsta druge podporne opreme, ki jo lahko v grobem razdelimo v tri sklope: komunikacijska oprema, oprema za zagotavljanje neprekinjene oskrbe z električno energijo ter oprema za dodaten nadzor delovanja zajemalnih enot. Glavna naloga sektorja za potresna opazovanja (sektor deluje v sklopu urada za seizmologijo in geologijo) je neprestano spremljati delovanje vse opreme na opazovalnicah DMPO in zagotoviti optimalno kakovost seizmoloških podatkov ter v največjem možnem obsegu preprečiti njihovo izgubo. V ta namen na DMPO neprestano izvajamo različne analize, na osnovi katerih neprestano izboljšujemo njeno delovanje. Vsi posegi na DMPO ter rezultati obsežne analize vseh pomembnih parametrov, ki vplivajo na kakovost delovanja DMPO so podani v internem poročilu (SPO, 2013). V tem prispevku podajamo le glavne posege in rezultate.

Glavne posodobitve, ki smo jih v letu 2012 izvedli na DMPO so naslednje:

- Nadaljevanje s posodobitvami napajalnih sistemov (Mali in sod., 2008).
- Celotna DMPO je bila z letom 2012 opremljena z dodatnimi zunanji pomnilniškimi moduli (Tasič in sod., 2010), s čimer smo v veliki meri odpravili pomanjkljivost zajemalnih enot Q730, ki se nanaša na izgubo podatkov ob prekinitvi komunikacij daljši od dveh ur.
- Namestitev enote Arduino Uno (microcontroller board) na potresnih opazovalnicah KNDS in JAVS. Enota izvaja samodejni ponovni zagon GSM modema ob njegovem daljšem nedelovanju (Mali in sod., 2013).

- Nadgradnja posameznih potresnih opazovalnic s senzorji tipa CMG-3ESPC in CMG-3T (SPO, 2013).
- Izvedba dodatne temperaturne izolacije seizmometrov (Tasič in sod., 2011, Mali in Tasič, 2011, SPO, 2013).
- Menjava komunikacijskih in napajalnih vodov ter namestitev oziroma kontrola prenapetostnih zaščit (SPO, 2013).
- Vgradnja samodejnega preklopnika napajanja za komunikacijsko opremo (SPO, 2013).



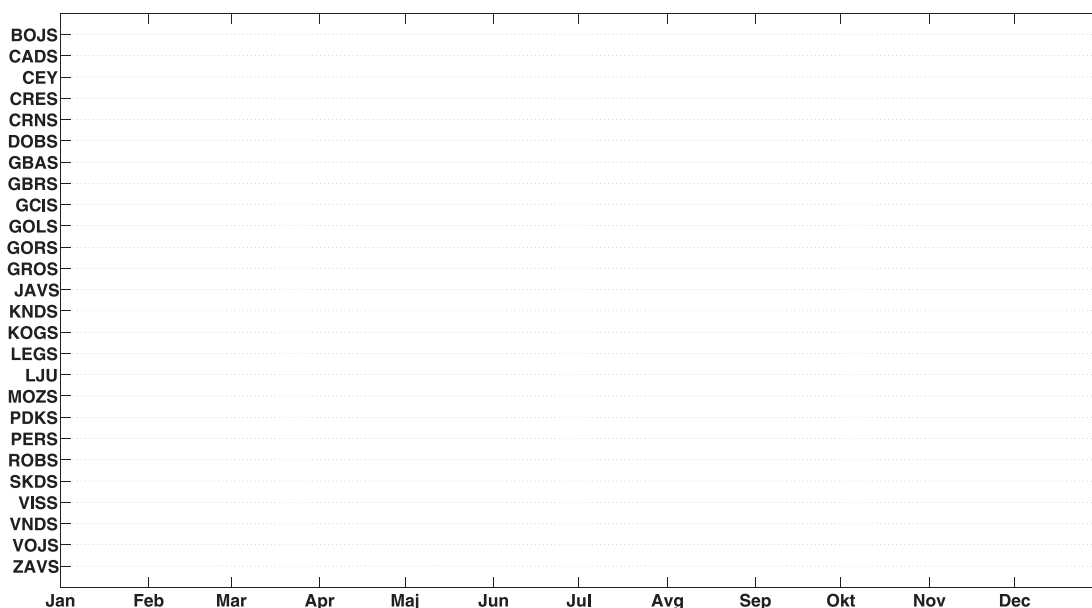
Slika 1: Državna mreža potresnih opazovalnic. Na sliki so prikazani tipi seizmometrov na posameznih potresnih opazovalnicah.

Figure 1: Seismic network of the Republic of Slovenia (seismometer types and their locations)

Delovanje DMPO

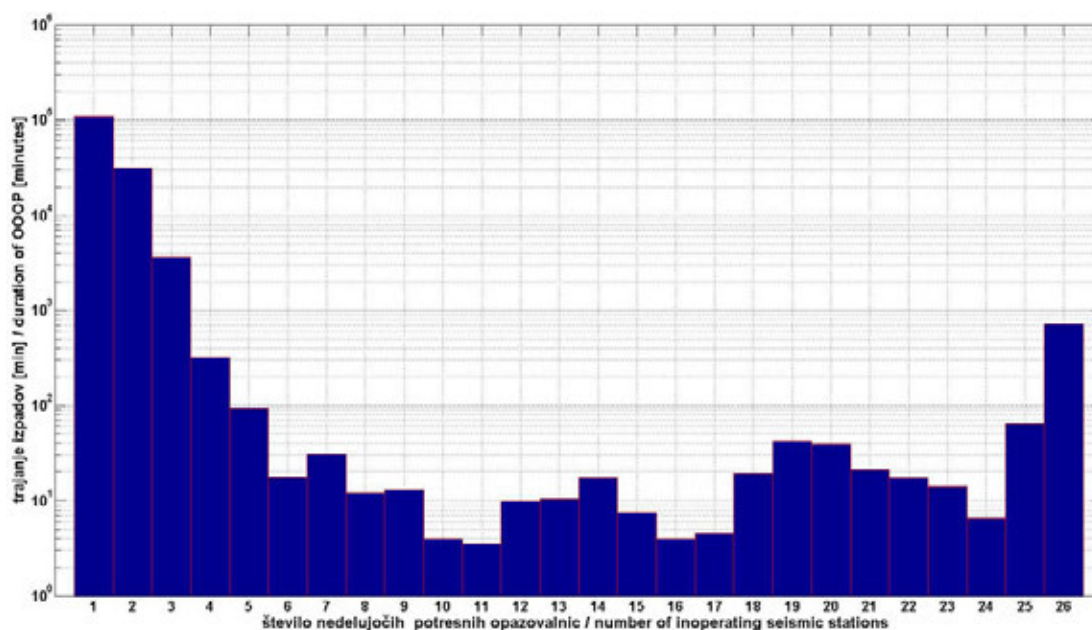
Leta 2012 je bila celotna DMPO opremljena z dodatnimi zunanji pomnilniškimi enotami JetBox. S tem smo rešili izgube podatkov v primeru izpadov komunikacij daljših od dveh ur (Tasič in sod., 2010). V preteklosti smo največ podatkov izgubili ravno zaradi problemov na komunikacijah. Do trajne izgube seizmičnih podatkov lahko pride le še zaradi prekinitve oskrbe potresne opazovalnice z električno energijo (zaradi nadgraditve napajalnih sistemov mora biti le-ta daljša od 24 ur) ali zaradi okvare seizmološke merilne opreme. V letu 2012 smo pričeli tudi z nameščanjem enot Arduino Uno na potresne opazovalnice, kjer komunikacija poteka preko GSM modemov. Le-ti so se v preteklosti izkazali za zelo nezanesljive, zaradi česar je bila velikokrat potrebna terenska intervencija (potreben ročni ponovni zagon GSM modema). Z enotami Arduino Uno smo omenjeni problem rešili (Mali in sod., 2013).

V poglavju podajamo pregled delovanja DMPO v letu 2012 (slika 2), kjer črna barva predstavlja nedelovanje oziroma izpad potresne opazovalnice. Pregled vseh izpadov ter opis najdaljšega za posamezno potresno opazovalnico so podani v Preglednicah 1 in 2. Večina daljših izpadov, ki so posledica izpada na komunikacijskih poteh, ne predstavlja več izgube podatkov ampak le možno manj točno analizo morebitnega dogodka v realnem času.



Slika 2: Pregled delovanja DMPO v letu 2012. Izpadi so označeni s črno barvo. Ločljivost slike omogoča, da so vidni le izpadi, daljši od treh ur.

Figure 2: An overview of out-of-operation periods for seismic network of Slovenia in the year 2012. The resolution of the picture makes visible only out-of-operation periods which are longer than three hours.



Slika 3: Skupno trajanje izpadov več potresnih opazovalnic sočasno v letu 2012.

Figure 3: The total duration of OOOP's that occurred simultaneously at several seismic stations (year 2012).

Na sliki 3 podajamo skupno trajanje izpadov glede na število sočasno nedelujočih opazovalnic. Posamezna vrednost predstavlja skupno trajanje vseh sočasnih izpadov natanko določenega števila opazovalnic. Stolpci se med seboj izključujejo. Skupno trajanje izpadov v posameznem stolpcu je sestavljeno iz več izpadov iste vrste in zato ne prikazuje kritičnih izpadov. Sam postopek samodejnega lociranja potresa vsebuje veliko število neznank, ki jih zmanjšamo s čim večjim številom potresnih opazovalnic, ki sodelujejo pri samodejni analizi. Če v trenutku potresa pride do izpada večjega števila potresnih opazovalnic, je določitev potresnih parametrov otežena oziroma manj točna. Pregled sočasnih izpadov je podan v preglednici 3.

Preglednica 1: Podatki o številu izpadov in njihovem trajanju za posamezne opazovalnice DMPO v letu 2012.
Table 1: An overview of the out-of-operation periods (OOOP) for Slovene seismological stations in the year 2012.

oznaka opazovalnice	število vseh izpadov	trajanje vseh izpadov	število izpadov daljših od 2h	trajanje izpadov daljših od 2h
station code	number of OOOP	duration of OOOP	number of OOOP > 2h	number of OOOP > 2h + conditionally
BOJS	65	17h 15m	3	8h 19m
CADS	95	2d 2h 42m	5	1d 17h 30m
CEY	198	4d 23h 53m	4	4d 10h 1m
CRES	353	5d 7h 45m	7	4d 11h 31m
CRNS	125	2d 8h 37m	4	1d 17h 22m
DOBS	67	17h 3m	3	10h 12m
GBAS	1542	20d 19h 29m	15	17d 13h 54m
GBRS	310	5d 15h 8m	5	4d 19h 36m
GCIS	1264	4d 16h 11m	3	1d 14h 12m
GOLS	502	8d 7h 11m	8	7d 6h 6m
GORS	245	1d 12h 46m	5	15h 2m
GROS	528	10d 2h 27m	8	8d 14h 51m
JAVS	694	11d 20h 47m	7	10d 5h 43m
KNDS	214	24d 3h 46m	6	23d 9h 45m
KOGS	148	1d 8h 55m	3	19h 6m
LEGS	699	3d 14h 23m	6	2d 2h 44m
LJU	141	22h 0m	3	8h 19m
MOZS	84	13h 50m	2	6h 5m
PKS	195	4d 16h 9m	4	3d 15h 55m
PERS	784	12d 6h 20m	12	8d 21h 8m
ROBS	140	1d 9h 37m	3	11h 39m
SKDS	810	3d 6h 44m	6	1d 12h 15m
VISS	83	3d 19h 4m	4	3d 8h 22m
VNDS	65	17h 34m	3	9h 13m
VOJS	136	15h 30m	0	0
ZAVS	324	8d 7h 58m	4	6d 23h 55m
skupaj	9811	144d 20h 44m	133	116d 0h 48m

Zaključek

V prispevku smo na kratko predstavili glavne posodobitve, ki smo jih izvedli na DMPO in rezultate analize delovanja DMPO v letu 2012. Ugotovili smo, da se prekinitve komunikacije s posamezno potresno opazovalnico pojavljajo neprestano, pri čemer je daljših izpadov malo. Hitrost odprave izpadov oziroma raznovrstnih napak je pogosto odvisna od zunanjih dejavnikov, na katere ne moremo vplivati (slabe vremenske razmere, možnost in hitrost dobave rezervnih delov, dodatne fizične napake na komunikacijskih poteh...). Medtem, ko je vzrok krajših izpadov vedno napaka na komunikacijah, pa so vzroki daljših izpadov raznovrstni. V grobem jih lahko delimo v tri skupine:

Preglednica 2: Pregled najdaljših izpadov na DMPO in razlogi zanje.

Table 2: An overview and causes for the longest OOP's for each seismic station.

oznaka opazovalnice	nastop najdaljšega izpada	trajanje najdaljšega izpada	razlog izpada
station code	date/time of the longest OOP	duration of the longest OOP	reason
BOJS	26. 4. / 17:34:48	3h 52m 45s	krajši izpad na komunikacijskih poteh
CADS	25. 10. / 23:39:11	1d 3h 8m 38s	daljši izpad na komunikacijskih poteh
CEY	6. 7. / 08:51:59	4d 0h 47m 19s	napaka na komunikacijskih vodih
CRES	30. 10. / 13:32:44	2d 20h 2m 53s	daljši izpad na komunikacijskih poteh
CRNS	22. 11. / 23:26:52	1d 2h 12m 4s	daljši izpad na komunikacijskih poteh
DOBS	25. 10. / 23:39:12	4h 5m 31s	krajši izpad na komunikacijskih poteh
GBAS	11. 7. / 21:51:33	4d 13h 23m 1s	okvara modemskega "spliterja"
GBRS	19. 10. / 09:55:13	4d 0h 14m 13s	daljši izpad na komunikacijskih poteh
GCIS	22. 11. / 23:26:57	1d 6h 13m 40s	daljši izpad na komunikacijskih poteh
GOLS	28. 10. / 03:42:03	5d 5h 58m 1s	napaka na komunikacijskih vodih
GORS	13. 9. / 06:32:36	4h 20m 22s	krajši izpad na komunikacijskih poteh
GROS	30. 3. / 17:30:45	2d 13h 8m 0s	daljši izpad na komunikacijskih poteh
JAVS	24. 9. / 17:52:10	2d 14h 14m 0s	napaka na GSM modemu
KNDS	5. 2. / 14:37:57	16d 21h 56m 46s	izpad napajanja (napaka na elektro vodih)
KOGS	21. 9. / 22:04:36	12h 59m 35s	krajši izpad na komunikacijskih poteh
LEGS	6. 11. / 11:36:39	1d 1h 33m 6s	daljši izpad na komunikacijskih poteh
LJU	26. 4. / 17:34:47	3h 52m 34s	krajši izpad na komunikacijskih poteh
MOZS	26. 4. / 17:34:54	3h 52m 43s	krajši izpad na komunikacijskih poteh
PKDS	24. 12. / 20:41:59	2d 14h 34m 10s	napaka na komunikacijskih vodih
PERS	19. 7. / 09:12:11	6d 0h 31m 59s	napaka na komunikacijskih vodih
ROBS	23. 4. / 17:34:52	3h 53m 0s	daljši izpad na komunikacijskih poteh
SKDS	18. 3. / 21:27:08	13h 2m 43s	napaka na modemu
VISS	10. 3. / 10:07:00	3d 0h 9m 43s	daljši izpad na komunikacijskih poteh
VNDS	27. 4. / 17:34:53	3h 52m 28s	krajši izpad na komunikacijskih poteh
VOJS	2. 6. / 17:50:44	1h 43m 5s	krajši izpad na komunikacijskih poteh
ZAVS	17. 2. / 19:35:11	6d 13h 44m 58s	napaka na modemu

Preglednica 3: Število izpadov (interval v minutah) glede na število sočasno izpadlih potresnih opazovalnic.

Table 3: Simultaneous OOP's for seismic network of the Republic of Slovenia.

število opaz./ no. of stacios	dolžina trajanja izpadov						
	0 – 5 min	5 – 15 min	15 – 30 min	30 – 45 min	45 – 60 min	60 – 120 min	> 120 min
2	1726	453	47	21	14	27	45
3	524	86	5	2	0	2	5
4	86	8	2	0	1	0	0
5	23	4	1	0	0	0	0
6	8	0	0	0	0	0	0
7	9	1	0	0	0	0	0
8	2	1	0	0	0	0	0
9	2	1	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0
11	1	0	0	0	0	0	0
12	0	1	0	0	0	0	0
13	0	1	0	0	0	0	0
14	3	1	0	0	0	0	0
15	3	0	0	0	0	0	0
16	2	0	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	0	0
18	4	1	0	0	0	0	0
19	4	3	0	0	0	0	0
20	4	3	0	0	0	0	0
21	3	1	0	0	0	0	0
22	4	1	0	0	0	0	0
23	2	1	0	0	0	0	0
24	2	0	0	0	0	0	0
25	17	4	0	0	0	0	0
26	24	5	2	2	0	3	1

1. Problemi povezani z dobavo električne energije ter motnjami v varovalnem sistemu potresne opazovalnice, kot so izpadi varovalk in okvare na UPS enotah. Za rešitev tega problema smo že leta 2010 končali posodobitev FID stikal (vgradnja tako imenovanih navijalcev, ki ob iznihanju motnje ponovno vklopijo FID stikalo) na celotni mreži potresnih opazovalnic. V letu 2012 smo nadaljevali z izboljšavami enot UPS (daljša avtonomnost sistema in posledično stabilnejše delovanje potresne opazovalnice).
2. Izpad na komunikacijskih poteh. Izgubo podatkov zaradi izpada na komunikacijskih poteh smo rešili namestitvijo dodatnega zunanega pomnilniškega modula (JetBox) na posamezno potresno opazovalnico, ki je povezana z enoto Q730 neposredno preko »COM port-a«. Tako se pri pretoku podatkov med enotama izognemo napravam komunikacijske hrbtenice, podatki pa so shranjeni za obdobje do dveh let. Problem pogostega nedelovanja GSM modemov smo rešili z namestitvijo opreme za samodejni nadzor njihovega delovanja.
3. Menjave, posodobitve ali okvare na seizmološki merilni opremi.

Z izvedenimi posodobitvami nismo izboljšali le kvalitete zajetih seizmičnih podatkov, ampak smo močno izboljšali tudi delovanje posamezne potresne opazovalnice in s tem tudi DMPO. Rezultati vsakoletne obsežne analize, ki so delno podani tudi v tem prispevku, pa so nam v veliko pomoč tudi pri nadaljnjem delu. Na njihovi osnovi vsakoletno izluščimo in analiziramo najpogostejše napake, ki povzročijo posamezen izpad oziroma so vzrok za slabšo kvaliteto zajetih seizmičnih signalov. S pomočjo teh spoznanj neprestano razvijamo nove podporne sisteme ter izboljšujemo opremo na mreži potresnih opazovalnic, vse s ciljem zagotoviti zanesljivo in kvalitetno beleženje seizmičnih podatkov na DMPO.

Literatura

- Mali, M., Pančur, L., Tasič, I., 2013, Samodejni nadzor delovanja GSM modemov, Potresi v letu 2012, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, 34-37.
- Mali, M., Tasič, I., 2011, Vpliv temperaturnih sprememb na delovanje dolgoperiodnih seizmometrov, Potresi v letu 2010, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, 62-70.
- Mali, M., Tasič, I., Pančur, L., 2008, Vpliv brezprekinitvenega napajanja na delovanje potresne opazovalnice. Potresi v letu 2007, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, 54-59.
- Tasič, I., Pančur, L., Pfundner, I., Mali, M., 2010, Povečanje lokalnega pomnilnika za zajemalne enote Q730, Potresi v letu 2009, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, 36-39.
- Tasič, I., Mali, M., Pančur, L., 2011, Temperaturna stabilnost potresne opazovalnice, Potresi v letu 2010, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, 57-61.
- SPO, 2013, Državna mreža potresnih opazovalnic, delovanje v letu 2012, interno poročilo, arhiv SPO, Ljubljana.

Marko Mali, Luka Pančur, Izidor Tasič

POSODOBITEV POTRESNIH OPAZOVALNIC GBAS, GROS IN KOGS MODERNIZATION OF SEISMIC STATIONS GBAS, GROS AND KOGS

Povzetek

Cilj vseh posodobitev potresnih opazovalnic je izboljšanje kvalitete seizmičnih podatkov in povečanje zanesljivosti delovanja seizmološke merilne opreme. V ta namen smo v letu 2012 na lokacijah Gorenja Brezovica (GBAS), Grobnik (GROS) in Kog (KOGS) opravili posodobitve, ki so temeljile na zamenjavi seizmometrov. Nadgradnja je opisana v pričujočem prispevku.

Abstract

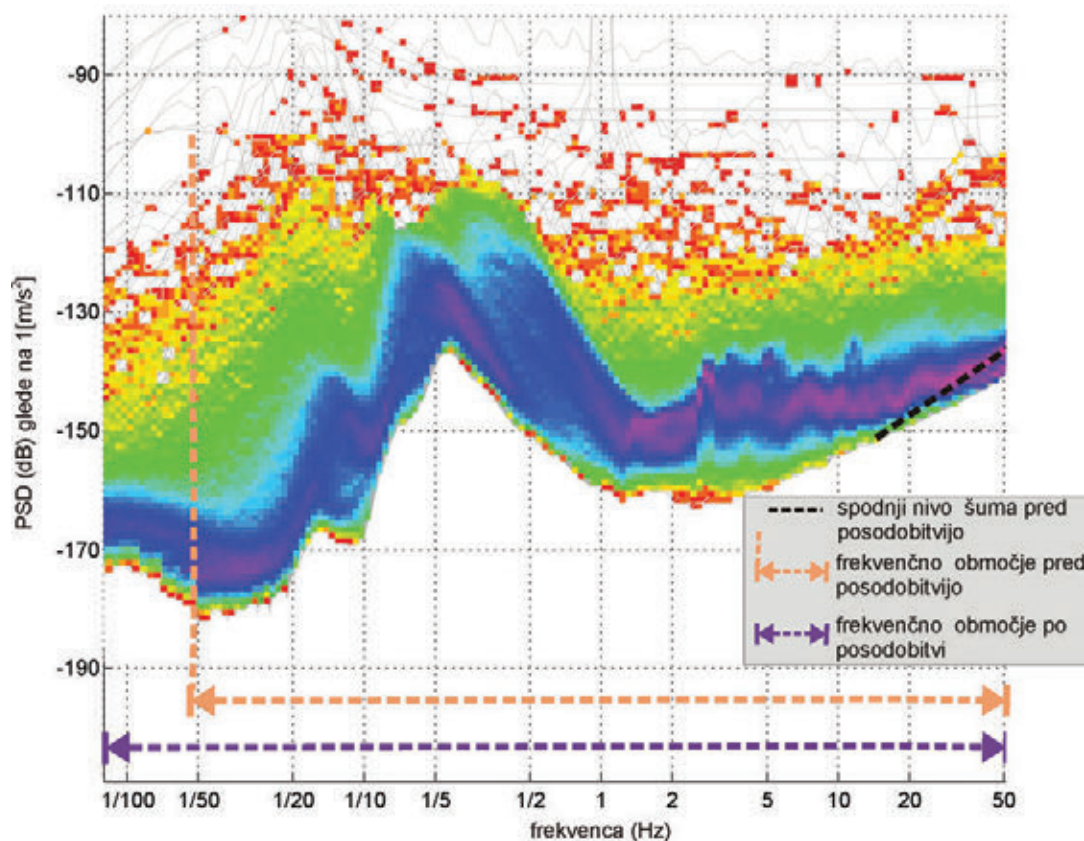
The main goal of all modernization applied at particular seismic stations is to improve the quality of seismic data and stabilize the functioning of seismic equipment. This also applies to improvements in 2012, which were done at seismic stations: Gorenja Brezovica (GBAS), Grobnik (GROS) and Kog (KOGS). At all mentioned seismic stations seismometer was replaced with a new improved version and several other minor modernization were performed. In this paper we describe all characteristics of implemented updates and present their influence to seismic data.

Posodobitev potresnih opazovalnic

V Sektorju za potresna opazovanja Urada za seizmologijo in geologijo izvajamo različne tehnične in seizmološke raziskave, na osnovi katerih neprestano izboljšujemo delovanje posameznih delov seizmološke opreme. S tem izboljšujemo kvaliteto in zanesljivost zajetih seizmičnih podatkov na posameznih potresnih opazovalnicah Državne mreže potresnih opazovalnic (DMPO) (Mali in Tasič, 2012a; Mali in Tasič, 2012b; Tasič in drugi, 2012b; Mali in Tasič, 2011a; Mali in Tasič, 2011b; Mali in Tasič, 2009; Mali in Tasič, 2008; Tasič in Mali, 2007). V letu 2012 so bile posodobitve, ki so bistveno vplivale na kvaliteto seizmičnega signala, izvedene na lokacijah Gorenja Brezovica (GBAS), Grobnik (GROS) in Kog (KOGS), zato bomo le te v nadaljevanju natančneje opisali. Posodobitve so temeljile na menjavi seizmometrov.

Potresna opazovalnica GBAS

Na potresni opazovalnici GBAS je bil nameščen seizmometer tipa CMG-3EPS (Guralp 2013) s frekvenčnim obsegom od 1/60 Hz do 50 Hz. V juliju 2012 smo le-tega zamenjali s seizmometrom istega tipa, s frekvenčnim obsegom od 1/120 Hz do 50 Hz. S tem smo povečali frekvenčno območje, na katerem potresna opazovalnica brez omejitev zajema seizmične podatke, in obenem občutljivost seizmološkega sistema na območju nizkih in deloma tudi visokih frekvenc (slika 1).



Slika 1: Spektrogram zajetega signala navpične komponente na lokaciji potresne opazovalnice GBAS pred in po zamenjavi seizmometrov. Barva posamezne točke na slikah nam podaja relativno gostoto vrednosti spektrov močnostne gostote v tej točki in prehaja od vijolične preko modre, zelene in rumene do rdeče. Vijolična podaja nivo seizmičnega nemira, ki je na potresni opazovalnici prisoten večino časa, rdeča predstavlja nivo seizmičnega nemira, ki je na potresni opazovalnici prisoten zelo redko.

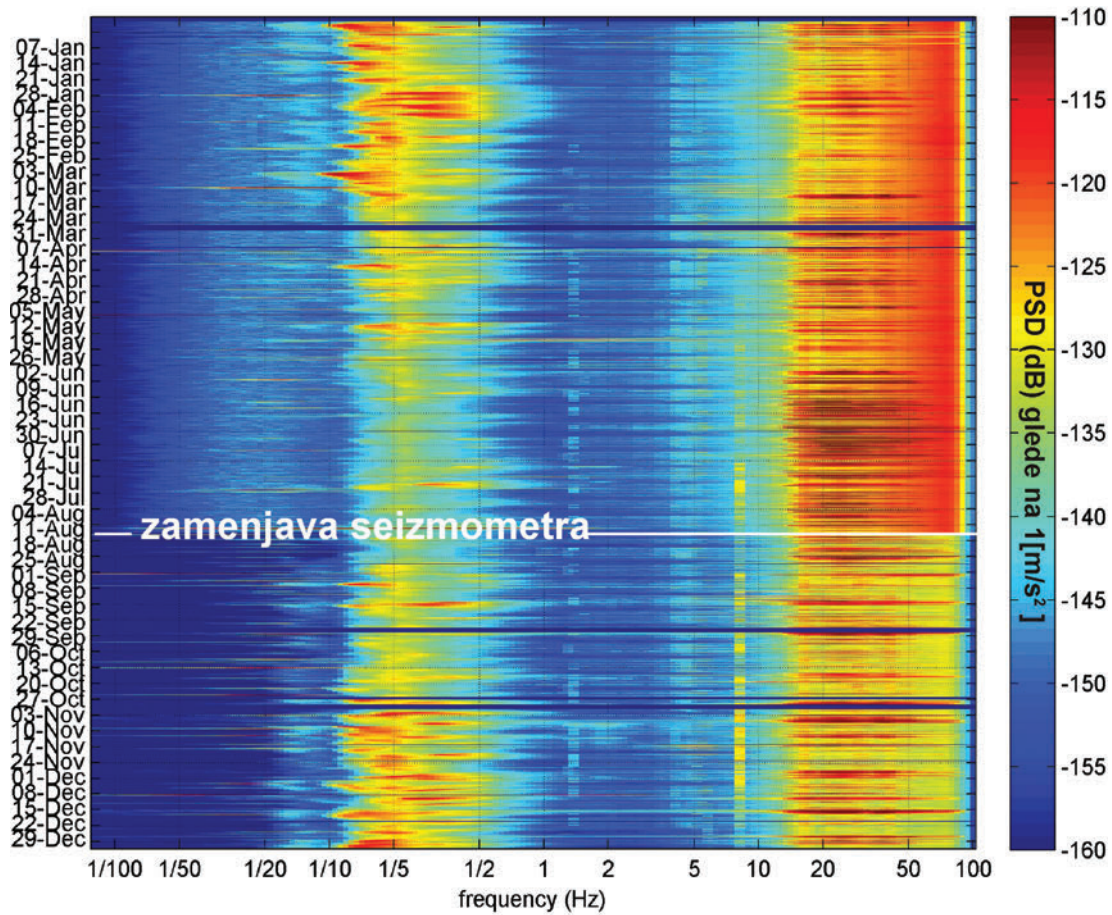
Figure 1: Spectrogram of vertical component for the seismic station GBAS before and after seismometer replacement. The colour of the particular point represent relative density value of PSD (power spectra density) in that point and is changing from violet, blue, green and yellow to red. Violet stands for permanent seismic noise on seismic station, while red represents seismic noise that occurred on rare occasions. Dashed black line – seismometer instrumental noise before replacement. Dashed brown line – band width before replacement. Dashed violet line – band width before replacement.

Potresna opazovalnica GROS

Seizmometer tipa CMG-40T smo zaradi velikega lastnega šuma in ozke pasovne širine (frekvenčno območje delovanja od 1/30s do 50Hz) nadomestili s seizmometrom tipa CMG-3ESPC (frekvenčno območje delovanja od 1/120s do 50Hz). Izboljšava zaradi zamenjave, ki je bila opravljena avgusta 2012, je vidna tudi na časovnem prikazu spektrogramov navpične komponente za leto 2012 (slika 2). Po zamenjavi seizmometrov je vpliv instrumentalnega šuma na nizkih in visokih frekvencah bistveno manjši, s čimer smo izboljšali kvaliteto zajetih seizmičnih podatkov.

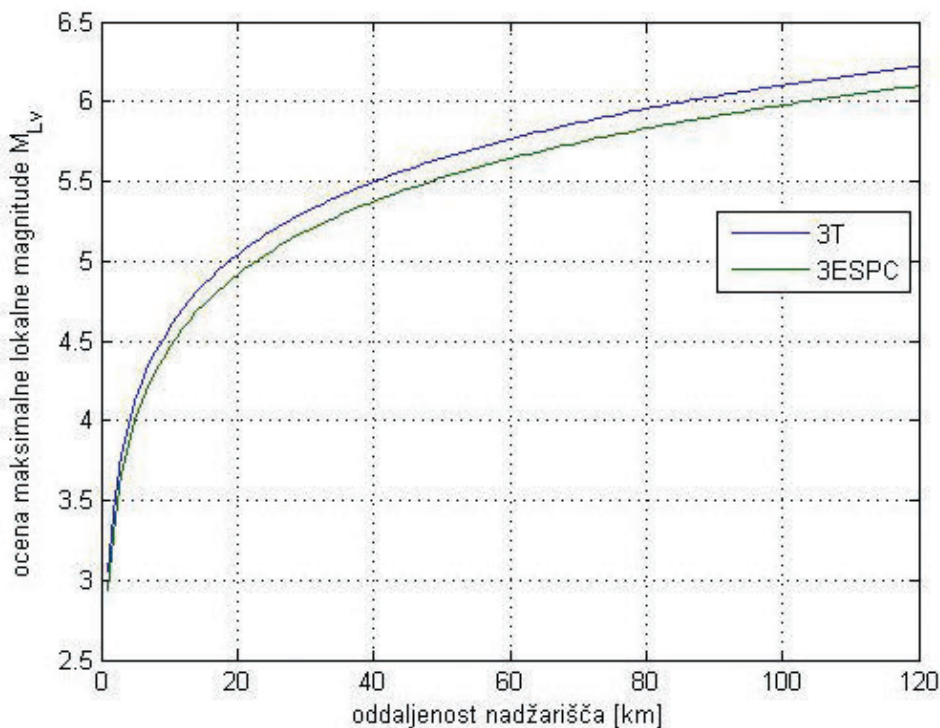
Potresna opazovalnica KOGS

Na potresni opazovalnici KOGS, ki predstavlja najbolj vzhodno točko DMPO, smo julija leta 2012 zamenjali seizmometer tipa CMG-3ESPC s seizmometrom tipa CMG-3T (www.guralp.com). Poleg večje zanesljivosti delovanja ima novi seizmometer tudi višjo kakovost zajetih seizmoloških podatkov, saj pri istem instrumentalnem šumu zabeleži 1,3-krat večjo maksimalno amplitudo nihanja tal. Predvidena največja možna zabeležena lokalna magnituda potresa za posamezni seizmometer je prikazana na sliki 3.



Slika 2: Časovni prikaz spektrogramov navpične komponente na potresni opazovalnici GROS v letu 2012. Spektrogrami so izračunani in prikazani za vsako polno uro.

Figure 2: Time representation of PSDs for vertical component in the year 2012. PSDs are calculated for each hour.



Slika 3: Predvidena največja možna zabeležena lokalna magnituda potresa (M_{L_v}) glede na oddaljenost nadžarišča, preden sta navpični komponenti seizmometrov CMG-3T in CMG 3ESPC prekrmiljeni.

Figure 3: The estimated maximum recorded local magnitude (M_{L_v}) vs hypocentral distance before the vertical component of seismometers CMG-3T and CMG 3ESPC is clipped.

Zaključek

V prispevku smo na kratko predstavili posodobitev treh potresnih opazovalnic DMPO v letu 2012, ki je temeljila predvsem na zamenjavi bistvenega elementa potresne opazovalnice - zamenjavi seizmometra. Rezultati analize vpliva posodobitev na seizmični signal potrjujejo ustreznost zamenjav.

Literatura

- Guralp (2011) CMG- 3ESP Compact, Portable weak motion broadband seismometer. <http://www.guralp.com/datasheets/DAS-C3E-0001.pdf>. (dostopano oktobra 2013)
- Mali, M. in Tasič, I., 2008. Vpliv brezprekinitvenega napajanja na delovanje potresne opazovalnice. Potresi v letu 2007, Agencija RS za okolje, Ljubljana, 54-60.
- Mali, M. in Tasič, I., 2009. Posredni in neposredni vpliv vetra na seizmični signal. Potresi v letu 2008, Agencija RS za okolje, Ljubljana, 27-34.
- Mali, M. in Tasič, I., 2011a. Vpliv temperature na delovanje dolgoperiodnih seizmometrov. Potresi v letu 2010, Agencija RS za okolje, Ljubljana, 62-71.
- Mali, M. in Tasič, I., 2011b. Posodobitev potresnih opazovalnic CRNS, GCIS in JAVS. Potresi v letu 2010, Agencija RS za okolje, Ljubljana, 47-53.
- Mali, M. in Tasič, I., 2012a. Analiza lastnega šuma zajemalnih enot Quanterra Q730. Potresi v letu 2011, Agencija RS za okolje, Ljubljana, 46-50
- Mali, M. in Tasič, I., 2012b. Primerjalni test seizmoloških zajemalnih enot. Potresi v letu 2011, Agencija RS za okolje, Ljubljana, 51-57
- Tasič, I. in Mali, M., 2007. Stabilnost temperature v seizmičnem jašku. Potresi v letu 2007, Agencija RS za okolje, Ljubljana, 28-34.

Marko Mali, Luka Pančur, Izidor Tasič

SAMODEJNI NADZOR DELOVANJA GSM MODEMOV AUTOMATIC GSM MODEM CONTROL

Povzetek

Štiri potresne opazovalnice Državne mreže potresnih opazovalnic za prenos podatkov uporabljajo GSM modeme, katerih delovanje se je izkazalo za nestabilno. V ta namen smo razvili aplikacijo, ki samodejno nadzira delovanja GSM modema. Aplikacija je sestavljena iz več sklopov, ki vsebujejo strojno in programsko opremo. Kot ključna člena smo uporabili enoto JetBox (industrijski računalnik) opremljeno z Linux operacijskim sistemom in razvojno ploščo Arduino Uno. Programska oprema nameščena na enoti JetBox nenehno preverja ustreznost komunikacije potresne opazovalnice z zbirnim centrom in v primeru daljšega izpada le-te preko enote Arduino Uno sproži ponovni zagon GSM modema. Z namestitvijo opisane aplikacije na vse štiri potresne opazovalnice (Zavodnje, Knežji Dol, Javornik in Gornji Cirnik) smo zmanjšali število daljših izpadov na komunikacijah, kakor tudi število posredovanj na terenu.

Abstract

Four seismic stations included in seismic network of Slovenia have network connections enabled for using GSM modems. As GSM modem was proven to be very unstable, we have developed special application that enables automatic GSM modem control. The application includes industrial computer JetBox and development board Arduino Uno as the main units. Software installed on JetBox unit is continuously verifying the status and quality of communication and, in case of longer communication loss, GSM modem is rebooted. Implementation of this application on all four stations (Zavodnje, Knežji Dol, Javornik and Gornji Cirnik) results in better communication quality, lowering the number of longer communication gaps and also reduces field interventions.

Uvod

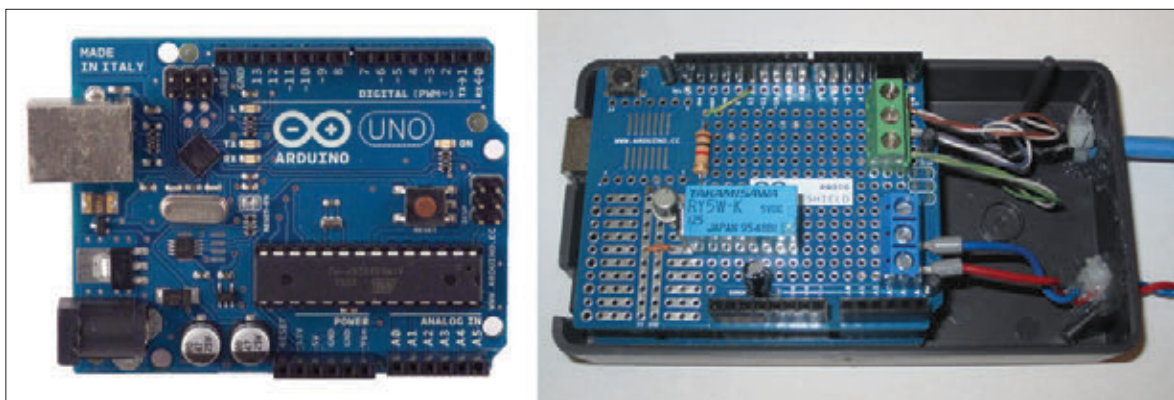
Stabilna in zanesljiva komunikacija je ključnega pomena za ustrezen prenos podatkov med potresno opazovalnico in centrom za zajem in obdelavo podatkov v Ljubljani. Komunikacija mora omogočati neprekinjen pretok podatkov v realnem času. Večina opazovalnic Državne mreže potresnih opazovalnic (DMPO) je v komunikacijsko omrežje povezana preko fizičnih vodnikov (bakreni in optični), kar omogoča vzpostavitev ADSL tipa prenosa podatkov. Štiri potresne opazovalnice, Knežji Dol, Javornik, Zavodnje in Gornji Cirnik, pa so v komunikacijsko omrežje povezane z uporabo GSM modemov in za prenos podatkov uporabljajo protokole tipa GPRS, EDGE, 3G, HSDPA in HSPA, odvisno od razpoložljivosti na omrežju. Medtem, ko naštetih protokoli nudijo zadostno pasovno širino za prenos podatkov v realnem času, pa problem predstavlja nestabilno delovanje GSM modema. Te potresne opazovalnice se nahajajo na lokacijah, kjer je GSM signal šibek in njegova kvaliteta zato posledično niha. Pogosta nihanja v kakovosti in moči sprejemnega GSM signala destabilizirajo delovanje modema, kar povzroči, da le ta pogosto preneha delovati, s čimer se prekine prenos podatkov. V takih primerih je edina rešitev ponovni zagon modema, ki ga je bilo potrebno izvesti ročno. Ker nadgradnje z najnovejšimi različicami programske opreme s strani ponudnika storitve niso odpravile omenjene težave, nas je veliko število terenskih intervencij in daljših izpadov na komunikacijah spodbudilo k iskanju lastne rešitve za opisani problem. V sektorju za potresna opazovanja smo za rešitev problema uporabili na opazovalnicah že nameščeno enoto JetBox (Tasič in sod., 2010). Dodali smo enoto Arduino Uno (opis sledi v nadaljevanju) ter razvili podporno programsko opremo. Na ta način smo omogočili samodejni ponovni zagon (ang. Reset) GSM modema v primeru njegovega nedelovanja.

Programska in strojna oprema

Rešitev samodejnega ponovnega zagona GSM modema vsebuje naslednje sklope strojne in programske opreme:

- Enoto JetBox, ki je opremljena z operacijskim sistemom Linux.
- Enoto Arduino Uno (slika 1), vključno z dodatno strojno in programsko opremo, ki omogoča fizični ponovni zagon GSM modema.
- Linux aplikacijo za nadzor delovanja GSM modema.
- Linux aplikacijo za kontrolo in upravljanje enote Arduino Uno.
- Linux aplikacijo za obveščanje o izvedenih ponovnih zagonih.

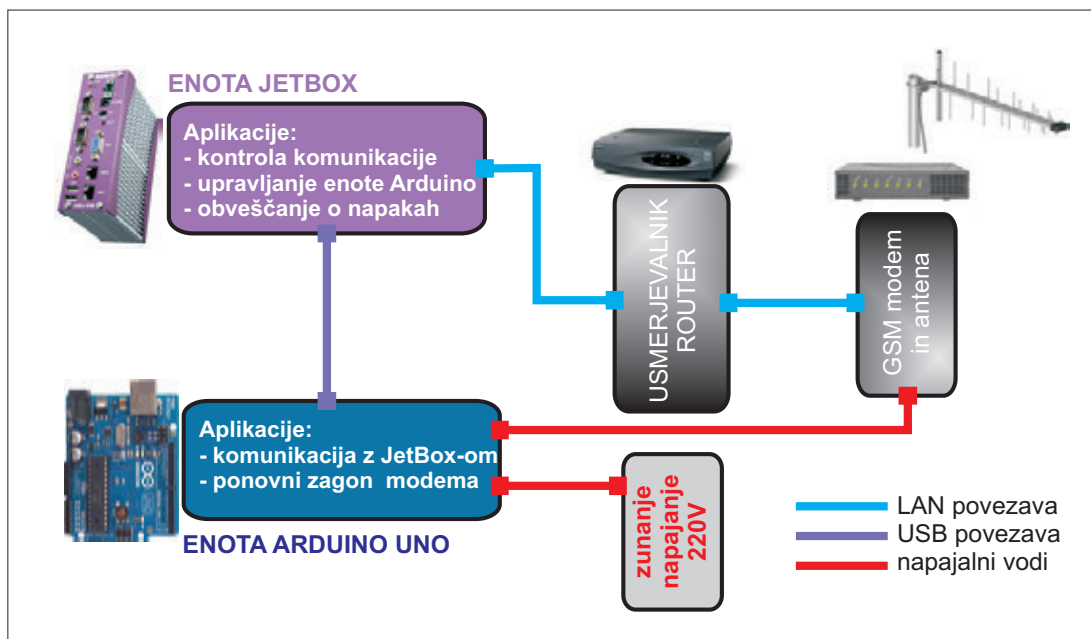
Ker smo o enoti JetBox že veliko napisali (Tasič in sod., 2010) se bomo v nadaljevanju posvetili predvsem principu delovanja enote Arduino Uno ter razvoju novih Linux aplikacij oziroma skript. Enota Arduino Uno (slika 1) je dokaj enostavna razvojna plošča opremljena z mikro-kontrolerjem (ATmega328), digitalnimi in analognimi vhodi in izhodi ter USB in napajalnim priključkom. Enota omogoča komunikacijo in prenos podatkov z različnimi operacijskimi sistemi (Windows, Linux...) ter nudi številne možnosti upravljanja drugih naprav v digitalnem in analognem svetu. Z uporabo enote Arduino Uno, skupaj z drugimi napravami in elementi (senzorji, stikala, aktuatorji...), lahko ne le zgradimo kompleksen nadzorni sistem ampak dodamo tudi funkcijo upravljanja.



Slika 1: Enota Arduino Uno (levo) in ista enota z dodanimi elementi za izvedbo samodejnega ponovnega zagona (prekinitev napajanja) GSM modema (desno).

Figure 1: Arduino Uno (left) and the same unit with additional electronic components used for automatic GSM modem control (right).

Za samodejni ponovni zagon GSM modema smo enoto Arduino Uno povezali z enoto JetBox ter jo opremili s posebnim stikalom, katerega lahko krmilimo z analognim signalom enosmerne napetosti 5V. Napajanje GSM modema smo preusmerili preko omenjenega stikala. Linux aplikacija v primeru izpada komunikacije zaradi nedelovanja GSM modema pošlje enoti Arduino Uno ukaz za izvedbo ponovnega zagona GSM modema. Enota Arduino Uno razklene stikalo za 10 sekund. Ko je komunikacija ponovno vzpostavljena, druga aplikacija v obliki elektronske pošte pošlje podrobnosti o dogajanju na opazovalnici. Princip delovanja celotne izvedbe samodejnega ponovnega zagona GSM modema je prikazan na sliki 2. Kontrola delovanja GSM modema se izvaja enkrat na uro pri čemer je vgrajeno tudi varovalo, ki prepreči preveliko število ponovnih zagonov GSM modema v primeru drugih okvar na komunikacijah oziroma okvar na ostalih komunikacijskih napravah in infrastrukturi.



Slika 2: Shematski prikaz izvedbe samodejnega ponovnega zagona GSM modema.

Figure 2: Automatic GSM modem control - Schematic view.

Zaključek

V prispevku smo predstavili izvedbo samodejnega ponovnega zagona GSM modema v primeru njegovega nedelovanja. Z opisano aplikacijo smo opremili štiri kritične potresne opazovalnice, Knežji Dol, Javornik, Gornji Cirknik in Zavodnje, s čimer smo rešili problem pogostih daljših izpadov komunikacij in s tem povezanega terenskega dela. Trdimo lahko, da je bil razvoj omenjene rešitve smiseln, saj smo v času njenega delovanja dobili vrsto elektronskih sporočil o ponovnih zagonih GSM modemov, kar bi v preteklosti, ko aplikacija na potresni opazovalnici še ni bila nameščena, pomenilo daljši izpad prenosa podatkov v zbirni center in posledično tudi terensko posredovanje.

Literatura

Tasič, I., Pančur L., Pfundner, I., Mali, M., 2010, Povečanje lokalnega pomnilnika za zajemalne enote Q730, Potresi v letu 2009, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana.

<http://www.arduino.cc/>.

Izidor Tasič, Marko Mali, Luka Pančur

NESTABILNA »NIČELNA LEGA« SEIZMOMETRA NA LOKACIJI CRNS UNSTABLE SEISMOMETER »MASS POSITION« AT LOCATION CRNS

Povzetek

Na potresni opazovalnici Črni Vrh (CRNS) vsaj od marca 2011 zaznavamo neobičajno ter zelo pogosto odmikanje »ničelne lege« vodoravnih komponent seizmometra. Nekajkrat so bila odstopanja tolikšna, da so vplivala na kvaliteto meritev oziroma povečan šum seizmometra ter posledično zmanjšala dinamično območje. Pri analizi motnje smo v letih 2011 in 2012 opravili enoletno vzporedno meritev s pospeškometrom tipa EpiSensor. Rezultate podajamo v pričujočem članku.

Abstract

The unusually disturbed signals from »mass position« channels of seismometer CMG-3ESPC are being recorded at the seismic station Črni Vrh (CRNS) since March 2011. Incorrect »mass position« affects the quality of measurements, increases the noise of seismometer and reduces the dynamic range. In order to locate the origin of the disturbances, the one-year parallel measurements with the accelerometer type EpiSensor was performed in the years 2011 and 2012.

Uvod

Na potresni opazovalnici CRNS vsaj od sredine marca 2011 beležimo povečan seizmični šum, predvsem v dolgoperiodnem delu spektra, ter pogostejša odstopanja ničelne lege. Ta odstopanja so izrazitejša na vodoravnih komponentah. Pri pregledu potresne opazovalnice v začetku aprila 2011 smo ugotovili, da se je podlaga seizmometra rahlo nagnila, saj je dvodimenzionalna vodna tehtnica, vgrajena na pokrovu seizmometra, kazala nagib v smeri zahoda. Seizmometer smo s pomočjo vgrajenih nivelirnih vijakov ponovno uravnali. Še isti mesec smo na lokaciji opravili referenčno meritev s seizmometrom istega tipa. Podatke smo zajemali iz obeh seizmometrov istočasno s pomočjo referenčne zajemalne enote PR6. Oba sta bila postavljena na isto podlago. Beležila sta enak in netipičen dolgo-periodni signal na vodoravnih komponentah. Na ta način smo izključili okvaro seizmometra ali zajemalne enote Q730.

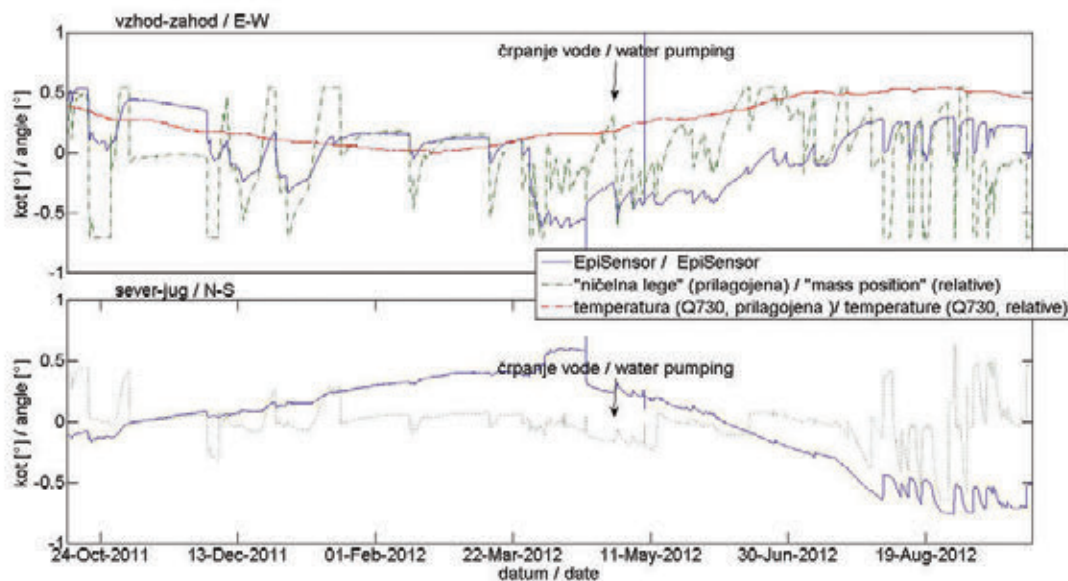
Meritve nagibanja

Večji seizmični nemir na dolgih periodah vodoravnih komponent je značilen za slabo oziroma manj kvalitetno podlago seizmometrov. Ker smo napako seizmoloških sistemov izključili, smo v začetku oktobra 2011 na to lokacijo namestili pospeškometer tipa EpiSensor ter zajemalno enoto PR6, ki je zajemala podatke z vzorčenjem 1 vzorec/sekundo, da bi ocenili nagibanje podlage. Pospeškometer je bil enako orientiran kakor seizmometer in oba sistema sta bila nivelirana. Zajemalna naprava PR 6 je vzporedno (istočasno) zajemala podatke iz pospeškometra (vse tri komponente) ter signal »ničelne lege« vseh treh komponent seizmometra. Sistem smo demontirali leto dni kasneje, oktobra 2012. Tako pri kontroli opazovalnice aprila 2011 kakor tudi oktobra 2012 je bila v seizmičnem jašku voda do roba betonske plošče (steber za postavitev seizmometra). V obeh primerih je bila voda nato izčrpana. Ker nimamo informacije, kdaj in s kakšno hitrostjo prihaja voda v jašek, ne moremo oceniti vpliva vode na meritev. Možen vzrok vdiranja vode je podan v poročilu (Tasič in drugi, 2013). Mehurček na vodni tehtnici seizmometra je bil pri demontaži pospeškometra rahlo izven ničelne lege, vendar manj kot aprila 2011. V laboratorijskem okolju smo za to lego mehurčka (oktober 2012) določili nagib seizmometra iz vodoravne lege za približno $0,3^\circ$.

Rezultati

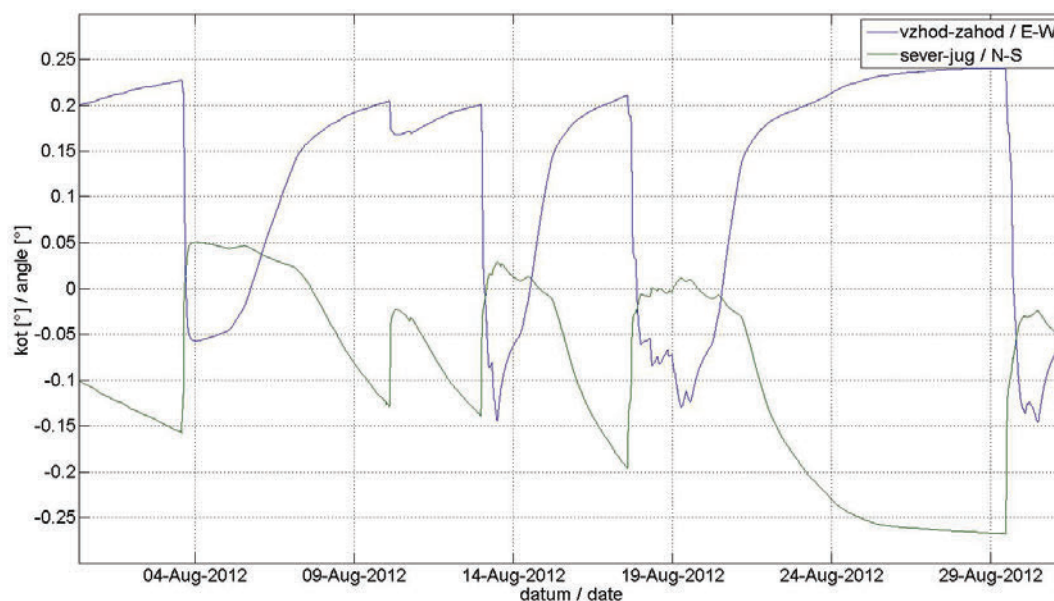
Na osnovi meritev vodoravnih komponent pospeškometra in vzporednih meritev ničelne lege seizmometra lahko ocenjujemo relativno nagibanje podlage v času merjenja. Natančnost meritev ničelne lege s pomočjo EpiSensorja je odvisna od sprememb temperature. Kljub temu, da je spreminjanje temperature počasno in majhno, perioda je približno eno leto z gradientom nekaj stotink stopinje dnevno, še vedno vpliva na meritve (Mali in Tasič, 2011; Tasič in Mali, 2007; Tasič in drugi, 2009; Tasič in drugi, 2011). Ker v jašku nismo imeli referenčne merilne točke za temperaturo, lahko njen vpliv samo ocenimo s pomočjo podatkov o vrednosti temperature znotraj Q730 zajemalne enote (Tasič in Mali, 2007). Na meritve vplivajo tudi relaksacijski procesi v samem pospeškometru, ki je recimo ustvarila motnjo (špico) dne 8. maja 2011 in je bila najbolj izrazita na navpični komponenti. Tudi napake zajemalne enote lahko vplivajo na meritve. Večkratni avtomatski izklop/vklop smo zabeležili v dneh med 16. in 17. majem, vendar na zapisih v tem času ni vidnih odstopanj.

Slika 1 prikazuje obe vodoravni komponenti pospeškometra (nagib v kotnih stopinjah [°]), relativno vrednost izhoda ničelne lege seizmometra in relativno vrednost temperature, izmerjeno v enoti Q730. Vpliv počasnega spreminjanja temperature na meritev je zelo nazorno viden (slika 1). Iz dobljenih podatkov lahko ocenimo, da stalno prihaja do majhnih sunkovitih nagibov. Spreminjanje vrednosti ničelne lege seizmometra se ujema z izmerjenimi podatki nagiba podlage, ki jo dobimo iz enote EpiSensor. Ti nagibi so bil na začetku meritev izraziti predvsem v vodoravni smeri E-W (vzhod/zahod). Kasneje se je nagibanje delno preneslo tudi na vodoravno komponento N-S (sever/jug). Slika 2 predstavlja meritev nagibanja v mesecu avgustu, to je v obdobju z najmanj motnjami. V tem obdobju si večinoma zaporedoma sledita dva različna mehanizma nagibanja (počasnejši in hitrejši). Iz podatkov meritev ni razvidno, kateri je primaren in kateri sekundaren. Iz slike lahko ocenimo, da se je podlaga v tem času nagibala relativno za cca $0,3^\circ \pm 0,1^\circ$ v E-W smeri in za največ $0,2^\circ \pm 0,1^\circ$ v N-S smeri. Pri natančnejši analizi deževnih dni, v obdobju med marcem in septembrom 2012, nismo ugotovili povezave med dežjem oziroma količino meteorne vode in nagibanjem podlage seizmometra. Na navpični komponenti pospeškometra smo zabeležili ravno tako šibke netipične signale, ki se dogajajo istočasno kot na vodoravnih komponentah.



Slika 1: Rezultati enoletne meritve.

Figure 1: The results of the one-year measurement.



Slika 2: Izsek iz slike 1 za obdobje avgust 2012 za horizontalne koimponente EpiSensor-ja.

Figure 2: Section from the Figure 1: 1-31 August 2012, for EpiSensor, horizontal components.

Zaključek

Vir dolgoperiodne motnje pripisujemo nagibanju betonske podlage. Vzroki za tako nagibanje so podrobneje obdelani v poročilu (Tasič in drugi, 2013). Z avtomatizacijo kontrole nivoja vode, avtomatsko kontrolo in izravnavo vrednosti ničelne lege preko Q730 enote zmanjšujemo vpliv nagibanja podlage.

Literatura

- Mali, M. in Tasič, I., 2011. Vpliv temperature na delovanje dolgoperiodnih seizmometrov. Potresi v letu 2010, Agencija RS za okolje, Ljubljana, 62-71.
- Tasič, I., Mali, M., Pančur L., 2013, Poročilo: razlogi za nagibanje podlage seizmometra na lokaciji CRNS, Agencija RS za okolje, Knjižnica-arhiv, Ljubljana
- Tasič, I. in Mali, M., 2008. Stabilnost temperature v seizmičnem jašku. Potresi v letu 2007, Agencija RS za okolje, Ljubljana, 28-34.
- Tasič, I., Mali, M., Pančur L., 2011, Temperaturna stabilnost potresne opazovalnice, Potresi v letu 2010, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, 57-61.
- Tasič, I., Mali, M., Pančur L., Pfundner, I., 2009. Meritev temperature v jaških opazovalnice Gorjuše, Potresi v letu 2008, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, 34-37.
- Vidrih, R., Sinčič, P., Tasič, I., Gosar, A., Godec, M., Živčič, M., Gostinčar, M., Zupančič, P., 2006, Državna mreža potresnih opazovalnic. Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo.

Milka Ložar Stopar, Mladen Živčić

ŽARIŠČNI MEHANIZMI NEKATERIH MOČNEJŠIH POTRESOV V SLOVENIJI V LETU 2012

FAULT PLANE SOLUTIONS OF SOME STRONGER EARTHQUAKES IN SLOVENIA IN 2012

Povzetek

Za močnejše potrese, ki so se leta 2012 zgodili v Sloveniji, smo s seizmogramov odčitali smeri prvih premikov ob vstopu vzdolžnega (longitudinalnega) valovanja. Za štiri potrese smo zbrali zadostno število podatkov za zanesljivo opredelitev rešitve prelomne ploskve. Njihove lokalne magnitude M_{LV} so bile v razponu od 2,1 do 3,8. Večina teh potresov je imela premik približno vodoraven ob skoraj navpičnem prelomu dinarske ali prečno dinarske smeri.

Abstract

The first onsets of the arrivals of the longitudinal waves were picked on the seismograms of stronger earthquakes in Slovenia in 2012. For 4 events with local magnitudes ranging from $M_{LV}=2.1$ to 3.8 there was enough data to determine fault plane solutions. The mechanisms are mostly of the strike-slip type with the fault strike along Dinaric or cross Dinaric direction.

Uvod

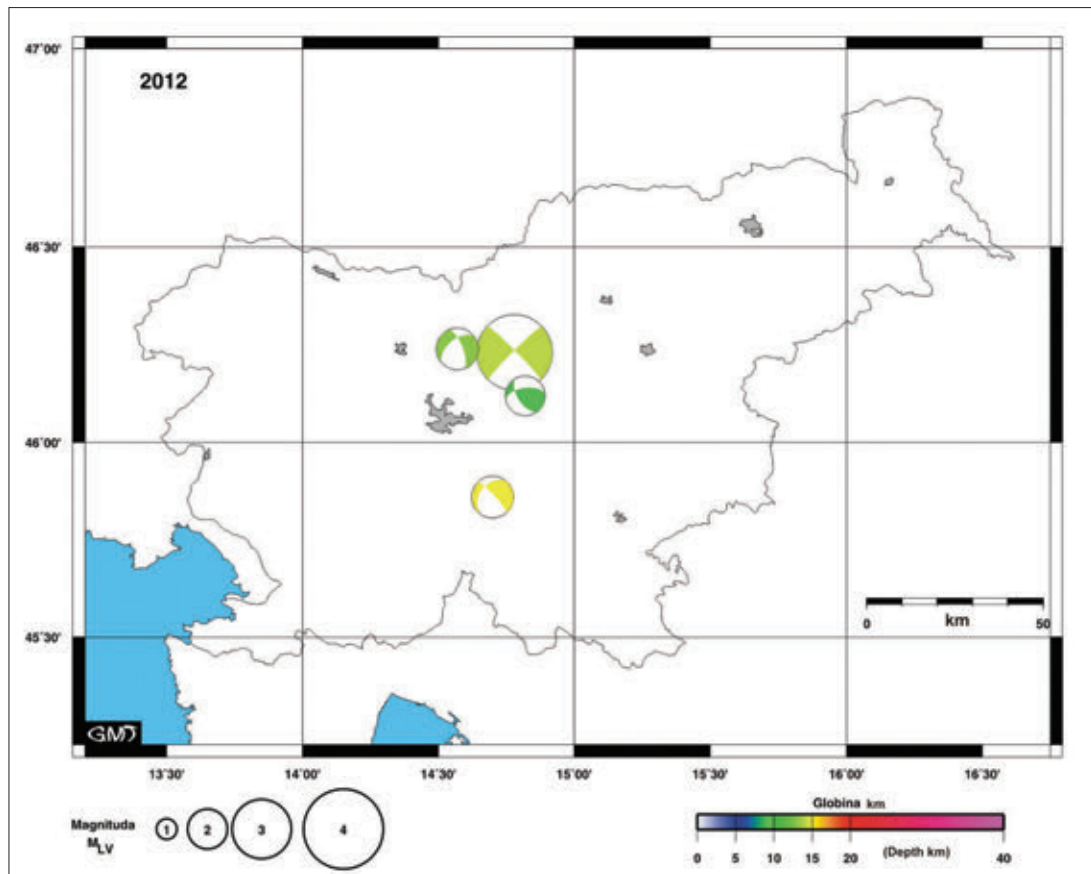
Z žariščnim mehanizmom predstavimo deformacijo izvora potresa, od koder se širijo potresni valovi. Določimo ga iz oblike zapisa potresnega valovanja. Uporabili smo metodo določanja mehanizma, ki upošteva smer vstopa vzdolžnega valovanja na posamezno opazovalnico. Vstop odčitamo na navpični komponenti seizmograma, njegova smer pa predstavlja kompresijo (zgoščitev) ali dilatacijo (razredčitev) tal pod potresno opazovalnico. Opis postopka določanja mehanizmov je v publikacijah iz preteklih let (Ložar Stopar, M., Živčić, M., 2008 in 2011).

Rezultati

V tem prispevku so zajeti štiri potresi v letu 2012, za katere smo s seizmogramov zbrali zadostno število podatkov za opredelitev rešitve prelomne ploskve in določitev žariščnih mehanizmov.

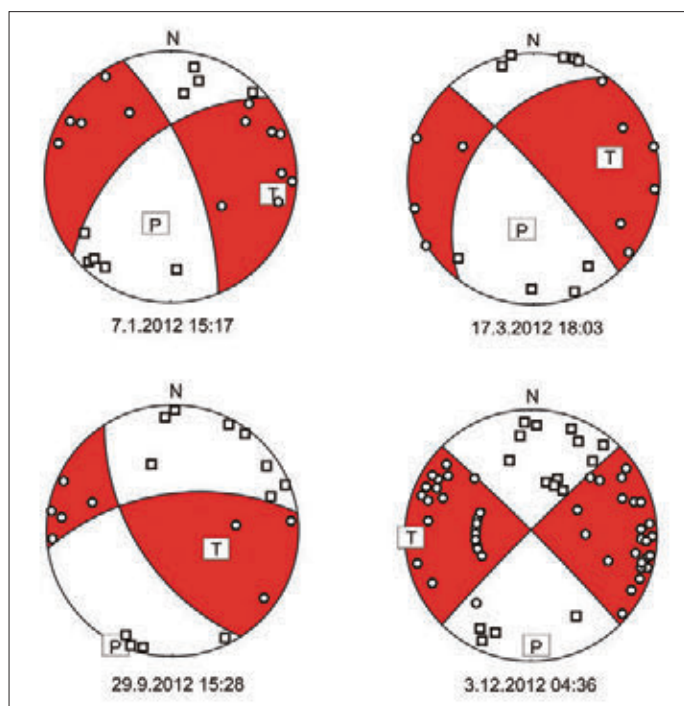
Najmočnejši med njimi z magnitudo $M_{LV}=3,8$ se zgodil 3. decembra pri Gornjem Gradu. Skupno število vstopov (odčitanih dilatacij in kompresij) za ta potres je bilo triinsedemdeset, eden izmed njih ni bil v skladu z rešitvijo. Smer vstopnega valovanja smo pri tem potresu določili na seizmogramih nekaterih opazovalnic do oddaljenosti 400 km od žarišča. Potresu z magnitudo $M_{LV}=2,1$, ki se je zgodil 17. marca pri Velikih Laščah, smo odčitali najmanj vstopov (devetnajst), kar je še zadoščalo za določitev žariščnega mehanizma.

Parametri dobljenih žariščnih mehanizmov štirih potresov so zbrani v preglednici 1, njihova geografska porazdelitev je na sliki 1. Izgled mehanizmov in lega opazovalnic z odčitanimi vstopi P valovanja v stereografski projekciji je predstavljena na sliki 2.



Slika 1: Lokacije močnejših potresov z njihovimi žariščnimi mehanizmi na ozemlju Slovenije in bližnje okolice v letu 2012. Obarvani kvadranti so kompresijski, barva predstavlja žariščno globino, velikost pa vrednost lokalne magnitude M_{LV} .

Figure 1: Locations and fault plane solutions of the selected earthquakes with epicentres in Slovenia or its immediate vicinity in 2012. Coloured quadrants are compressional. Colour gives information on focal depth and size scales with local magnitude M_{LV} .



Slika 2: Žariščni mehanizmi štirih močnejših potresov na ozemlju Slovenije v letu 2012. Kvadratki predstavljajo opazovalnice, ki so kot prvi prihod zabeležile dilatacijo, krogi opazovalnice, ki so zabeležile kompresijo. Označeni sta smeri največje (P) in najmanjše (T) napetosti. Podana je projekcija na spodnjo poloblo.

Figure 2: Fault plane solutions of the selected earthquakes in Slovenia in 2012. Squares denote stations with dilatation as the first onset and circles stations with compression. P and T are maximum and minimum stress axes. Lower hemisphere projection.

Preglednica 1: Parametri žariščnih mehanizmov močnejših potresov na ozemlju Slovenije v letu 2012. Smer je merjena od severa proti vzhodu, tako da je prelomna ploskev nagnjena v desno, naklon je merjen od vodoravne ravnine, premik je merjen v prelomni ploskvi od smeri preloma (Aki in Richards, 2002). P je os največje in T os najmanjše napetosti. Np je število uporabljenih podatkov o smeri prvih premikov. Nnp je število odčitkov neskladnih z rešitvijo.

Table 1: Focal mechanisms solutions of the selected earthquakes with epicentres in Slovenia in 2012. Strike is the azimuth of the horizontal direction taken so that the plane dips to the right, measured from the North through East (Aki's convention), dip of the fault is measured from the horizontal and rake is the angle of slip, measured in the plane of the fault from the strike direction to the slip vector. P is maximum and T minimum pressure axis. Np is number of P-wave first motion polarities used. Nnp is number of wrong P-wave first motion polarities.

datum	čas (UTC)	širina	dolžina	globina	M _{Lv}	ravnina 1			ravnina 2			P		T		Np	Nnp
						smer	naklon	premik	smer	naklon	premik	smer	naklon	smer	naklon		
date	time (UTC)	lat.	long.	depth	M _{Lv}	nodal plane 1			nodal plane 2			P		T		Np	Nnp
						strike	dip	rake	strike	dip	rake	azimuth	plunge	azimuth	plunge		
7. 1. 2012	15:17	46,24	14,57	13	2,1	231	52	-27	338	69	-138	201	44	101	11	22	0
17. 3. 2012	18:03	45,86	14,70	8	2,1	216	36	-14	317	82	-125	194	42	75	28	19	0
29. 9. 2012	15:28	46,12	14,82	9	2,0	262	57	40	147	57	140	205	0	115	50	20	0
3. 12. 2012	04:36	46,23	14,78	14	3,8	225	86	-4	315	86	-176	180	6	90	0	73	1

Preglednica 2: Parametri žariščnih mehanizmov določeni z inverzijo tenzorja potresnega navora za potres 3. 12. 2012 ob 4:36 UTC na INOGS, v Trstu (INOGS, 2013) ter EAS SLU v ZDA (EAS SLU, 2013).

Table 2.: Parameters of focal mechanisms for earthquake on 3 December 2012 at 4:36 UTC, as determined by inversion of seismic moment tensor at INOGS, in Trieste (INOGS, 2013) and at SLU EAS in U.S. (EAS SLU, 2013).

datum	čas (UTC)	avtor	širina	dolžina	globina	M _w	ravnina 1			ravnina 2			N
							smer	naklon	premik	smer	naklon	premik	
date	time (UTC)	author	lat.	lon.	depth	M _w	nodal plane 1			nodal plane 2			N
							strike	dip	rake	strike	dip	rake	
3.12.2012	4:36	CRS INOGS	46,23	14,81	18	3,9	47	78	24	311	66	167	9
3.12.2012	4:36	EAS SLU	46,23	14,77	19	3,89	313	71	159	50	70	20	38

Rešitev prelomnih ploskev, ki smo jih za potres pri Gornjem Gradu dobili iz smeri prvih premikov ob vstopu vzdolžnega potresnega valovanja na potresno opazovalnico, so podobne rešitvam, dobljenih z metodo inverzije potresnega navora na Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale, v Trstu (INOGS, 2013) in na Earth & Atmospheric Sciences Saint Louis University v ZDA (EAS SLU, 2013). Rešitve CRS INOGS in EAS SLU so podane v preglednici 2.

Zahvala

Zapise potresov na opazovalnicah v Avstriji in v pokrajini Furlanija-Juljska krajina v Italiji smo pridobili v okviru Mednarodnega sporazuma o izmenjavi seizmoloških podatkov v »realnem času« na področju Alpe-Jadran. Pri nekaterih potresih smo uporabili tudi zapise opazovalnic Hrvaške seizmološke službe. Slike smo izdelali s programom GMT (Wessel in Smith, 1991, 1998).

Literatura

- Aki, K. in Richards, P. G., 2002. Quantitative Seismology. University Sausalito Books, Sausalito CA, 700 str.
- EAS SLU, 2013. http://www.eas.slu.edu/eqc/eqc_mt/MECH.EU/20121203043600/index.html. Uporabljeno 18. 4. 2013.
- INOGS, 2013. http://rts.crs.inogs.it/it/project/3_tensore-momento.html. Uporabljeno 18. 4. 2013.
- Ložar Stopar, M., Živčič, M., 2008. Žariščni mehanizmi nekaterih močnejših potresov v Sloveniji v letih 2006 in 2007. V R. Vidrih, ur.: Potresi v letu 2007. Agencija Republike Slovenije za okolje, Ljubljana, 48-53.
- Ložar Stopar, M., Živčič, M., 2011. Žariščni mehanizmi nekaterih močnejših potresov v Sloveniji v letih 2008 in 2009. V A. Gosar, ur.: Potresi v letu 2010. Agencija Republike Slovenije za okolje, Ljubljana, 71-75.
- Wessel, P. in Smith, W.H.F., 1991. Free software helps map and display data, Eos, Trans. Amer. Un., Vol.72(441), str. 445-446.
- Wessel, P. in Smith, W.H.F., 1998. New, improved version of the Generic Mapping Tools released, EOS Trans. AGU, Vol. 79, str. 579.

**Martina Čarman, Matjaž Godec, Barbara Šket Motnikar, Mladen Živčić,
Milka Ložar Stopar**

POTRES 3. DECEMBRA 2012 PRI ZGORNJEM TUHINJU THE EARTHQUAKE ON 3 DECEMBER 2012 IN THE ZGORNJI TUHINJ REGION

Povzetek

Leta 2012 se je najmočnejši potres v Sloveniji zgodil 3. decembra ob 4.36 po univerzalnem koordiniranem času (UTC) oziroma ob 5.36 po srednjeevropskem času (SEČ) v bližini Zgornjega Tuhinja, pod Menino planino. Njegova lokalna magnituda je bila 3,8. Žariščni mehanizem kaže na približno vodoraven premik ob skoraj navpičnem zmičnem prelomu. Iz zapisov Državne mreže potresnih opazovalnic RS smo na istem področju decembra locirali še 7 popotresov. Z analizo zapisov potresov na prenosni opazovalnici, postavljeni v Zgornjem Tuhinju kmalu po potresu, smo žarišča umestili na globino 14 kilometrov. O največjih učinkih z intenziteto V EMS-98 so poročali prebivalci Gornjega Grada, Bočne, Florjana, Lenarta pri Gornjem Gradu, Ljubnega pri Savinji, Litije, Rafolč, Velike Lašne in Kamnika. Potres je v nadžariščnem območju na posameznih zgradbah povzročil manjše nekonstrukcijske poškodbe.

Abstract

The strongest event in Slovenia in 2012 took place on 3 December 2012 at 4:36 UTC (5:36 Central European time / CET) near village Zgornji Tuhinj, beneath the hill of Menina planina. Its local magnitude was 3.8. Focal mechanism gives almost vertical fault with strike slip mechanism. 7 more earthquakes, which occurred after the main shock, were analysed from records of Seismic network of the RS. Data from portable seismic station, temporarily set after the main earthquake in the immediate vicinity of the epicenter in Zgornji Tuhinj, enabled us to place earthquakes at the depth about 14 km. The highest intensity V EMS-98 was reported from Gornji Grad, Bočna, Florjan, Lenart pri Gornjem Gradu, Ljubno pri Savinji, Litija, Rafolče, Velika Lašna and Kamnik. In the epicentral area the earthquake caused slight non-structural damage to individual buildings.

Uvod

Leta 2012 se je najmočnejši potres v Sloveniji zgodil 3. decembra ob 4.36 UTC v bližini Zgornjega Tuhinja z lokalno magnitudo 3,8. Še isti dan je Urad za seizmologijo in geologijo v neposredni bližini nadžarišča, v gasilskem domu v Zgornjem Tuhinju, postavil prenosno potresno opazovalnico. Iz zapisov na opazovalnicah Državne mreže potresnih opazovalnic RS in zapisov prenosne opazovalnice v Zgornjem Tuhinju smo na istem območju uspeli izračunati lokacijo žarišča in opredeliti magnitudo še sedmim popotresom (ARSO, 2012-2013). Po zbranih podatkih pa prebivalci popotresov niso čutili.

Glavni potres je poleg preplaha povzročil tudi manjšo gmotno škodo predvsem na starejših objektih, grajenih pred letom 1964, ko je v veljavo stopil predpis o potresno odpornem projektiranju »Pravilnik o začasnih tehničnih predpisih za grajenje na potresnih področjih« (Ul. SFRJ 39/64, 1964). Sodelavci Urada za seizmologijo in geologijo smo si prijavljene poškodbe ogledali in jih v nadaljevanju opisali ter predlagali možna potresna ojačanja teh objektov.

Globina potresov

Potresu ob 4.36 UTC je kmalu sledilo nekaj šibkejših popotresov. V pričakovanju nadaljnjih popotresov smo še isti dan po glavnem potresu, 3. decembra, poiskali začasno lokacijo za postavitev potresne opazovalnice. Na pomoč so nam priskočili gasilci Prostovoljnega gasilskega društva Zgornji Tuhinj, ki so nam omogočili postavitev instrumentov v pritličju njihovega gasilskega doma. Kmalu po postavitvi smo ob 12.05 UTC zabeležili popotres z magnitudo MLV=1,6. Opre-

ma na opazovalnici je opisana v prispevku Potresne opazovalnice v Sloveniji v letu 2012 (Sinčič in drugi, 2013). Opazovalnica je delovala do 8. januarja 2013 in v tem času zabeležila še popotres 20. decembra 2012 ob 13.49 UTC.

Potresna opazovalnica, nameščena neposredno v nadžariščnem območju, nam omogoči zanesljivo določiti žariščno globino, saj lahko celotno oddaljenost žarišča od opazovalnice pripišemo žariščni globini. Oddaljenost žarišča potresa od potresne opazovalnice lahko ocenimo iz časovne razlike prihoda vzdolžnega (P) in prečnega (S) valovanja – večja kot je razlika, bolj oddaljeno je žarišče. Ob upoštevanju hitrostnega modela in predpostavki, da sta vzdolžno in prečno valovanje potovala po isti poti, smo tako določili, da sta bila na opazovalnici v gasilskem domu zaznana potresa na globini približno 14 kilometrov.

Žariščni mehanizem

Žariščni mehanizem smo določili iz oblike zapisa potresnega valovanja. Uporabili smo metodo določanja rešitve prelomne ploskve, ki upošteva smer vstopa vzdolžnega valovanja na posamezno opazovalnico. Vstop odčitamo na navpični komponenti seizmograma, njegova smer pa predstavlja kompresijo (zgostitev) ali dilatacijo (razredčitev) tal pod potresno opazovalnico (Ložar in Živčič, 2013). Za izračun smeri, v kateri je potresno valovanje zapustilo žariščno območje, smo uporabili povprečni hitrostni model za ozemlje Slovenije, opredeljen iz tridimenzionalnega modela za prostorsko valovanje (Michellini in drugi, 1998) in modela za površinsko valovanje (Živčič in drugi, 2000). Pri iskanju rešitev prelomnih ploskev smo si pomagali s programom Focmec (Snoke in drugi, 1984). Kot končno rešitev smo izbrali tisto, ki je imela najbolj vodoravno položeno os največje napetosti, ker je bilo v prejšnjih raziskavah ugotovljeno, da je os največje napetosti v tem področju usmerjena približno vodoravno (Poljak in drugi, 2000).

Žariščni mehanizem potresa so z inverzijo tenzorja seizmičnega momenta določili tudi na Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale, OGS v Trstu (INOGS, 2012) in na Earth & Atmospheric Sciences Saint Louis University v ZDA (EAS SLU, 2012). Njihove rešitve, podane v preglednici 2, so zelo podobne našim rešitvam, podanim v preglednici 1 in ustrezajo približno vodoravnemu premiku ob skoraj navpičnem zmičnem prelomu.

Učinki potresa

Potres se je zgodil ob 5.36 SEČ. Spletna stran ARSO, na kateri objavljamo rezultate samodejne obdelave zapisov potresov, je že v prvi minuti po potresu zabeležila 19 obiskov. Število obiskov

Preglednica 1: Potres 3. 12. 2012 ob 4.36 UTC ter parametri žariščnega mehanizma. Smer je merjena od severa proti vzhodu, tako da je prelomna ploskev nagnjena v desno, naklon je merjen od vodoravne ravnine, premik je merjen v prelomni ploskvi od smeri preloma (Aki in Richards, 2002). P je os največje in T os najmanjše napetosti. N je število uporabljenih podatkov o smeri prvih premikov.

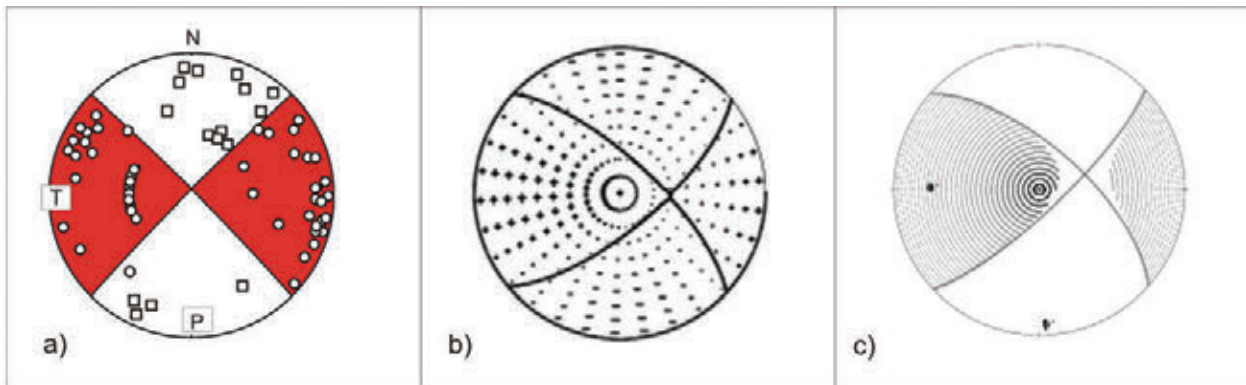
Table 1: Focal mechanism for 3 December 2012 at 4:36 UTC earthquake. Strike is the azimuth of the horizontal direction taken so that the plane dips to the right, measured from the North through East (Aki's convention), dip of the fault is measured from the horizontal and rake is the angle of slip, measured in the plane of the fault from the strike direction to the slip vector (Aki in Richards, 2002). P is maximum and T minimum pressure axis. N is number of P-wave first motion polarities used.

datum	čas (UTC)	širina	dolžina	globina	M_{LV}	ravnina 1			ravnina 2			P		T		N
						smer	naklon	premik	smer	naklon	premik	smer	naklon	smer	naklon	
date	time (UTC)	lat.	long.	depth	M_{LV}	nodal plane 1			nodal plane 2			P		T		N
dd.mm.yyyy	hh:mm	°N	°E	km		strike	dip	rake	strike	dip	rake	azimuth	plunge	azimuth	plunge	
3.12.2012	4:36	46,23	14,78	14	3,8	225	86	-4	315	86	-176	180	6	90	0	73

Preglednica 2: Parametri žariščnega mehanizma določenega z inverzijo tenzorja seizmičnega momenta za potres 3. 12. 2012 ob 4.36 UTC na INOGS, OGS v Trstu (INOGS, 2012) ter EAS SLU v ZDA (EAS SLU, 2012). *N* je število opazovalnic, uporabljenih pri inverziji.

Table 2: Parameters of focal mechanism for earthquake on 3 December 2012 at 4:36 UTC determined by inversion of seismic moment tensor at INOGS, OGS in Trieste (INOGS, 2012) and at SLU EAS in U.S. (EAS SLU, 2012). *N* is the number of stations used in the inversion.

datum	čas (UTC)	avtor	širina	dolžina	globina	M_{LV}	ravnina 1			ravnina 2			P		T		N
			°N	°E	km		smer	naklon	premik	smer	naklon	premik	smer	naklon			
date	time (UTC)	author	lat.	long.	depth	M_{LV}	nodal plane 1			nodal plane 2			P		T		N
dd.mm.yyyy	hh:mm		°N	°E	km		strike	dip	rake	strike	dip	rake	azimuth	plunge	azimuth	plunge	
3.12.2012	4:36	CRS INOGS	46,23	14,78	14	3,8	225	86	-4	315	86	-176	180	6	90	0	73
3.12.2012	4:36	EAS SLU	46,23	14,78	14	3,8	225	86	-4	315	86	-176	180	6	90	0	73



Slika 1: Žariščni mehanizem potresa 3. 12. 2012 ob 4.36 UTC: a) določen iz smeri vstopa vzdolžnega valovanja na potresne opazovalnice; b) opredeljen z inverzijo tenzorja seizmičnega navora v Eas SLU (EAS SLU, 2012); c) opredeljen z inverzijo tenzorja seizmičnega navora v INOGS (INOGS, 2012).

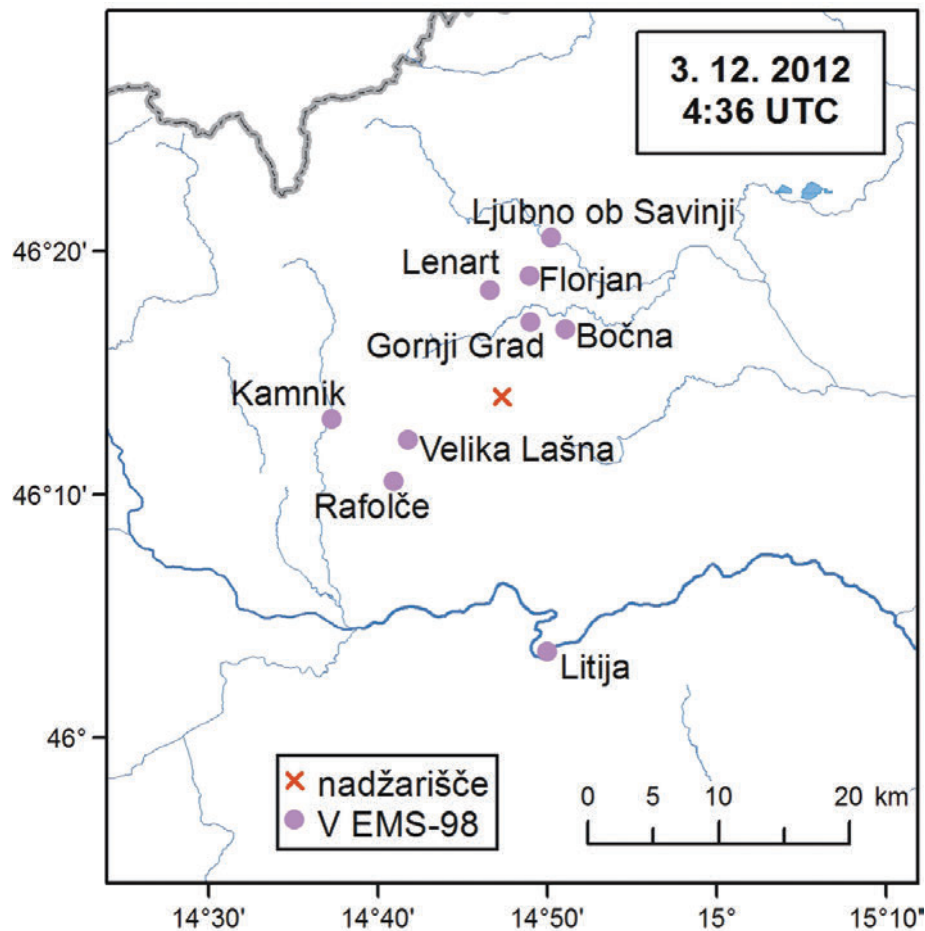
Figure 1: Focal mechanism for the event on 3 December 2012 at 4:36 UTC: a) From the polarity of the first arrivals of P waves; b) from inversion of seismic moment tensor at SLU EAS in U.S. (EAS SLU, 2012) and c) from inversion of seismic moment tensor at INOGS, OGS in Trieste (INOGS, 2012).

je zatem hitro naraščalo in se povzpelo na skoraj tisoč v prvih petih minutah, v vsem dnevu pa na več kot 20 tisoč.

Podatke o učinkih potresa so nam posredovali številni prostovoljni opazovalci, katerim smo naslednji dan po pošti poslali 835 vprašalnikov. Odzvali so se 704 opazovalci in nam vrnili izpolnjene vprašalnike. Prejeli smo tudi 204 izpolnjene vprašalnike z naše spletne strani (<http://www.arso.gov.si/potresi/vprašalnik/>) in zelo veliko telefonskih klicev. Po zbranih podatkih je potres čutilo 547 vprašanih oseb, 403 vprašani pa potresa niso zaznali.

Na podlagi vseh zbranih podatkov smo ocenili učinke potresa po Evropski potresni lestvici EMS-98 (Grünthal, 1998a, 1998b). Intenziteta za posamezna naselja je prikazana v prispevku (Jesenko in drugi, 2013) na sliki 5. Potres je poleg preplaha povzročil tudi nekaj gmotne škode. O poškodbah so poročali posamezniki Gornjega Grada, Bočne, Florjana, Lenarta pri Gornjem Gradu, Ljubnega pri Savinji, Litije, Rafolč in Velike Lašne. Vsa naštetna naselja, kot tudi Kamnik, so imela učinke V EMS-98 (slika 2). Prebivalci omenjenih naselij so navajali močno tresenje, prestrašenost, znatno nihanje visečih predmetov, žvenket steklenine in porcelana, premikanje nestabilnih predmetov ter zanemarljive poškodbe na posameznih stavbah. Poročilo o lasastih razpokah smo preje-

li celo iz Velenja in Ljubljane. Učinke IV EMS-98 smo ocenili v krogu polmera do približno 50 km od nadžarišča. Posamezna sporočila o zaznavanju potresa so prišla iz vseh slovenskih pokrajin, po podatkih seizmologov iz Avstrije in Italije so ga čutili v krogu polmera 170 km od nadžarišča.



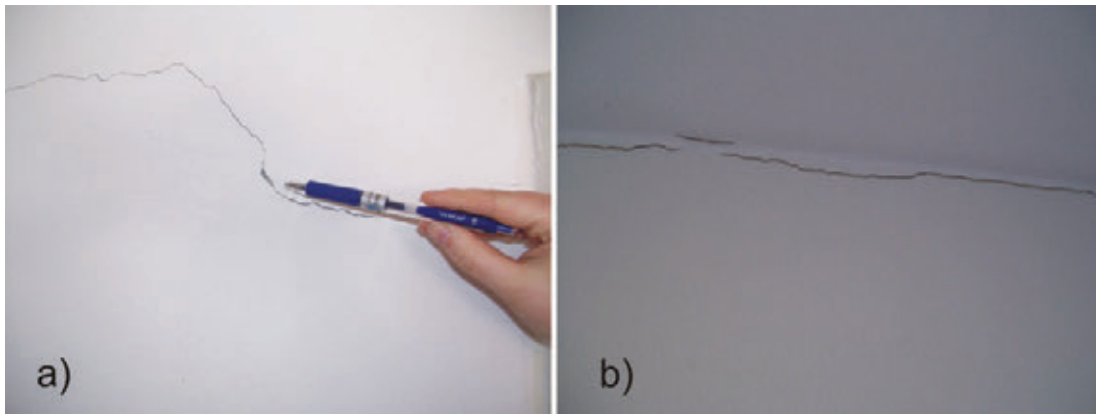
Slika 2: Naselja, kjer so bili učinki potresa ocenjeni z intenziteto V EMS-98.

Figure 2: Settlements with intensity V EMS-98.

Poškodbe objektov

Najmočnejši potresni sunek 3. decembra 2012 na območju Gornjega grada je poleg preplaha povzročil tudi nekaj gmotne škode. Poškodbe, ki smo si jih ogledali, niso bile nikjer takšne, da bi bila uporaba objektov nevarna oz. da bi bili uporabniki ogroženi. Skupno smo manjše poškodbe popisali na 10 objektih v Gornjem Gradu in bližnji okolici.

Na zgradbi, zgrajeni okoli leta 1950, kjer domujejo občina Gornji Grad, Zgornjesavska kmetijska zadruga in Kulturni dom na Attemsovem trgu 3 v Gornjem Gradu, so se ob potresu pojavile manjše poškodbe (lasaste razpoke) na nosilnih in predelnih stenah (slika 3a). Pri tem je potrebno poudariti, da ima zgradba ponekod betonski ponekod pa lesen strop. Zgradbe z lesenimi stropi, ki nimajo vgrajenih vodoravnih potresnih vezi, ne zagotavljajo enovitega obnašanja objekta. Pri takšnih objektih lahko pride do nihanja zidov v različnih smereh in pojavljajo se večje ali manjše razpoke, ki so skoncentrirane predvsem na stikih zidov in stropa oziroma stiku dveh zidov. Omenjene manjše poškodbe so značilne za tako grajene starejše hiše. Takšen obseg poškodb smo opazili tudi na več stanovanjskih objektih v Gornjem gradu. Stanovanjska hiša na Tajni 5 v Gornjem Gradu je bila zgrajen leta 1938. Stropi so leseni, zidovi pa so debeli iz opeke in delno obdelanega kamna. Med potresom je s strehe odpadlo nekaj strešnikov, pojavile so se lasaste razpoke v ometu (slika 3b), razširilo se je nekaj obstoječih razpok na stiku sten in stropa.



Slika 3: a) Med potresom so se razširile obstoječe razpoke, pojavile so se nove lasaste razpoke v ometu. Stavba na Attemsovem trgu 4 v Gornjem Gradu. b) Med potresom je nastala globoka razpoka na stiku lesenega stropa in nosilnega zidu. Stanovanjska hiša na Tajni 5 v Gornjem gradu.

Figure 3: a) During the earthquake, the existing cracks have extended, new hairline cracks in the plaster appeared. Building on Attemsov trg 4 in Gornji Grad. b) During the earthquake a deep crack occurred in the contact of the wooden ceiling and the supporting wall. The house at Tajna 5 in Gornji Grad.

Starejše hiše na Slovenskem so grajene iz obdelanega kamna ali opeke. Debeli polni zidovi in težka kritina so osnova za veliko maso objektov, kar posledično predstavlja velike potresne sile. Tudi leseni stropi imajo maso povečano zaradi polnitev s peskom. Ob močnejšem potresu takšen objekt ni sposoben prevzeti večjih obremenitev brez poškodb. Masivne zgradbe težko prevzamejo velike potresne sile s prožnim obnašanjem, zato jih prevzamejo s poškodbami posameznih delov konstrukcije.

Mnogi starejši objekti imajo zadostno potresno odpornost že zaradi svoje arhitektonske zasnove, pa tudi kvalitetno izvedeni masivni nosilni zidovi so sposobni prevzeti velike potresne sile. Bistvena pomanjkljivost takrat grajenih objektov so med seboj nepovezani zidovi in težke stropne konstrukcije. Zato je pri potresnem ojačevanju starejših objektov potrebno poskrbeti za povezavo zidov v višini stropne konstrukcije. Prav tako pa je smotrno zmanjšati maso objekta z lažjimi kritinami in odstranjevanjem konstruktivno nepotrebnih polnil v stropni konstrukciji.

Sklep

Najmočnejši potres v Sloveniji v letu 2012 se je zgodil 3. decembra ob 4.36 UTC v bližini Zgornjega Tuhinja. Potres z lokalno magnitudo 3,8 je nastal na zmičnem prelomu na globini 14 km. Prenosna opazovalnica, ki smo jo postavili še isti dan po potresu, je v več kot enem mesecu delovanja zaznala le dva šibka popotresna sunka.

Glavni potres je poleg preplaha povzročil tudi manjšo gmotno škodo predvsem na starejših objektih. Objekti na območju Gornjega Grada so utrpeli lažje poškodbe, kot so razpoke v ometu, odpadanje posameznih strešnikov, odpadanje koščkov beleža in ometa, razpoke na stiku stropov in sten, počena stenska keramika, razširjanje obstoječih razpok in podobno. Vsi pregledani poškodovani objekti so bili zgrajeni pred letom 1964, ko je bil sprejet sodoben predpis o potresno odpornem projektiranju.

Leta 1964 je bil sprejet predpis »Pravilnik o začasnih tehničnih predpisih za grajenje na potresnih področjih«. Velik del objektov, zgrajenih po letu 1964, ima ustrezno potresno odpornost in z veliko verjetnostjo lahko pričakujemo, da so ti objekti sposobni brez porušitve prestatati močne potrese. Sam predpis sicer še ni vse, zato smo pogosto vedno znova presenečeni, da so med potresi poškodovani tudi sodobni objekti. Potres je dogodek, ki razkriva vse nepravilnosti, ki so se dogo-

dile bodisi v fazi projektiranja ali izvedbe objektov. Nespoštovanje predpisov, slabo detajliranje, malomarno izvedbo, »prihranek« pri materialu ipd. pogosto razgalijo že šibki potresni sunki.

Viri in literatura

- Agencija RS za okolje, 2012–2013. Preliminarni tedenski seizmološki bilteni za 2012 in 2013. Arhiv ARSO, Ljubljana.
- Aki, K. in Richards, P. G., 2002. Quantitative Seismology. University Sausalito Books, Sausalito CA, 700 str. EAS SLU, 2012.
- http://www.eas.slu.edu/eqc/eqc_mt/MECH.EU/20121203043600/index.html. Uporabljeno 10. 6. 2013.
- 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.
- Grünthal, G. (ur.), 1998b. 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 22. 4. 2013).
- INOGS, 2012. http://rts.crs.inogs.it/it/project/3_tensore-momento.html?year=2012&page=1. Uporabljeno 10. 6. 2013.
- Jesenko, T., Šket Motnikar, B., Živčič, M., Čarman, M., Prosen T., 2013. Potresi v Sloveniji leta 2012. Potresi v letu 2012, Agencija za okolje, Ljubljana.
- Ložar S. M., Živčič M., 2013. Žariščni mehanizmi nekaterih močnejših potresov v Sloveniji v letu 2012. Potresi v letu 2012, Agencija za okolje, Ljubljana.
- Michelini, A., Živčič, M. in Suhadolc, P., 1998. Simultaneous inversion for velocity structure and hypocenters in Slovenia. *Journal of Seismology*, 2(3), 257-265.
- Poljak M., Živčič M., Zupančič P., 2000. The Seismotectonic Characteristics of Slovenia. *Pure appl. Geophys.*, vol. 157, 37-55.
- Sinčič P., Tasič I., Živčič M., Prosen T., 2013. Potresne opazovalnice v Sloveniji v letu 2012. Potresi v letu 2012, Agencija za okolje, Ljubljana.
- Snoke, J.A., Munsey, J.W., Teague, A.G. in Bollinger, G.A., 1984. A Program for Focal Mechanism Determination by the Combined Use of Polarity and SV-P Amplitude Ratio Data. *Earthquake Notes*, 55, No. 3, p. 15.
- Uradni list SFRJ, 1964. Pravilnik o začasnih tehničnih predpisih za grajenje na potresnih področjih. 39/64.
- Živčič, 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.

Ina Cecić

POTRESI V TUHINJSKI DOLINI LETA 1840 EARTHQUAKES IN TUHINJ VALLEY IN 1840

Povzetek

Potres, ki se je zgodil 3. decembra 2012 v okolici Gornjega Grada, je spadal med močnejše potrese v Sloveniji v zadnjih letih. Le malokdo pa ve, da je na istem območju nastal močen potres tudi leta 1840. Glavni potres se je zgodil 27. avgusta 1840 in je v Ljubljani in Železni Kapli (Eisenkappel, Avstrija) dosegel intenziteto VII EMS-98. Makroseizmična magnituda glavnega potresa, določena iz polja intenzitete VI, je bila 5,0. Čutili so ga celo v 200 km oddaljenih Benetkah. V članku so opisani učinki glavnega potresa in njegovi popotresi.

Abstract

The event that occurred in the vicinity of Gornji Grad on 3 December 2012 was among the stronger events in the last years. It is less known that there was a stronger earthquake in the same area in 1840. The main shock happened on 27 August 1840 with the epicentre in Tuhinj Valley. The maximum intensity was VII EMS-98 in Ljubljana and in Eisenkappel, Austria. It was felt as far as Venice, Italy, 200 km away. The macroseismic magnitude of the main shock, estimated from the area of intensity VI EMS-98, was 5.0. The effects of the main shock and its aftershocks are described.

Uvod

Že več let si na Uradu za seizmologijo in geologijo ARSO prizadevamo, da bi izboljšali svoje znanje o potresih, ki so se na območju Slovenije zgodili v bližnji ali daljni preteklosti. Posebej zanimivi in pomembni so potresi, ki so povzročili gmotno škodo. Nekateri močni potresi, kot na primer ljubljanski leta 1895 ali idrijski leta 1511, so zaradi svoje izpostavljenosti v medijih dobro znani. Nekateri deli Slovenije so vsem znani kot območja, kjer se dogajajo močni potresi. Posočje, Ljubljana z okolico in Krško-Brežiška kotlina zagotovo spadajo med najbolj potresno nevarna. V primerjavi s tem je Tuhinjska dolina redko omenjena kot nadžariščno območje. O dogodku 3. decembra 2012, ki so ga čutili prebivalci celotne Slovenije, lahko preberete tudi v tokratni publikaciji (Čarman in sod., 2013; Godec in sod., 2013). V tem prispevku pa bomo predstavili precej neznan potres, ki se je zgodil 27. avgusta 1840 z nadžariščem blizu Zgornjega Tuhinja. Povzročil je nekaj poškodb in veliko strahu.

Potresna dejavnost leta 1840

V podatkovnih virih za leto 1840 (predvsem v takratnih časopisih) ni veliko poročil o potresih v Sloveniji in bližnji okolici, razen niza potresov v Tuhinjski dolini, ki je zaznamoval dogajanja v drugi polovici leta. Tudi na Hrvaškem so bili tistega leta le manjši potresi, toda daleč stran od Slovenije – na otoku Mljetu in pri Dubrovniku.

Potres 27. avgusta 1840 in njegovi učinki

V zgodnjih popoldanskih urah 27. avgusta 1840, natančneje ob 13. uri in 5 minut po lokalnem času (12.05 po UTC) so prebivalci skoraj celotne Slovenije čutili močen potres. Močno so ga čutili tudi v južni Avstriji, poročila o njegovih učinkih pa so prišla še iz Italije in Hrvaške. Očividci so poročali, da so slišali »bučanje, kakor bi prihajal vihar, nato so trajali sunci od juga proti severu 4 sekunde« (Koblar, 1896). V številnih krajih so se na stenah pojavile razpoke, na tla so padali kosi dimnikov in ometa.

Preglednica 1: Dnevi v letu 1840, za katere pregledani podatkovni viri omenjajo potrese, in število virov. Primarni viri – nastali v času opisanega dogodka na podlagi osebnih izkušenj ali pričevanj očitidcev. Sekundarni viri – nastali pozneje, prepisovanje ali povzemanje primarnih virov.

Table 1: Earthquake days in 1840 and number of historical sources for each day. Primary sources – contemporary to the described event, reports of eyewitnesses. Secondary sources – written later, copying or compiling the original reports.

Datum	Št. primarnih virov	Št. sekundarnih virov	Opomba
Date	No. of prim. sources	No. of second. sources	Remark
14. 01. 1840		1	Mljet
17. 01. 1840	1	3	Italija
18. 01. 1840		1	Hrvaška
25. 01. 1840		1	Celovec / Klagenfurt
02. 05. 1840		1	Dalmacija
08. 08. 1840		1	Mljet
27. 08. 1840	6	27	
28. 08. 1840		1	napačen čas / fake in time
29/30. 08. 1840	1		
30. 08. 1840	3	6	
01. 09. 1840		2	
02. 09. 1840	2	7	
05. 09. 1840		1	
24. 09. 1840	3	5	
25. 09. 1840	2	1	
27. 09. 1840		1	napačen čas / fake in time
30. 09. 1840		1	napačen čas / fake in time
sep–dec 1840		1	Dubrovnik
10. 12. 1840		1	Videm / Udine
25. 12. 1840	1	2	

Posebej nenavadno je, da so v Ljubljani med potresom iz zraka rosile kapljice s snovjo, podobno žveplu. Pojav žvepla se v literaturi omenja pri zelo močnih potresih. Fuller (1912) v svojih zapisih o najbolj znanih potresih leta 1811 in 1812 pri New Madridu v ZDA omenja tudi pojav žveplene pare. Pojav žvepla v zraku, vodi in v obliki sulfatov na določenih podlagah se povezuje z vulkansko aktivnostjo. Pri potresu v Tuhinjski dolini govorimo o razmeroma majhni magnitudi, pri kateri zagotovo ni prišlo do sprememb v vulkanskem režimu območja. Zato je pravi razlog, zaradi katerega je prišlo do opisanega pojava, še vedno neznan.

V predstavitvi podrobnejšega opisa učinkov potresa v najbolj prizadetih krajih je vsakemu kraju v oklepaju pripisano tudi nemško ime, če ga tako navaja citirani vir.

Železna Kapla (Eisenkappel, Avstrija)

Prebivalci so čutili mogočen potres, ki je trajal 5–6 sekund, v smeri od severozahoda proti jugovzhodu. Bili so prestrašeni. Stavbe so se stresle z glasnim grmenjem, zlasti v zgornjih nadstropjih, tako, da so v stenah nastale razpoke, odpadala je malta in kamenje predvsem z dimnikov, iz skalovja se je krusilo kamenje. Več zidov je bilo potrebno podpreti zaradi nevarnosti zrušenja. (Klagenfurter Zeitung, št. 72, 6. 9. 1840)

Ljubljana (Laibach)

Gospod Johann Kersnik, profesor fizike na liceju v Ljubljani, je o tem dogodku napisal zelo natančno poročilo, ki so ga objavili časopisi, mi pa ga povzemamo: »Na označeni dan, 5 minut po 1 uri popoldne je bilo slišati nenadoma grmenju podobno podzemeljsko hrumenje, ki ga je

spremljalo čisto posebno pokajoče hreščanje v atmosferi in komaj zaznavno gibanje zraka. Skoraj istočasno so se tla tako mogočno stresla, da se ljudje tu, kjer podobni dogodki niso velika redkost in je na primer ne neznan iz leta 1836 še v svežem spominu, tako močnega potresa ne spominjamo. Sledilo je več od juga na sever usmerjenih horizontalnih nihanj zgornjega dela zemeljske površine s tako veliko hitrostjo in jakostjo, da ni bilo mogoče niti pravilno šteti števila potresnih sunkov, niti točno določiti časa trajanja. Nenavadni pojav je moral v celem trajati nekako štiri sekunde. Na barometru je bilo 27 col 8 črtic, na toplomeru 20 °R¹. Jugozahodno in severno kot tudi v zenitu neba je bilo oblačno. Jakost nastalega potresa se more odmeriti po spremljajočih pojavih. V ženskem samostanu je v zvoniku udaril veliki zvon zelo znatno in podobno v cerkvi pri frančiškanih; mnogi zvonci so udarjali v hišah predvsem v okolici mosta pri sv. Jakobu in vseskozi po Dunajski cesti; s polic so leteli nestabilni predmeti na tla in se razbili, iz sten in stropov je na mnogih mestih odpadel omet; mnogo zgradb je dobilo opazne razpoke, opeka je letela s streh in dimniki so se podirali. Nekateri so baje med potresom opazili žveplene sopare v atmosferi in pozneje njihovo usedanje na tla in druge predmete.«

Podobno, z gotovo enako jakostjo in posledicami, so potres čutili v Goričanah (Görtschach), Škofji Loki (Lack), Dolu pri Ljubljani (Lustthal), Gornjem Gradu (Oberburg) in Kamniku (Stein). (Carniola, št. 36, 31. 8. 1840; Der Adler, št. 212, 5.09.1840)

Več o učinkih potresa v Ljubljani in ostalih krajih lahko preberete v Dodatku.

Šentožbolt (St. Oswald)

Prof. Hlubek iz Gradca je malo pred potresom prišel na izlet v Šentožbolt. Takoj po kosilu so zaslišali hrup, ki se je premikal v smeri sever-jug. Bučanju je sledil močan potres v isti smeri. Kosi pohištva v jedilnici so se močno tresli, jedi so se raztresle, posoda je žvenketala in stavba pošte je močno nihala. Gostje v prvem nadstropju so bili zelo panični, nekaj žensk je omedlelo, nekaj ljudi je poiskalo zavetje pod podboji. Sam je mislil, da ga bo stavba pokopala, pa je po štirih minutah tresenja vseeno še stala, čeprav z nekaj razpokami. (Grätzer Zeitung, št. 139, 31. 8. 1840)

Vače (Watsch)

Vibracije tal so bile v smeri vzhod-zahod. Na hišah je tresenje na tla vrglo štukature, padlo je več strešnikov in nastala je tudi škoda na stavbah. (Laibacher Zeitung, št. 71, 5. 9. 1840)

Vransko (Franz)

Potres je poleg cerkve poškodoval tudi druge stavbe, vključno z neko veliko hišo vzhodno od cerkve. (Grätzer Zeitung, št. 139, 31. 8. 1840)

Slovenj Gradec (Windischgrätz)

Ob 1 uri in 5 minut popoldan je v Slovenj Gradcu prišlo do ostrega valovitega tresenja od severovzhoda proti jugozahodu, ki je trajalo tri in pol sekunde. Ta pojav je povzročil paniko med ljudmi in vsi so, v strahu pred drugim potresom, iskali pot na prosto. Pohištvo se je premaknilo, nekatero tudi prevrnilo, slabe stene so razpokale. V cerkvi sv. Urha so bili oboki močno poškodovani, v nadžupniji sv. Martina pa so močno zazvonili zvonovi. (Grätzer Zeitung, št. 140, 1. 9. 1840)

Časopisni in drugi viri poročajo še o mnogih zanimivostih v drugih krajih. V Cerkljah na Gorenjskem (Zirklach) so na zidovih cerkve nastale številne razpoke in na vzpetini stoječi grad Thurn se je tako zibal, da je to opazil zunaj stoječi hlapec. V Kamniku je bil potres zelo močan in je poškodoval cerkev. Več bližnjih gradov je bilo prizadetih (Carniola, št. 38, 7. 9. 1840). V Kamniških Alpah so se gozdni delavci bali, da jih bodo bližnje skalnate gmote zasule in so v smrtnem strahu popadali na tla. Odtrgale so se ogromne skalne gmote in zgrmele v dolino (Carniola, št. 39, 11. 9. 1840). V Arriachu pri Beljaku so se zaradi štirih močnih valovitih sunkov delavci na

1 Réaumurjeva temperaturna lestvica; temperaturo v Réaumurjevih enotah enostavno pretvorimo v Celzijeve: $T(^{\circ}\text{C}) = 1,25 * T(^{\circ}\text{R})$

poljih, ki so pobirali letino, v strahu vrgli na zemljo (Klagenfurter Zeitung, št. 71, 2. 9. 1840). V župnijah Luče (Leutsch) in Solčava (Sulzbach) je prišlo do podorov skal (Hoernes, 1902). Potres so čutili tudi v Beli Krajini, in sicer v vaseh Božakovo (Boshakovo) ter Losniz (nismo še ugotovili, kateri kraj ustreza temu nemškemu imenu) bei Möttling (pri Metliki). V Milanu (Mailand) so potres zabeležili magnetometri (po Gazzetta di Milano poročal Klagenfurter Zeitung, št. 73, 9. 9. 1840). V Benetkah (Venedig) so štirje strokovnjaki v nekem laboratoriju opazovali polarizacijo svetlobe, med tem so čutili potres (Der Adler, št. 213, 7. 9. 1840). V Karlovcu (Karlstadt) na Hrvaškem so čutili precej močen potres; slike, zrcala in na stenah viseči predmeti so opazno zanihali (po Agrarmer Zeitung poročal Klagenfurter Zeitung, št. 74, 13. 9. 1840).

Podatkovni viri in ocenjevanje intenzitet

Podatkovne vire za zgodovinske potrese delimo na primarne in sekundarne. Primarni viri so tisti, ki so jih napisali očitvidci nekega dogodka oziroma so nastali v času, ko se je zgodil dogodek, ki ga opisujejo. V našem primeru med primarne vire štejemo časopise. Pri analizi so bili uporabljene časopisi Carniolia, Illyrisches Blatt, Laibacher Zeitung (vsi dostopni na spletni strani Digitalna knjižnica Slovenije, <http://www.dlib.si>), Klagenfurter Zeitung, Der Adler (dostopni na spletni strani ANNO – Oesterreichische Nationalbibliothek, <http://anno.onb.ac.at>) in Grätzer Zeitung.

Sekundarni viri so nastali na podlagi primarnih virov. Napisali so jih avtorji, ki niso imeli osebne izkušnje z omenjenim dogodkom in so svoje poročilo zasnovali na poročilih drugih. Za potrese iz leta 1840 smo zbrali podatke 27 sekundarnih virov. Nekateri sekundarni viri navajajo svoje vire podatkov; v teh primerih smo jih poskusili poiskati.

Preglednica 2: Kronološki pregled prispevkov o potresih v pregledanih primarnih virih. Za vsak časopis so podane številke, v katerih je omenjen posamezen dogodek.

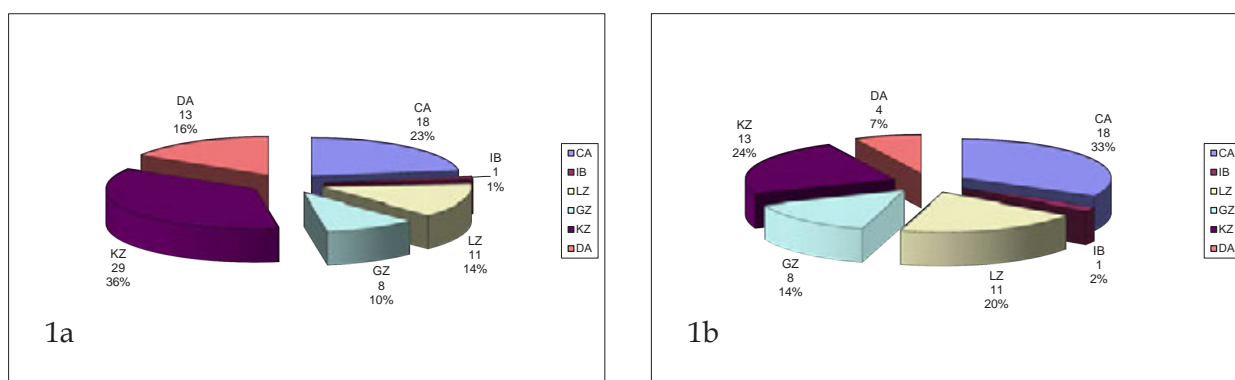
Table 2: Chronological list of reports about earthquakes in primary sources. Zjutraj = in the morning, noč = night.

Vir – Source	Carniolia	Der Adler	Grätzer Zeitung	Illyrische Blatt	Klagenfurter Zeitung	Laibacher Zeitung
Čas potresa SEČ Event time CET						
17.01.1840 13:30						8
27.08.1840 13:05	36, 38, 39	211, 212, 213	139, 140	36	71, 72, 73, 74	69, 70, 71, 77, 79
27.08.1840 13:15		211				
27.08.1840 23:30	38					
28.08.1840 zjutraj	36					
29/30.08.1840 noč	38					
30.08.1840 06:00	38	213			72	70
2.09.1840 04:00	38					73
2.09.1840 12:00	38					71
24.09.1840 22:00	44				79	77
24.09.1840 22:25					79	79
25.09.1840 18:00					79	79
25.12.1840 18:37					104	

Preglednica 3a: Primarni viri o potresih v letu 1840 uporabljeni v tej raziskavi. b. Ostali podatkovni viri o potresih leta 1840. Šifra vira je oznaka, s katero je vir zaveden v Makroseizmičnem arhivu ARSO.

Table 3a: Primary sources about the earthquakes in 1840, used in this paper. b. Other data sources about the earthquakes in 1840. Source code is the mark used in Macro seismic archive of ARSO.

Šifra vira	Vir
Source code	Source
VR321	Carniolia, 1840, Laibach (št. 36, 38, 39, 44)
IC788	Illyrisches Blatt, 1840, Laibach (št. 36)
IC789	Laibacher Zeitung, 1840, Laibach (št. 69, 70, 71, 73, 77, 79)
IC791	Grätzer Zeitung, 1840, Graz (št. 139, 140)
IC793	Klagenfurter Zeitung, 1840, Klagenfurt (št. 71, 72, 73, 74)
IC794	Der Adler, 1840, Wien (št. 211, 212, 213)



Slika 1: a) Število krajev omenjenih v posameznem časopisnem viru. b) Število krajev omenjenih le v tem časopisnem viru, ali prvič v tem viru. CA – Carinthia, IB – Illyrisches Blatt, LZ – Laibacher Zeitung, GZ – Grätzer Zeitung, KZ – Klagenfurter Zeitung, DA – Der Adler.

Figure 1: a) Number of localities as mentioned in each newspaper source. b) Number of localities mentioned only in one newspaper, or first mentioned in that newspaper.

Vse intenzitete, večje od V EMS-98 (20 naselij), so bile ocenjene na podlagi primarnih podatkov oziroma kombinacije primarnih in sekundarnih podatkov. Cel podatkovni niz za ta potres vsebuje 51 intenzitetnih točk (50 s koordinatami in eno brez). Glede na zgodovinsko obdobje lahko rečemo, da so podatki precej celoviti.

Pri ocenjevanju intenzitet za zgodovinske potrese pogosto naletimo na primere, ko ni mogoče opredeliti točne intenzitetne stopnje, bodisi zato, ker gre za zelo kratko poročilo, ali pa so opisani učinki, ki jih naša lestvica ne vsebuje. Tako se v podatkih za ta potres pojavljajo tudi te kategorije: poškodbe (ko imamo le podatek, da je v nekem kraju potres povzročil škodo, ne pa tudi kaj več o tem, kakšno škodo in na koliko objektih), podori (geološki pojavi se ne upoštevajo pri določanju intenzitete po EMS-98) in »zaznavanje« (ko iz razpoložljivih podatkov ne moremo določiti, koliko ljudi je zaznalo potres in kako močno).

Kar nekaj podatkovnih virov navaja napačne podatke o glavnem potresu ali posameznih potresih. Tako Kišpatic (1891) poroča o potresu, ki naj bi se zgodil 28. avgusta, toda iz navedenih opisov je jasno, da gre za tipkarsko napako. Stražar (1970) pa omenja dva potresa, oba pa vmešča en mesec pozneje: v Ljubljani 27. septembra in v Kamniku 30. septembra. V obeh primerih je iz primarnih virov jasno, da sta se potresa zgodila avgusta in ne septembra.

Preglednica 4: Učinki potresa 27. avgusta 1840 ob 12.05 UTC.

Table 4: The effects of the earthquake on 27 August 1840 at 12.05 UTC.

Kraj	Ime v viru	Država	lat	lon	I EMS	Glavni vir
Locality	Name in the source	Country	°N	°E		Main source
Železna Kapla / Eisenkappel	Eisenkappel	A	46,490	14,590	7	IC793
Ljubljana	Laibach	SLO	46,053	14,510	7	IC789
Goričane	Goertschach	SLO	46,142	14,404	6,5	VR321
Škofja Loka	Lack	SLO	46,170	14,308	6,5	VR321
Dol pri Ljubljani	Lustthal	SLO	46,090	14,648	6,5	VR321
Gornji Grad	Oberburg	SLO	46,296	14,810	6,5	VR321
Šentožbolt	St. Oswald	SLO	46,190	14,866	6,5	IC791
Kamnik	Stein	SLO	46,226	14,616	6,5	VR321
Vače	Watsch	SLO	46,120	14,843	6,5	IC789
Vransko	Franz	SLO	46,246	14,957	6	IC791
Slovenj Gradec	Windischgraetz	SLO	46,509	15,086	6	IC791
Motnik	Motnig	SLO	46,215	14,890	poškodbe	VR321
Zgornji Tuhinj	Obertuchein	SLO	46,228	14,774	poškodbe	VR321
Šmartno v Tuhinju	Untertuchein	SLO	46,220	14,730	poškodbe	VR321
Cerklje na Gorenjskem	Zirklach	SLO	46,249	14,490	poškodbe	VR321
Althofen	Althofen	A	46,876	14,475	5,5	IC793
Arriach	Arriach	A	46,729	13,852	5,5	IC793
Karlovac	Karlstadt	HR	45,487	15,548	5,5	VR321
Strassburg	Strassburg	A	46,896	14,333	5,5	IC793
Zwischenwaessern	Zwischenwaessern	A	46,890	14,440	5,5	IC793
Luče	Leutsch	SLO	46,357	14,748	podor	VR52
Solčava	Sulzbach	SLO	46,420	14,697	podor	VR52
Kranj	Krainburg	SLO	46,244	14,360	močno čutili	VR321
Zagreb	Zagreb	HR	45,813	15,982	5	VR64
Lovrenc na Pohorju	St. Lorenzen in der Wueste	SLO	46,538	15,389	4,5	IC789
Trst / Trieste	Triest	I	45,657	13,784	3,5	IC793
Gradec / Graz	Graetz	A	47,070	15,442	3	IC791
Videm / Udine	Udine	I	46,063	13,236	3	VR337
Benetke / Venezia	Venedig	I	45,440	12,310	3	IC794
Božakovo	Boshakovo	SLO	45,646	15,379	čutili	IC794
Celje	Cilli	SLO	46,230	15,269	čutili	VR321
Ebenthal	Ebenthal	A	46,610	14,380	čutili	IC794
Slovenska Bistrica	Feistritz	SLO	46,391	15,580	čutili	VR321
Felbentauern	Felbentauern	A	47,120	12,500	čutili	VR204
Glina	Glina	HR	45,340	16,090	čutili	IC793
Goertschach	Goertschach	A	46,620	13,480	čutili	VR204
Hollenburg	Hollenburg	A	46,550	14,260	čutili	IC794
Janče	Janzhberg	SLO	46,053	14,716	čutili	IC789
Celovec / Klagenfurt	Klagenfurt	A	46,626	14,308	čutili	IC794
Krško	Krško	SLO	45,967	15,490	čutili	IC327
	Losniz bei Moettling				čutili	IC794
Paukovac	Paukovecz	HR	45,150	16,350	čutili	IC793
Petrinja	Petrinia	HR	45,450	16,280	čutili	IC793
Radovljica	Radmansdorf	SLO	46,343	14,177	čutili	VR321

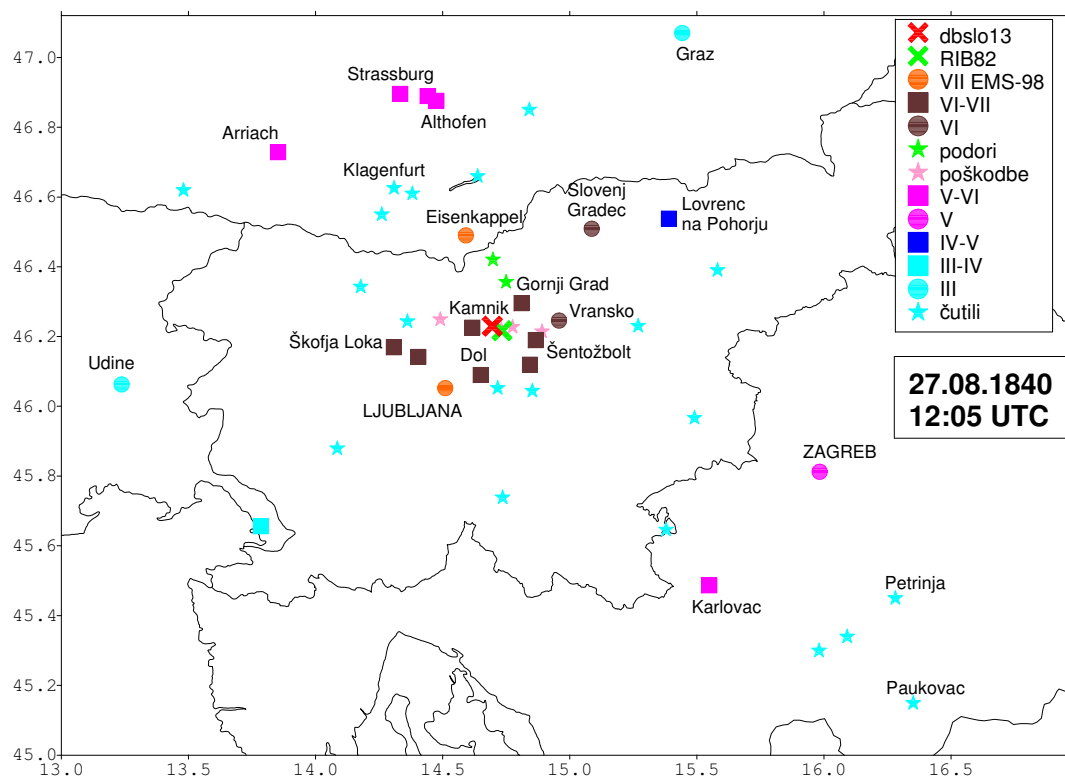
Kraj	Ime v viru	Država	lat	lon	I EMS	Glavni vir
Locality	Name in the source	Country	°N	°E		Main source
Ribnica	Reifnitz	SLO	45,739	14,736	čutili	IC789
Šmartno pri Litiji	St. Martin bei Littay	SLO	46,044	14,851	čutili	IC789
Topusko	Topusko	HR	45,300	15,980	čutili	VR64
Vodice	Vodize	SLO	45,880	14,085	čutili	IC789
Velikovec / Voelkermarkt	Voelkermarkt	A	46,660	14,637	čutili	IC794
Wolfsberg	Wolfsberg	A	46,850	14,840	čutili	VR204
Milano	Mailand	I	45,470	9,190	1	IC793

Iz polja potresnih učinkov, prikazanega na karti (slika 2), je razvidno, da so bili učinki potresa v smeri severozahod–jugovzhod. Na zemljevidu manjkajo tri oddaljene točke na zahodu – Benetke, Milano (Italija) in Felbertauern (Avstrija). V Milanu potresa niso čutili, zaznali so ga le magnetometri. Dejstvo, da sta največji intenziteti določeni za dva kraja, ki sta precej oddaljena (Ljubljana in Železna Kapla), lahko pripišemo temu, da so vsa vmesna naselja manjša in zanje ni bilo natančnejših opisov. Nadžarišče potresa, določeno iz makroseizmičnih podatkov, je na lokaciji 46,23° S in 14,69° V.

Makroseizmična magnituda, določena iz polja intenzitete VI, je 5,0. Določena je po formuli:

$$M_{LH} = 2,72 + 1,63 * \log R_{VI}$$

pri čemer je RVI srednji polmer izoseiste VI (Živčić in Cecić, 1998). Makroseizmične globine potresa ni bilo mogoče določiti na zadovoljiv način.



Slika 2: Učinki potresa 27. avgusta 1840 v posameznih naseljih. db slo13 – nadžarišče potresa po tej raziskavi (Cecić, 2013a, b); RIB82 – nadžarišče potresa po katalogu V. Ribariča (1982).

Figure 2: Effects of the earthquake on 27 August 1840. db slo13 – earthquake epicentre according to this study (Cecić, 2013a, b); RIB82 – epicentre according to the catalogue by Ribarič (1982).

Popotresi in katalog potresov

Glavnemu potresu je sledilo več šibkejših popotresov. V podatkovnih virih so ohranjena poročila za 14 popotresov. Prvi se je zgodil 10 minut po glavnem potresu, zadnjega so čutili 25. decembra. Za potres, ki je bil 25. januarja 1840 in so ga čutili v Celovcu (Perrey, 1846), je mogoče, da je bil iz istega nadžariščnega območja. Žal je za ta dogodek, ki bi lahko bil predpotres, ohranjen le en podatek, na podlagi katerega se ne da ugotoviti kaj podrobnejšega.

Katalog potresov v Sloveniji leta 1840 je predstavljen v preglednici 5.

Preglednica 5: Katalog potresov v Sloveniji v letu 1840. Št. IT = število intenzitetnih točk.

Table 5: Earthquake catalogue for Slovenia in 1840. Zjutraj = in the morning, noč = night, čutili = felt, IDP = number of intensity data points.

Leto	Mesec	Dan	Ura UTC	Minuta	Zem. širina °S	Zem. dolžina °V	Intenziteta EMS-98	Epicentralno območje	Št. IT
Year	Month	Day	Hour UTC	Minute	Lat °N	Lon °E	Intensity EMS-98	Epical area	IDP
1840	8	27	12	5	46,23	14,69	VII	Tuhinjska dolina	51
1840	8	27	12	15			III	Tuhinjska dolina	2
1840	8	27	22	30			IV	Tuhinjska dolina	1
1840	8	28	zjutraj				čutili	Tuhinjska dolina	1
1840	8	28/29	noč				čutili	Tuhinjska dolina	1
1840	8	30	5	0	46,23	14,62	V	Tuhinjska dolina	3
1840	8	30	5	45			čutili	Tuhinjska dolina	1
1840	9	1	5	45			čutili	Tuhinjska dolina	1
1840	9	2	3	0	46,13	14,68	IV	Tuhinjska dolina	3
1840	9	2	12	0	46,17	14,66	III-IV	Tuhinjska dolina	2
1840	9	5	18	0			čutili	Tuhinjska dolina	1
1840	9	24	21	0			IV-V	Tuhinjska dolina	2
1840	9	24	21	25			IV	Tuhinjska dolina	1
1840	9	25	17	0			III	Tuhinjska dolina	1
1840	12	25	17	37			čutili	Tuhinjska dolina	2

Najmočnejši popotres se je zgodil 30. avgusta ob 6. uri zjutraj po lokalnem času (5.00 UTC). V Kamniku so se ljudje, ki so bili zbrani pri maši, ustrašili in v paniki poskusili pobegniti iz cerkve, ker so se bali, da se bo porušila. Več ljudi je bilo poškodovanih.

Za popotres 24. septembra imamo nenavadno natančen podatek o času nastanka, in sicer zaradi poročila prof. Janka Kersnika iz Ljubljane: »Ljubljana, 24. septembra 1840, ob 10. uri zvečer. Ko je na grajskem zvoniku ravno odbijalo 10, se je pri 8. udarcu zvona iz daljave z izredno hitrostjo pri tleh zaslišalo šibko, vendar bližajoče se grmenje, ki je spominjalo na bobne. Takoj za tem pri 10. udarcu zvona, je bilo začuti močno, nihajoče gibanje – vsaj tako se je čutilo v mojem stanovanju, v prvem nadstropju zgradbe v bližini gledališča, na lesenih tleh – ki je bilo zelo podobno in v isti smeri kot potresni sunek dne 27. prejšnjega meseca. Škripanje vrat in žvenketanje oken je trajalo 3 sekunde, glasen ropot porcelanskega in steklenega posodja pa še dlje.« (Carniolia, št. 44, 28. 9. 1840).

Čeprav o potresu 25. decembra obstajajo poročila le iz Celovca in Borovelj (Ferlach), predvidevamo, da je bilo tudi njegovo nadžarišče v Tuhinjski dolini.

Učinki ostalih potresov v letu 1840 so zbrani v Preglednici 6.

Preglednica 6: Učinki ostalih potresov v letu 1840 v posameznih naseljih.

Table 6: Effects of other earthquakes in 1840.

Datum	ura UTC	min	Kraj	Ime v viru	Država	Lat °S	Lon °V	I EMS	Glavni vir	Čas v viru	Opomba
Date	hour UTC	mm	Locality	Name in the source	Country	Lat °N	Lon °E	I EMS	Main source	Time in source	Remark
17.1.1840			Gorizia	Gorica	I	45,943	13,620	F	VR60		
17.1.1840			Trieste	Trst	I	45,657	13,784	F	VR60		
17.1.1840			Milano	Milano	I	45,470	9,190	F	VR60		doubtful
27.8.1840	12	15	Celovec/Klagenfurt	Klagenfurt	A	46,626	14,308	F	IC789	13 15	
27.8.1840	12	15	Eisenkappel	Eisenkappel	A	46,490	14,590	3	IC793	13 05	
27.8.1840	22	30	Ljubljana	Laibach	SLO	46,053	14,510	4	VR321	23 30	
28.8.1840	zjutraj		Ljubljana	Laibach	SLO	46,053	14,510	F	VR321		
29/30.8.1840	noč		Kamnik	Stein	SLO	46,226	14,616	F	VR321		
30.8.1840			Kamnik	Kamnik	SLO	46,226	14,616	5	VR001		
30.8.1840	4	50	Eisenkappel	Eisenkappel	A	46,490	14,590	F	IC793	5 50	
30.8.1840	5	0	Eisenkappel	Eisenkappel	A	46,490	14,590	F	IC793	5 50	
30.8.1840	5	0	Gornji Grad	Oberburg	SLO	46,296	14,810	F	VR052	6	
30.8.1840	5	0	Kamnik	Stein	SLO	46,226	14,616	5	IC789	6	
30.8.1840	5	45	Gornji Grad	Oberburg	SLO	46,296	14,810	F	VR052	6 45	
2.9.1840			Janče	Jantschberg	SLO	46,053	14,716	F	IC789	3 1/4 5	
2.9.1840	3		Ljubljana	Laibach	SLO	46,053	14,510	4	VR321	4	
2.9.1840	3	5	Gornji Grad	Oberburg	SLO	46,296	14,810	F	VR052	4 05	
2.9.1840	10	55	Gornji Grad	Oberburg	SLO	46,296	14,810	F	VR052	11 55	
2.9.1840	11		Ljubljana	Laibach	SLO	46,053	14,510	3,5	VR321	12	
2.9.1840	11	45	Ljubljana	Laibach	SLO	46,053	14,510	3	IC789	11 3/4	
2.9.1840	11	55	Gornji Grad	Oberburg	SLO	46,296	14,810	F	VR052		
5.9.1840	18		Gornji Grad	Oberburg	SLO	46,296	14,810	F	VR052		
24.9.1840	21	0	Ljubljana	Laibach	SLO	46,053	14,510	4,5	VR321	22 00 08	
24.9.1840	21		Celovec/Klagenfurt	Celovec	A	46,626	14,308	F	VR001	22	
24.9.1840	21	25	Celovec/Klagenfurt	Klagenfurt	A	46,626	14,308	4	IC793	einige Minuten vor 22 1/2	
25.9.1840	17		Celovec/Klagenfurt	Klagenfurt	A	46,626	14,308	3	IC793	18	
27.9.1840			Ljubljana	Ljubljana	SLO	46,053	14,510	F	VR296		fake, 27.08
30.9.1840			Kamnik	Kamnik	SLO	46,226	14,616	5	VR296		fake, 30.08
30.9.1840			Dob	Dob	SLO	46,154	14,633	F	VR296		
25.12.1840	17	37	Celovec/Klagenfurt	Klagenfurt	A	46,626	14,308	F	IC793	18 37	
25.12.1840	17	37	Borovlje/	Ferlach	A	46,527	14,302	F	IC793	18 37	

Sklepne misli

Čeprav močni potresi v Sloveniji niso pogosti, nam zgodovina kaže, da so mogoči tudi zunaj območij, ki so potresno najbolj nevarna. Potres 28. avgusta 1840 je povzročil kar nekaj škode na območju severne in osrednje Slovenije. Dosegel je intenziteto VII EMS-98, makroseizmično magnitudo smo ocenili na 5,0. Tretjega decembra 2012 se je v neposredni bližini (približno 7 km bolj vzhodno) zgodil potres (največja intenziteta v Sloveniji V EMS-98, lokalna magnituda 3,8), ki je bil najmočnejši dogodek v Sloveniji v preteklem letu.

Zahvala

Zahvaljujem se Christi Hammerl z dunajskega Centralnega inštituta za meteorologijo in geodinamiko (ZAMG), ki mi je posredovala članke iz Grätzer Zeitung. Za pomoč pri branju in preujanju prispevkov iz nemških časopisnih virov se zahvaljujem Deani Potza.

Dodatek

Prepisi in prevodi časopisnih člankov iz leta 1840.

Carniolia, Laibach (Ljubljana)

CA, 31. 08. 1840, št. 36, str. 144 (Montag)

Mannigfaltiges

(Ein Erdbeben.) Am 27. d. M. hatte in Laibach und, soviel bis zum 28. morgens bekannt wurde, im Umkreise von mehren Stunden ein dekwürdiges Ereignis statt, über welches wir, so weit es Laibach selbst betrifft, der Gefälligkeit des Herrn Johann Kersnik, Professors der Physik am hies. Lyceum, nachstehende Mittheilungen verdanken. Am bezeichneten Tage 5 Minuten nach ein Uhr Nachmittags, hörte man plötzlich ein dem Donner ähnliches, unterirdisches Getöse, welches von einem ganz eigenthumlichen, krachtenden Geräusche in der Atmosphäre und kaum merklichen Luftbewegungen begleitet war. Fast zu gleicher Zeit wurde der Erdbeben so gewaltig erschüttert, daß man sich hier, wo ähnliche Erscheinungen eben nicht zu den großen Seltenheiten gehören, und z.B. ein eine nichtb unbeträchtliche aus dem Jahre 1836 noch in frischen Andenken ist, einer gleich heftigen Erdbewegung nich erinnert. Es erfolgten mehre von Süd nach Nord gerichtete horizontale Schwingungen der oberen Bodenfläche mit so großer Geschwindigkeit und Intensität, daß man weder die Anzahl der Erdstöße richtig zu zählen, noch ihre Dauer nach einer genau angebbarer Zeit zu messen im Stande war. Das unheimliche Phänomen mag im Ganzen bei 4 Secunden gewährt haben. Am Barometer beobachtete man 27 Zoll 8 Linien, am Thermometer +20 Grad R. Südwest - , nordwärts, so wie im Zenith des Himmels wogten düstere Haufenwolken. Die Stärke der stattgegebenen Erderschütterung läßt sich aus den sie begleitenden Nebenuständen ermessen. Im Frauenkloster-Kirchthurme schlug die große Glocke sehr vernehmlich an, ein Gleiches ereignete sich im Thurme der Pfarrkirche Maria Verkündigung; viele Glocken klangen in den Häusern, namentlich in den Gebäuden nahe der St. Jakobsbrücke un in der Wienerstraße, durcheinander; von Gestellen fielen leich labile Gegenstände zu Boden und gingen in Trummer, von Mauern und Zimmerdecken lößete sich an vielen Orten der Mörtelanwurf; mehre Gebäude erhielten bedeutende Risse, Ziegel flogen von den Dächern und Schornsteine stürzten zusammen. Einige wollen während des Erdbebens Schwefeldämpfe in der Atmosphäre und später deren Niederschlag am Boden und anderen Gegenstände wahrgenommen haben.

Aus der Umgegend Laibach erfuhren wir bis zum 28., daß die Erderschütterung mit wenigstens gleicher Heftigkeit und gleichen Folgen in Görtschach, 1 ½ Stunden westlich; in Lack, 2 ½ Stunden westlich, in Lustthal, 2 Stunden östlich, in Stein, 3 Stunden, und in St. Oswald, ein Posten nördlich von der Stadt, verspürt wurde, wie namentlich in dem letzteren Orte die Mauern des Posthäuser im Angesichte der zu Mittagessen versammelten, entsetzten Eilwagen-Passagiere zu wanken und augenblicklichen Einsturz zu drohen begannen, und krachend vor ihren Ohren in bedeutende Risse barsten.

Einige wollen schon des Morgens in der Nähe von Lustthal, so wie in Laibach bald nach der großen Erderschütterung, ein kaum merkliches Beben des Bodens beobachtet haben. Auch in Triest und Cilli soll die Erderschütterung nicht minder verspürt werden sein.

Ljubljana, 31. avgusta (Več o potresu.) Dne 27.t.m se je v Ljubljani, kolikor je bilo znano do jutra, zgodil omembe vreden dogodek, o katerem vemo samo – kar se nanaša na Ljubljano – zaradi prijaznosti gospoda Janeza Kersnika, profesorja fizike na tukajšnjem liceju, in njegovih obvestil. Na označeni dan, 5 minut po 1 uri popoldne je bilo slišati nenadoma grmenju podobno podzemeljsko hrumenje, ki ga je spremljalo čisto posebno pokajoče hreščanje v atmosferi in komaj zaznavno gibanje zraka. Skoraj istočasno so se tla tako mogočno stresla, da se ljudje tu, kjer podobni dogodki niso velika redkost in je na primer ne neznaten iz leta 1836 še v svežem spominu, tako močnega potresa ne spominjamo. Sledilo je več od juga na sever usmerjenih

horizontalnih nihanj zgornjega dela zemeljske površine s tako veliko hitrostjo in jakostjo, da ni bilo mogoče niti pravilno šteti števila potresnih sunkov, niti točno določiti časa trajanja. Nenavadni pojav je moral v celem trajati nekako štiri sekunde. Na barometru je bilo 27 col 8 črtic, na toplomeru 20° R. Jugozahodno in severno kot tudi v zenitu neba je bilo oblačno. Jakost nastalega potresa se more odmeriti po spremljajočih pojavih. V ženskem samostanu je v zvoniku udaril veliki zvon zelo znatno in podobno v cerkvi pri frančiškanih; mnogi zvonci so udarjali v hišah predosem v okolici mosta pri sv. Jakobu in vseskozi po Dunajski cesti; s polic so leteli nestabilni predmeti na tla in se razbili, iz sten in stropov je na mnogih mestih odpadel omet; mnogo zgradb je dobilo opazne razpoke, opeka je letela s streh in dimniki so se podirali. Nekateri so baje med potresom opazili žveplene sopare v atmosferi in pozneje njihovo usedanje na tla in druge predmete.

CA, 7. 09. 1840, št. 38, str. 151-2 (Montag)

Weitere Mitteilungen

Über die Erdschütterungen in hiesiger Gegend.

Wir erfahren so eben aus verlässlicher Quelle, daß die Erdschütterung vom 27. v. m., über welche wir in Nr. 36 dieses Blattes berichteten, um dieselbe Zeit auch im ganzen Bezirke Radmanndorf verspürt worden ist. Beschädigungen jedoch sind nicht erfolgt, wenigstens bisher noch nicht bekannt geworden.

In Krainburg waren die Erdschütterungen zu gleichen Zeit sehr stark, und dauerten 4-5 Secunden. Vor Ihrem Eintritte vernahm man ein fernem Rollen der Donners ähnliches Getöse; sowohl dieses Getöse als die darauf gefolgten Schwankungen nahmen die Richtung von Süden gegen Norden. Der Stand des Thermometers war auf 21 Grad R. In der Umgegend von Krainburg, namentlich im Orte Zirklach und auf dem Gute Thurn, soll das Erdbeben sehr heftig gewesen sein; im ersteren Orte sollen die Mauern der Kirche mehre Risse erhalten haben, und das auf einer Anhöhe stehende Schloß Thurn schwankte so stark, daß das Schwanken von außerhalb desselben gestandenen Knechten wahrgenommen wurde.

Die Pfarrkirche St. Martin zu Untertuchlein in Münkendorfer Bezirke hat durch dieses Erdbeben bedeutend gelitten, indem vier Gurten, welche dem Kuppelgewölbe zur Stütze dienen, mehre Spaltungen aufweisen, wodurch denn das Gewölbe selbst gefährdet erscheint. Dieses Gebrechen ist so geartet, daß es augenblickliche Vorsichten erforderte, um darin beim Gottesdienst noch in so lange abhalten zu können, bis die nöthigen Mittel zur vollen Herstellung des Kirchengebäudes werden angewendet werden. Aehnliche Vorsichten haben sich auch bei der stark gefährdeten Thorgewölbung als unerläßlich ausgewiesen. Die Umfangsmauern der Kirche sind an mehren Stellen, namentlich ober den Fenstern, gespalten, und der Thurm blieb, vorzüglich in seinen unteren Theilen, von Beschädigungen ebenfalls nicht frei.

Die Pfarrkirche in Obertuchlein hat bedenklich gelitten, nicht minder die Kirche in Motnig, dem letzten Pfarrorte des Tucheinerthales unweit der steierischen Grenze.

In Stein selbst war das Erdbeben sehr heftig und ließ die Kirche nicht unversehrt. Mehre nahe gelegenen Schlösser sind auf bedrohliche Weise mitgenommen worden. In der ebengenannten Stadt hat man in der Nacht vom 29. auf den 30., dann am 30. v. M. um 6 Uhr morgens neuerliche Erdschütterungen, jedoch von geringen Belange, wahrgenommen. Da aber zur Zeit der letzten die Gemeinde eben zu Gottesdienste in der Kirche versammelt, und die erschreckte Menge ihr Heil in der Flucht zu suchen bemüht war, so entstand ein so gewaltiges Volksgedränge, daß in demselben leider! mehre Menschen auf bedeutende Weise beschädigt wurden.

Die Erdschütterung vom 27. v. M. hat auch, so eben erhaltener nachricht zu Folge, in Oberburg, Cillier Kreises, am Schloße und mehren anderen Gebäuden beträchtliche Spuren zurückgelassen; und sich, soviel bis jetzt bekannt ist, längs der Poststraße in Steiermark bis Feistritz, eine Post von Marburg, erstreckt.

Hier in Laibach haben noch am 27. v. M. um halb zwölf Uhr nachts, dann am 2. l. M. um vier Uhr morgens und kurz vor Mittag minder bedeutende Erdstöße statt gefunden.

Pravkar smo iz zanesljivega vira izvedeli, da je bil potres dne 27. p. m., o katerem smo že poročali v 36. številki, ob istem času čutiti v celotnem okrožju Radovljice. Poškodbe niso sledile oziroma do sedaj niso poznane.

V Kranju so bili potresni sunki ob istem času zelo močni in so trajali 4-5 sekund. Pred njihovim nastopom je bilo iz daljave slišati hrup, podoben grmenju; tako hrup kot njemu sledeči sunki so bili v smeri od juga proti severu. Termometer je kazal 21 stopinj R. V okolici Kranja, namreč v krajih Cerklje na Gorenjskem in Gute Thurn naj bi bil potres zelo močan; v prvem kraju naj bi cerkveni zidovi dobili razpoke, višje stoječ grad Thurn pa se je tako majal, da je majanje opazil tudi zunaj pred le-tem stoječi hlapec.

Farna cerkev Sv. Martina v Šmartnem v Tuhinju je utrpela precejšnjo škodo v tem potresu, saj so se oproge, ki služijo za podporo kupoli, na več mestih razcepile, zaradi česar se je zdelo, da je v nevarnosti celoten obok. Ta tegoba je bila takšna, da je bila potrebna precejšnja previdnost in v notranjosti maše ni bilo tako dolgo, da so bila uporabljena vsa sredstva za popravilo cerkvene zgradbe. Podobna previdnost se je izkazala za neizogibno tudi pri močno poškodovanem oboku stolpa. Zidovi cerkve so na večih mestih, namreč nad okni, popokani, in tudi stolp ni ostal, predvsem ne v svojem spodnjem delu, brez poškodb.

Farna cerkev v Zgornjem Tuhinju je bila precej poškodovana, nič manj niti cerkev v Motniku, zadnjih dveh krajih nedaleč od štajerske meje.

V Kamniku samem je bil potres zelo močan in cerkve ni pustil nepoškodovane. Več bližnjih gradov je bilo ogroženih. V zgoraj omenjenem mestu je bilo v noči z 29. na 30. ter potem 30. ob 6. uri zjutraj čutiti nove potresne sunke, vendar v bolj blagi obliki. Ker pa so bili ob času zadnjega župljani zbrani pri maši v cerkvi in se je prestrašena množica trudila zbežati na prosto, je prišlo do velikega prerivanja, v katerem je žal! več ljudi dobilo precejšnje poškodbe.

Potres dne 27. prejšnjega meseca je glede na poročila tudi v Gornjem Gradu, celjski okoliš, na gradovih in številnih zgradbah pustil opazne posledice in se je, kolikor je znano, širil vzdolž Poststrasse ulice do Bistrice, mariborski okoliš.

Tu v Ljubljani so se manj pomembni potresni sunki zgodili še 27. prejšnjega meseca ob pol polnoči ter 2. t. m. ob štirih zjutraj in malo pred poldnevom.

CA, 11. 09. 1840, št. 39, str. 155-6 (Freitag)

Kleine Landeskronik

(Das Erdbeben von 27. v. M.) hat in den Steinalpen, 5 Stunden nördlich von Laibach, nach der Aussage der in den dortigen Holzschlägen arbeitenden Holzknechte so furchtbar getobt, daß sie sich, dem unfehlbaren Einstürze der vor und neben ihnen wankenden, riesigen Gebirgsmassen entgegensehend, in Todesangst zu Boden warfen und ihre Ende erwarteten. Wirklich sollen sich mitunter hausgroße Felsstücke donnernd losgelöst haben und zerbröckelnd längs der Felsenwände in die Abgründe gestürzt sein. Von Verunglückungen ist Nisches zu hören. -

Mala deželna kronika

Potres dne 27. dne prejšnjega meseca je bil v Kamniških Alpah, 5 ur severno od Ljubljane, po pripovedovanju tamkajšnjih les obdelujočih lesarskih hlapcev, tako močan, da so se, boječ se zrušenja pred in poleg njih stoječih hribov, v smrtnem strahu vrgli na tla in čakali na svoj konec. V resnici naj bi se bili odlomili kosi skal, veliki kot hiše in se grmeč kotalili v dolino. O ponesrečenih ni bilo nič slišati.

Mannigfaltiges

(Karlstadt in Kroatien) ist, wie uns so eben berichtet wird, durch das Erdbeben von 27. v. M. ebenfalls heimgesucht worden. Dasselbe war von einer eigenen rauchenden und pfeifenden

Bewegung der Luft begleitet, mehre Gegegenstände fielen um, und einige schlechten Mauern bekamen Sprünge.

Razno

(Karlovac na Hrovaškem) je tudi, kolikor je bilo poročano, v potresu dne 27. prejšnjega meseca, doletel potres. Spremljalo ga je kadeče in žvižgajoče gibanje zraka, več predmetov je popadalo in slabši zidovi so popokali.

CA, 28. 09. 1840, št. 44, str. 176 (Montag)

Kleine Landeschronik

(Neuerliches Erdbeben.) Laibach am 21. September 1840, 10 Uhr Abends. Als es eben auf der Schloßbergthürme 10 Uhr schlug, vernahm man nach dem achten Schalg von der Ferne mit einer außerordentlichen Geschwindigkeit nahe an der Erdbebenfläche sich nähernden, schwachen, fortrollenden Donner, welcher dem Nachtönen einer angeschlagenen großen Trommel glich. Gleich darauf, beim zehnten Anschlagen der Glocke, verspürte man eine heftige, wiegende Bewegung, – so wenigstens gestaltete sie sich in meiner Wohnung, im ersten Stockwerke eines Gebäudes nahe am Schauspielhause, auf gebretertem Boden, – die von einer gleichzeitigen starken Erderschütterung herrührte, deren Richtung jener von 27. v. M. beinahe gleich angenommen werden kann. Das Knarren der Thürflügel und das Rasseln der Fenstertafeln währte bei 3 Secunden, das sehr laute Geklirre der porzellanenen und gläßernen Geschirre noch länger.

Das Barometer stand bei 27 Zoll 6 Linien, das Thermomter +14 °R.

Johann Kersnik, professor der Physik am k. k. Lyceum

Vor der Hand wissen wir, dass diese Erschütterung in allen Theilen der Stadt auf gleiche Weise verspurt wurde.

Mala deželna kronika

(Nedavni potres.) Ljubljana, 24.septembra 1840, ob 10.uri zvečer. Ko je na grajskem zvoniku ravno odbijalo 10, se je pri 8. udarcu zvona iz daljave z izredno hitrostjo pri tleh zaslišalo šibko, vendar bližajoče se grmenje, ki je spominjalo na bobne. Takoj za tem pri 10. udarcu zvona, je bilo začutiti močno, nihajoče gibanje – vsaj tako se je čutilo v mojem stanovanju, v proem nadstropju zgradbe v bližini gledališča, na lesenih tleh - ki je bilo zelo podobno in v isti smeri kot potresni sunek dne 27. prejšnjega meseca. Škripanje vrat in žvenketanje oken je trajalo 3 sekunde, glasen ropot porcelanskega in steklenega posodja pa še dlje.

Barometer je kazal 27'' 6''', termometer pa +14 °R.

Johann Kersnik

profesor fizike na c. k. liceju

Glede na ustno izročilo je bilo to tresenje čutili v vseh delih mesta na enak način.

Der Adler, Wien (Dunaj)

DA 4. 09. 1840 št. 211 str. 2

Klagenfurt, 27. August (Erderschütterung.) Mittags 1 Uhr 5 Minuten, verspürten wier hier ein Erdbeben, welches mehrere Sekunden dauerte, dessen Schwingungen von Nordwest nach Südost gingen, und welches von einem dumpfen Gerolle begleitet wad. Der Himmel war umwölkt und die Luft schwül. Das Thermometer stand auf 19 ½ ° Reaumur. Das Barometer hatte 27,10,7 P. M. Nach 10 Minuten wiederholte sich der Erdstoß, doch in einem viel geringern Grade – Bisher eingelangten Berichten zu Folge wurde diese Erderschütterung auch in Völkermarkt, Hollenburg, Ebenthal und den ganzen nähern Umgebung unserer Stadt mit gleicher Heftigkeit empfunden.

Celovec, 27. avgusta (Potres.) Opoldne ob 1. uri in 5 minut smo tukaj začutili potres, ki je trajal več sekund, katerega valovi so bili v smeri od severozahoda proti jugovzhodu in ki ga je spremljalo zamolklo bobnenje. Nebo je bilo oblačno in ozračje soparno. Termometer je kazal $19\frac{1}{2}^{\circ}$ Reaumurja, barometer pa 27,10,7. Po 10 minutah se je potres ponovil, vendar v precej šibkejši stopnji. - Glede na do sedaj prispela poročila so potres z enako močjo čutili tudi v Völkermarktu, Hollenburgu, Ebenthalu in vsej bližnji okolici našega mesta.

DA 5.09.1840 št. 212 str.1

Laibach, 31. August (Näheres über das Erdbeben.) Am 27. 1. M. hatte in Laibach und, soviel bis zum 28. morgens bekannt wurde, im Umkreise von mehreren Stunden ein denkwürdiges Ereignis Statt, über welches wir so weit es Laibach selbst betrifft, der Gefälligkeit des Herrn Johann Kersnik, Professors der Physik am hies k.k. Lyceum, nachstehende Mittheilungen verdanken. An den bezeichneten Tage 5 Minuten nach 1 uhr Nachmittags, hörte man plötzlich ein dem Donner ähnliches, unterirdisches Getöse welches von einem ganz eigenthümlichen, krachtenden Geräusche in der Atmosphäre und kaum merklichen Luftbewegungen begleitet war. Fast zu gleicher Zeit wurde der Erdbeben so gewältig erschüttert, daß man sich hier, wo ähnliche Erscheinungen eben nicht zu den großen Seltenheiten gehören, und z. B. eine nicht unbeträchtliche aus dem Jahre 1836 noch im frischen Andenken ist, einer gleich heftigen Erdbewegung nicht erinnert. Es erfolgten mehrere von Süd nach Nord gerichtete horizontale Schwingungen der oberen Bodenfläche mit so großer Geschwindigkeit und Intensität, daß man weder die Anzahl der Erdstöße richtig zu zählen, noch ihre Dauer nach einer genau angebbaren Zeit zu messen im Stande war. Das unheimliche Phänomen mag im Ganzen bei 4 Sekunden gewährt haben. Am Barometer beobachtete man 27 Zoll 8 Linien, am Thermometer +10 Grad R. Südwest, nordwärts, so wie im Zenith des Himmels wogten düftere Haufenwolken. Die Stärke der stattgehabten Erderschütterung läßt sich aus den sie begleitenden Nebenumständen ermessen. Im Frauenkloster-Kirchturme schlug die große Glocke sehr vernehmlich an, ein gleiches ereignete sich im Thurme der Pfarrkirche Maria Verkündigung; viele Glocken klangen in den Häusern, namentlich in den Gebäuden der St. Jakobsbrücke und in der Wienerstraße, durcheinander; von Gestellen fielen stabile Gegenstände zu Boden und gingen in Trümmer, von Mauern und Zimmerdecken lösete sich an vielen Orten der Mörtelanwurf; mehre Gebäude erhielten bedeutende Riffe, Ziegel flogen von den Dächern und Schornsteine stürzten zusammen. Einige wollen während des Erdbebens Schwefeldämpfe in der Atmosphäre und später deren Niederschlag am Boden und anderen Gegenständen wahrgenommen haben.

Aus der Umgegend Laibachs erfuhren wir bis zum 28., daß die Erderschütterung mit wenigstens gleicher Heftigkeit und gleichen Folgen in Görtschach, $1\frac{1}{2}$ Stunden, in Lack, $2\frac{1}{2}$ Stunden westlich, in Lussthal, 2 Stunden östlich in Stein, 3 Stunden, und in St.Oswale, 1 Posten nördlich von der Stadt verspürt wurde, wie denn namentlich in dem letzterem Orte die Mauern des Posthauses in Angesichte der zu Mittagsessen versammelten, entsetzten Eilwagen Passagiere zu wanken und augenblicklichen Einsturz zu drohen begannen, und trachend vor ihren Ohren in bedeutende Risse barsten.

Einige wollen schon des Morgens in der Nähe von Lassthal, so wie in Laibach bald nach der großen Erderschütterung ein kaum merkliches Beben des Bodens beobachtet haben. Auch in Triest und Cilli soll die Erderschütterung nicht minder verspürt worden sein.

St. Lorenzen in der Wüßte, 28. Aug. (Erdbeben.) Am 27. August verspürte man zu St. Lorenzen in der Wüßte, Marburger Kreises in Steiermark, ein heftiges Erdbeben, welches ungefährt 10 Sekunden dauerte. Dasselbe hatte die Richtung von Osten nach Süden, und wurde von einem heftig donnernden Getöse begleitet, welches einem rollenden Wagen glich. Die Fenster klirrten, die Schränke und Kästen schwankten; die Leute eilten erschreckt auf die Gasse; jedoch hat sich bis nun keine Beschädigung an den Gebäuden gezeigt. Der Himmel war bewölkt und das Barometer zeigte auf 4 Grad oben dem Sterne.

Windischgrätz, 27. Aug. (Erdbeben.) Am 27. August um 1 Uhr 5 Minuten Mittags wurde in Windischgrätz eine heftige wellenförmige Erderschütterung in der Richtung von Nordost nach Südwest verspürt, die drei und eine halbe Secunde dauerte. Dieses Phänomen brachte bei den Menschen einen panischen Schrecken hervor, und jeder suchte – einen zweiten Erdstoß befürchtend – das Freie. Meubeln wurden verrückt, einige umgestürzt, und schwache Mauern bekamen Sprünge. In der Kirche St. Ullrich außer Windischgrätz haben die Gewölbe starken Schaden genommen, und an der Hauptpfarre St. Martin ertönten heftig die Glocken. Das Reaumur'sche Thermometer zeigte 18 Grade. Der Himmel war rein und kein Lüftchen wehte. In den vorhergegangenen 3 Tagen war die Hise drückend. Diese Naturerscheinung muß in hieriger Gegend zu den Seltenheiten gezählt werden.

Ljubljana, 31. avgusta (Več o potresu.) Dne 27. t. m se je v Ljubljani, kolikor je bilo znano do jutra, zgodil omembe vreden dogodek, o katerem vemo samo – kar se nanaša na Ljubljano – zaradi prijaznosti gospoda Janeza Kersnika, profesorja fizike na tukajšnjem liceju, in njegovih obvestil Na označeni dan, 5 minut po 1 uri popoldne je bilo slišati nenadoma grmenju podobno podzemeljsko hrumenje, ki ga je spremljalo čisto posebno pokajoče hreščanje v atmosferi in komaj zaznavno gibanje zraka. Skoraj istočasno so se tla tako mogočno stresla, da se ljudje tu, kjer podobni dogodki niso velika redkost in je na primer ne neznaten iz leta 1836 še v svežem spominu, tako močnega potresa ne spominjamo. Sledilo je več od juga na sever usmerjenih horizontalnih nihanj zgornjega dela zemeljske površine s tako veliko hitrostjo in jakostjo, da ni bilo mogoče niti pravilno šteti števila potresnih sunkov, niti točno določiti časa trajanja. Nenavadni pojav je moral v celem trajati nekako štiri sekunde. Na barometru je bilo 27 col 8 črtic, na toplomeru 20° R. Jugozahodno in severno kot tudi v zenitu neba je bilo oblačno. Jakost nastalega potresa se more odmeriti po spremljajočih pojavih. V ženskem samostanu je v zvoniku udaril veliki zvon zelo znatno in podobno v cerkvi pri frančiškanih; mnogi zvonci so udarjali v hišah predvsem v okolici mosta pri sv. Jakobu in vseskozi po Dunajski cesti; s polic so leteli nestabilni predmeti na tla in se razbili, iz sten in stropov je na mnogih mestih odpadel omet; mnogo zgradb je dobilo opazne razpoke, opeka je letela s streh in dimniki so se podirali. Nekateri so baje med potresom opazili žveplene sopare v atmosferi in pozneje njihovo usedanje na tla in druge predmete.

Do 28. smo izvedeli, da so bili v okolici Ljubljane potresi z najmanj enako intenzivnostjo in enakimi posledicami v Goričanah, 1 ½ ure; v Škofji Loki, 2 ½ ur zahodno; v Dolu pri Ljubljani, 2 uri vzhodno, v Kamniku, tri ure občuteni; in v Šentožboltu, eno pošto severno od mesta, ko so ravno sedli h kosilu za zidovi Poštne hiše. Za zidove v poslovni stavbi pošte se je zdelo, da se bodo podrli; pokali so v ušesih gostov, zbranih pri kosilu – nastajale so razpoke.

Nekateri so že zjutraj čutili komaj zaznavno tresenje tal v bližini Dola pri Ljubljani, enako kot v Ljubljani. Tudi v Trstu in Celju naj ne bi nič manj čutili tresenja tal.

Lovrenc na Pohorju, 28. avgusta (Potres.) 27. avgusta je bilo čutiti močan potres v Lovrencu na Pohorju, mariborski okoliš na Štajerskem, ki je trajal 10 sekund v smeri od vzhoda proti jugu, ki ga je spremljalo gromko bobnenje, kot bi se prevračal voz. Okna so žvenketala, omare in škatle so nihale, prestrašeni ljudje so hiteli na ulice, ni pa videti poškodb na stavbah. Nebo je bilo oblačno in barometer je kazal 4 stopinje nad zvezdo.

Slovenj Gradec, 27. avgust (Potres.) 27. avgusta ob 5 minut čez 1 uro opoldne je bilo v Slovenj Gradcu čutiti močno tresenje zemlje v obliki valov v smeri severovzhoda proti jugozahodu, ki je trajalo tri in pol sekunde. Ta pojav je pri ljudeh povzročil paničen strah in vsi so iskali – v strahu pred drugim potresnim sunkom – pot na prosto. Pohišstvo se je premikalo, v nekaterih primerih prevrnilo, v šibkejših stenah so nastale razpoke. V cerkvi Sv. Ulrika izven Slovenj Gradca so bili močno poškodovani oboki, v glavni farni cerkvi Sv. Martina [šmartno pri Slovenj Gradcu] so močno zvonili zvonovi. Reaumurjev termometer je kazal 18 stopinj. Nebo je bilo jasno in brez vetra. V zadnjih 3 dneh je bila vročina težka. Ta naravni pojav lahko v tukajšnji okolici označimo za redkost.

DA 7. 09. 1840 št. 213 str. 2a

Venedig, 27. August (Erdbeben.) Während die Herren dr. Pegher, Professor der Physik am k. k. Lyceum zu Zara, Antonio Rosetti, Maschinist von Turin, und Alessandro Lattis in dem k. k.

physikalischen Kabinet, im Verein mit unserm Professor der Physik die Polarisation des Lichtes beobachteten, wurde ein Erdbeben bemerkt, welches um 12 Uhr 52 Minuten Mittags anfang und 5 Secunden dauerte. Die Bewegung war wellenförmig und in der Richtung von Süden nach Norden, wie aus der oscillierenden Bewegung verschiedener Maschinen zu ersehen war. Das Barometer zeigte 28 Zoll 4 Linien und das Thermometer 249/10 Grade der hundertstelligen Skala. Die Atmosphäre war teilweise bedeckt.

Benetke, 27. avgusta (Potres.) Medtem ko so gospodje dr. Pegher, profesor fizike na cesarsko-kraljevskem liceju, Antonio Rosetti, strojnik iz Torina, in Alessandro Lattis opazovali polarizacijo svetlobe v cesarsko-kraljevskem fizikalnem kabinetu, je bilo ob 12. uri in 52. minut čutiti potres, ki je trajal 5 sekund. Gibanje je bilo valovito, v smeri od juga proti severu in iz različnih smeri, kot je bilo razbrati iz oscilirajočega gibanja različnih naprav. Barometer je kazal 28 col 4 črtice in termometer 249/10 stopinj na stodelni skali. Ozračje je bilo delno oblačno.

DA 7. 09. 1840 št. 213 str. 2b

Agram, 2. Sept. (Erdbeben.) Am 27. v. M. Mittags, 4 Minuten vor 1 Uhr ward hier ein heftiger Erdstoß verspürt. In der ziemlich heiteren Atmosphäre waren, außer einer drückender Schwüle, eben keine besonderen Veränderungen bemerkbar: das Thermometer zeigte 20°R, das Barometer 28' 5''' 6''' . – Auch von mehreren Orten der Umgegend, als von Paukovecz, Petrinia, Glina, Topusko u.a., laufen Nachrichten über diese, mit geringen Differenzen, welche nur in verschiedenen Gänge der Uhren liegen können, zur selben Zeit bemerkte Erderschütterungen ein. (Agramer Z.)

Zagreb, 27. avgust (Potres.) 27. avgusta opoldne, 4 minute pred 1. uro, je bilo tukaj čutiti močan potres. V precej jasnem ozračju ni bilo, razen hude sopare, opaziti nobenih sprememb: termometer je kazal 20 stopinj R, barometer 28' 5''' 6''' . - Tudi iz več krajev v okolici, kot v Paukovec, Petrinja, Glina, Topusko idr.; poročajo o opaženem tresenju tal; z manjšimi razlikami, ki jih je pripisati različnim nastavitvam ur. (Agramer Z.)

DA 7. 09. 1840 št. 213 str. p. 2c

(Erdbeben.) Am 27. August gegen 1 Uhr Nachmittags wurde in dem Dorfe Boshakovo und Lossnitz bei Möttling ein heftiges Erdbeben verspürt. Es folgten in der Richtung von Süden nach Norden drei Erdstöße nach einander, die sich jedoch nur auf eine kleine Strecke Landes zu beschränken schienen, weil die nächste Umgebung hiervon nichts verspürt hatte. Die Bewegung war wellenförmig und die Dauer ungefähr 4 Sekunden.

(Potres.) 27. avgusta proti 1. uri popoldne je bilo v krajih Božakovo in Losniz pri Metliki čutiti močan potres. En za drugim so si sledili trije potresni sunki v smeri od juga proti severu, za katere pa se zdi, da so bili omejeni samo na manjšem delu zemlje, ker jih v bližnji okolici niso opazili. Gibanje je bilo valovito in je trajalo približno 4 sekunde.

DA 7. 09. 1840 št. 213 str. 2d

Laibach, 31. August (Neueres Erdbeben.) Nach dem Berichte eines Augenzeugen wurde in Stein gestern um 6 Uhr Morgens ein starkes Erdbeben verspürt. Die Pfarrgemeinde, die eben beim Frühgottesdienste versammelt war, hatte eine jammer- und angstvolle Zeit zu bestehen. Die Kirchenmauer, welche bei dem Erdbeben von 27. d. M. schon etwas litt, vermehrte die Furcht vor dem Einsturze der Kirchenschiffes; daher entstand ein so großes Volksgedränge, daß die Ausgänge der Kirche durch die Volksmasse verstopft wurden, und so mehrere Personen bedeutenden Schaden nahmen. (Laib. Z.)

Ljubljana, 31. avgust (Nov potres). Po poročilih očitvidcev je bil 30. avgusta ob 6. uri zjutraj v Kamniku občuten močan potres. Župljani, zbrani ob zgodnji maši, so prestali čas poln strahu. Cerkevna stena, ki je

bila nekoliko prizadeta v potresu 27. tega meseca, je povečala strah od porušitve cerkve, kar je izzvalo preri-vanje med ljudmi. Množica je zamašila izhode iz cerkve in več ljudi je bilo poškodovanih. (Laib. Z.)

DA 7. 09. 1840 št. 213 str. 2e

Arriach, im Villacher Kreise, 27. August (Erdbeben.) Heute Mittags 8 Minuten nach 1 Uhr verspürte man hier eine heftige Erderschütterung. In ungefähr einer Minute erfolgten von Nordwest nach Südost vier sehr starke, wellenformige Erdstöße, welche alle Bewohner der hiesigen Gegend, besonders in Arriach, in Furcht und Schrecken setzten, so zwar, das viele aus den Gebäuden liefen. Die Dächer dröhnten, die Fenster klirrten und eine Thurm-glocke schlug an. Arbeiter, welche eben bei der Ernte auf dem Felde beschäftigt waren, warfen sich vor Furcht und Verwirrung auf die Erde nieder. Das Barometer zeigte 20° R, die Atmosphäre war schwul und der Himmel mit leichten Wolken überzogen. - Ähnliche Berichte über dieses Erdbeben, kamen ferners der Redaktion aus Zwischenwässern, Straßburg und Althofen, in Klagenfurter Kreise, zu, die aber anßer den bereits mitgetheilten, keine besonderen Bemerkungen erhielten. (Klagenf. Z.)

Arriach, okrog Beljak, 27. avgust. Danes opoldne 8 minut čez 1. uro je bilo čutiti močan potres. V približno eni minuti so si od severozahoda proti jugovzhodu v valovih sledili štirje zelo močni potresni sunki, ki so jih čutili vsi prebivalci območja, zlasti v Arriachu tako zelo, da so v strahu in grozi tekli iz stavb. Tresle so se strehe, žvenketala okna in zazvonil zvon v zvoniku. Delavci, ki so bili zaposleni z žetvijo na polju, so se v strahu in zmedu vrgli na tla. Barometer je kazal 20° R, ozračje je bilo soparno in nebo je bilo rahlo prekrito z oblaki.

Podobna poročila o tem potresu so prišla iz redakcij v krajih Zwischenwässern, Strasbourg in Althofen iz Celovškega okrožja, vendar razen že povedanega niso vsebovala nobenih posebnih opomb. (Klagenf. Z.)

Grätzer Zeitung, Graz (Gradec)

GZ 31. 08. 1840 št. 139 (Montag)

St. Oswald in Krain.

Am 27. d. M. langte ich auf einer Reise nach Illyrien nach Steiermark in dem Orte St. Oswald, welche ca. 300° über die Meeresfläche erhöht ist, und wo sich mehr denn 30 Passagiere eingefunden haben.

Kaum war das Mittagmahl beendet, als sich um 1 Uhr 10 Minuten ein dumpfes Getöse wahrnehmen ließ, welches in nordsüdlicher Richtung vorwärts zu schreiten schien.

Diesem Getöse folgte auf dem Fuß in derselben Richtung ein so heftiges Erdbeben, daß sich weder jemand unter den Passagiers noch unter den älteren Bewohnern von St. Oswald und der nächsten Poststation erinnern konnte, eine so schauervolle Erscheinung erlebt zu haben.

Die Einrichtungsstücke in den Speisezimmern wurden in eine heftige, beutelnde Bewegung versetzt, das Geschirr klirrte, und das Postgebäude fing derart zu schwanken an, daß der auf der Chaussee befindliche Conductor dessen Einsturz besorgte, und die Nebenstehenden zur Entfernung und Rettung aufforderte.

Die im ersten Stockwerke befindlichen Gäste wurden von einem panischen Schrecken ergriffen, einige Frauenspersonen verloren gänzlich die Besinnung und nur wenige Passagiere vermochten sich zu fassen, eine Zufluchtsstätte unter den Türschwellen der Speisezimmer zu suchen.

Ich selbst wähnte, unter dem Schutte des Postgebäudes von St. Oswald meine Grabstätte gefunden zu haben. Doch die Vorsehung hat es anders beschlossen; denn das Gebäude blieb, ungeachtet der heftigen Erschütterungen, bis auf mehrere Sprünge unverletzt stehen.

Nach beinahe 4 Minuten verschwand das schauervolle und bisher unerklärliche Schauspiel der Natur, ohne wiederzukehren, und die Todesangst verließ allmählich das erblaßte Antlitz und das Zittern der Glieder der Anwesenden.

Als ich mich vom ersten Schrecken etwas erholte, verfügte ich mich zu den Pfarrer in St. Oswald, Herrn Lucas Predovnik, um über den Stand der meteorologischen Instrumente Aufschluß zu erhalten.

Das Barometer stand auf 27'7'', und erlitt, nach der Aussage des Herrn Predovnik, keine Veränderung; die Temperatur betrug 19 1/2°R und die Windrose zeigte einen sanften Nordostwind an. Den Tag vorher fiel ein unbedeutender Regen, und in der Richtung nach Nordost wurde um 8 Uhr Abends ein bedeutendes Wetterleuchten wahrgenommen. Den 27. stiegen an mehreren Orten des Horizontes Gewitterwolken auf; allein es ließ sich weder ein Blitzen noch ein Donnern wahrnehmen, und die gewöhnlichen Vorboten heftiger Erdbeben fehlten, bis auf das unmittelbar vorangehende Getöse, gänzlich.

Ich suchte auf der Route von St. Oswald bis Grätz nähere Erkundigungen über dieses Erdbeben einzuholen, und erfuhr hierüber folgendes:

In Franz trat das Erdbeben nach 1 Uhr ein, und war in der Art heftig, daß nicht nur die Kirche eben so wie in St. Oswald, sondern auch andere Gebäude, namentlich das große, von der Kirche östlich gelegene Haus, bedeutend beschädigt wurden.

In weiterer, nördlicher Richtung nahm die Intensität der Art ab, daß in der Poststation „Windischfeistritz“ kaum Spuren eines Erdbebens wahrgenommen werden konnten.

Zu Grätz soll, nach der Aussage mehrerer unterrichteter Personen, nach 1 Uhr Mittags ein schwaches Erdbeben stattgefunden haben.

Grätz, den 28. August 1840

Dr. F. X. Hlubek, Professor am St. Joanneum

Šentožbolt na Kranjskem.

27. t. m sem na potovanju proti Iliriji prispel na Štajersko v mesto Šentožbolt, ki je približno 300 m nad morsko gladino, in kjer se je zbralo več kot 30 potnikov.

Komaj smo zaključili s kosilom, ko je bilo ob enih in 10 minut zaslišati zamolklo bobnenje v severno-južni smeri.

Temu hrupu je sledil v isti smeri silovit potres, kot ga ne pomnijo ne potniki, niti najstarejši prebivalci Šentožbolta, niti nihče na poštni postaji.

Pohišstvo v jedilnicah se je premikalo, pribor je žvenketal, poštna zgradba se je zibala na način, da se je zdelo, da se bo zrušila in so se zraven stoječi premaknili stran, da bi se rešili.

Gostje, ki so se nahajali v prvih nadstropjih, so bili v paničnem strahu, nekateri ženski osebkki so popolnoma izgubili razsodnost in le redki so bili tako prisebni, da so poiskali zavetje pod podboji vrat v jedilnicah.

Tudi sam sem mislil, da bom v tej poštni zgradbi v Šentožboltu našel svoj grob. Toda namenjeno je bilo drugače: stavba je kljub močnim potresnim sunkom obstala le z manjšimi poškodbami. Do zdaj nepojasnjena igra narave se je končala po skoraj 4 minutah, smrtni strah je popustil in okončine bledih navzočih so nehale trepetati. Ko sem si malo opomogel od prvega šoka, sem se pri župniku Šentožbolta, g. Lucasu Predovniku, pozanimal o stanju meteoroloških instrumentov. Barometer je kazal 27'7'' – po izpovedi g. Predovnika brez sprememb, termometer pa 19 1/2 °R, vetrokaz je nakazoval na blag severovzhodni veter. Dan prej je padal nepomemben dež, v smeri proti severovzhodu pa se je zvečer ob 8.

uri bliskalo. Dne 27. so se v več krajih na horizontu pojavili nevihtni oblaki, običajni predhodniki močnih potresov pa so manjkali, razen bobnenja neposredno pred samim potresom.

Na poti od Šentožbolta proti Grazu sem iskal dodatne informacije o tem potresu in pri tem izvedel naslednje:

Na Vranskem je bil potres ob 1. uri in je bil tako močan, da je bila poškodovana ne samo cerkev, tako kot v Šentožboltu, temveč tudi druge zgradbe, tudi velika hiša vzhodno od cerkve.

V severni smeri je intenziteta popustila, na poštni postaji Slovenska Bistrica skoraj niso opazili potresa.

V Grazu naj bi po izjavah več poučenih ljudi, prišlo do šibkega potresa po 1. uri opoldne.

Graz, 28. avgusta 1840

Dr. F. X. Hlubek, profesor na St. Joanneum

GZ 1. 09. 1840 št. 140 (Dienstag)

Erdbeben. St. Lorenzen in der Wüste am 28. August 1840

Am 27. August d. J. verspürte man zu St. Lorenzen in der Wüste, Marburger Kreises in Steiermark, um 1 Uhr Nachmittags ein heftiges Erdbeben, welches ungefähr 10 Sekunden dauerte. Dasselbe hatte die Richtung von Osten nach Süden, und wurde von einem heftig donnernden Getöse begleitet, welches einem rollenden Wagen glich. Die Fenster klirrten; die Leute eilten erschreckt auf die Gasse; jedoch hat sich bis nun keine Beschädigung an den Gebäuden gezeigt.

Der Himmel war bewölkt, und das Barometer zeigte auf 4 Grad ober dem Sterne.

Windischgrätz am 28. August 1840

Am 27. August d. J. um 1 Uhr 5 Minuten wurde in Windischgrätz eine heftige wellenförmige Erderschütterung in der Richtung von Nordost nach Südwest verspürt, die drei und eine halbe Sekunde dauerte. Dieses Phänomen brachte bei den Menschen einen panischen Schrecken hervor, und jeder suchte – einen zweiten Erdstoß befürchtend – das Freie. – Möbeln wurden verrückt, einige umgestürzt, und schwache Mauern bekamen Sprünge.

In der Kirche St. Ulrich außer Windischgrätz haben die Gewölbe starken Schaden genommen, und an der Hauptpfarre St. Martin ertönten heftig die Glocken. Das Reaumur'sche Thermometer zeigte 18 Grade. Der Himmel war rein, und kein Lüftchen wehte.

In den vergangenen 3 Tagen war die Hitze drückend. Diese Naturerscheinung muß in hiesiger Gegend zu den Seltenheiten gezählt werden.

Laibach, am 27. August. Um 5 Minuten nach 1 Uhr Nachmittags hörte man ein dem Rauschen des Sturmwindes ähnliches Getöse, auf dieses folgten unmittelbar sehr bemerkbare horizontale Erdstöße oder Schwankungen, die bis 5 Sekunden anhielten. Ihre Richtung ging von Süd nach Nord. Das Barometer stand von auf 27 Zoll 9 Linien, das Thermometer auf 21 Grad R im Schatten, und am Himmel schwebten zahlreiche Haufen Wolken. Nähere Details über dieses für hiesige Gegend nicht unbedeutende Erdbeben werden wir nachträglich liefern.

Potres. Lovrenc na Pohorju dne 28. avgusta 1840

Dne 27. avgusta t.l. je bilo v Lovrencu na Pohorju, mariborski okoliš, ob 1. uri popoldne čutiti močan potres, ki je trajal približno 10 sekund v smeri od vzhoda proti jugu in ga je spremljalo močno bobnenje, podobno prevračajočemu vozu. Okna so žvenketala, ljudje so prestrašeni hiteli na ulice, niso pa se pokazale nobene poškodbe na stavbah.

Nebo je bilo oblačno in barometer je kazal 4 stopinje nad zvezdo.

Slovenj Gradec, 28. avgusta 1840

Dne 27. avgusta t. l. ob 1. uri in 5 minut je bilo v Slovenj Gradcu v valovih čutiti močne potresne sunke v smeri od severovzhoda proti jugozahodu, ki so trajali tri in pol sekunde. Ta pojav je ljudi panično prestrašil, v strahu pred ponovnim potresnim sunkom so bežali na prosto. – Pohišstvo se je premikalo, v nekaterih primerih prevrnilo, na šibkejših stenah so se pojavile razpoke.

V cerkvi Sv. Ulrika zunaj Slovenj Gradca so bili poškodovani zidovi, v glavni fari Sv. Martina so močno zvonili zvonovi. Termometer je kazal 18 stopinj R. Nebo je bilo jasno in brez vetra.

V preteklih treh dneh je bilo vroče in soparno. Ta naravni pojav lahko v tukajšnji okolici označimo kot redkost.

Ljubljana, 27. avgusta. Ob 5 minut čez 1.uro popoldne je bilo slišati hrup, podoben viharnemu vetru, čemur so sledili zelo opazni potresni sunki ali valovanja, ki so trajali do 5 sekund. Smer je bila od juga proti severu. Barometer je kazal 27' 9'', termometer pa 21 stopinj R v senci, na nebu so plavali številni oblaki. Podrobnosti o tem, za ta okoliš ne nepomembnem potresu, bomo sporočili naknadno.

Illyrisches Blatt, Laibach (Ljubljana)**IB 3. 09. 1840 št.36 str. 178-180****Erdbeben.**

Das Erdbeben besteht zuweilen aus horizontalen Schwankungen, die nach einer gewissen Gegend hingehen, zuweilen empfindet man Stöße, die von unten nach oben gerichtet zu sein scheinen. Diese Schwankungen und Stöße dauern gewöhnlich nur einige Secunden, manchmal aber auch viele Minuten, allein sie kommen nach einige Zeit wieder, und zuweilen wird die Gede oft nach einigen Monaten, oder nach ein paar Jahren wieder ganz ruhig. Die Erdbeben sind zuweilen nur schwach und sehr eingeschränkt, so daß man sie nur in einem Theile einer etwas großen Stadt, und in dem andern gar nicht, oder doch viel schwächer empfindet; öfter aber erstrecken sie sich über eine erstaunliche Weite und alsdann pflanzen sie sich mit unglaublicher Geschwindigkeit fort. So hat man das Erdbeben, welches den 1. November 1755 Lissabon zerstörte, von Afrika bis Grönland wahrgenommen, und fast allenthalben in selben Zeitpunkte, in welchen es in Lissabon am heftigsten war, obgleich es an den von Lissabon sehr weit entfernten Orten nur sehr schwach empfunden wurde. Überdies pflanzen sich die Erdbeben durch Flüsse und Meere fort. Die Schiffe auf dem Meere werden durch sie eo erschüttert, wie Gebäude auf dem festen Lande, ja es scheint oft, als wollten ihre Theile auseinander gehen; die Kanonen springen von den Lafetten, die Seile zerreißen.

Nicht allzeit verursachen die Erdbeben Schaden, oft aber sind ihre Wirkungen auch sehr fürchterlich. Die Thürme und Schornsteine sind diejenigen Theile der Gebäude, welche durch sie am ersten einstürzen. Sie zerreißen die festesten Mauern, und überhaupt sind hohe und schwere Gebäude bei Erdbeben am gefährlichsten, denn ihr Einsturz erfolgt oft so plötzlich, daß man nicht Zeit hat sich zu retten. Daher baut man in Ländern, die starken und häufigen Erdbeben unterworfen sind, die Häuser leicht und niedrig. Die Einwohner jener Städte flüchten sich ins freie Feld und wohnen unter Zelten, bis die Erde wieder ganz ruhig ist.

Starke Erdbeben haben an der Rükten oft eine sonderbare Wirkung auf das Meer, den dieses zieht sich verschiedenemale zurück und kommt bald darauf mit einen erstaunenden Wuth wieder, indem es zugleich auf dreißig, fünfzig und mehrere Schuhe höher steigt, und das Land weit überschwemmt. Dergleichen Bewegungen hatte das Meer bei Lissabon während des Erdbebens von Jahr 1755, und durch sie wurden bei dem großen Erdbeben von 1746, welches Lima gänzlich zerstörte, alle Einwohner von Callao ersäust, viele Schiffe von Meere verschlungen und vier andere, die auch im Hafen von Callao lagen, fast eine Meile weit aufs Land geworfen. Und in den Wasser der Flüsse bemerkt man oft beim Erdbeben ständige Bewegungen. Es pflegen durch Erd-

beben Seen, Bäche und Quellen zu vertrocknen, dagegen andere Quellen an Orten zum Erscheinen zu kommen, wo vorher keine waren. Am Tage des Erdbebens zeigten sich selbst die Preußen, in der Gegend von Thoren, solche neue Quellen. Sogar die Witterrung pflegt sich nach starken Erdbeben merklich zu verändern, und einige Jahre öfter noch in gewissen Stücken ungewöhnlich zu sein. Weitere Wirkungen von heftigen Erdbeben sind endlich, daß sich die Erde spaltet und zuweilen Rauch, Flammen, Asche und Steine ausspritzt, so wie es ebenfalls bei dem Erdbeben von Lima im Jahre 1746 geschah; zuweilen verschließt sich die Öffnung wieder, aber sie füllt sich mit Wasser. Oft sinken Berge ein und in den Ebenen entstehen neue Erhöhungen und Vertiefungen, wie bei dem großen Erdbeben in Calabrien und Sicilien, welches im Jahre 1783 Messina verwüstete.

Bei dem Erdbeben hört man gewöhnlich ein besonderes Getöse und Rollen unter der Erde, eine stürmische Bewegung in der atmosphärischen Luft. Die Thierre geben oft eine halbe Stunde und länger vorher Zeichen der Fürcht, die Pferde wiehern und reißen sich aus der Stelle los, die Hunde heulen, die Vögel flüchten in die Häuser, die Mäuse kriechen aus ihren Löchern. Die Wasser der Brunnen und Quellen werden oft trübe, aber es steigt zuweilen in Freien Dunst aus der Erde, welcher denen, die in Freien gehen, die Füße verhüllet, wobei sie die Empfindung haben, als wenn sie jemand festhielte. Doch kann man eines von allen diesen und anderen Vorzeichen für untrügliche Vorboten des Erdbebens halten, weil sie auch eintreten, ohne daß ein Erdbeben erfolgt, und umgekehrt diese auch ohne jene Erscheinungen sich ereignen. Denn die Erdbeben sind an keine Jahres- oder Tageszeit gebunden, sie ereignen sich in kalten und warmen, in nassen und trockenen Jahren und bei jedem Alter des Mondes, doch sind sie häufiger in der Nähe des Äquators als der Pole.

Die Ursachen der Erdbeben sind noch sehr problematisch, wahrscheinlich sind sie in Vulkanen vorzüglich, und zwar concentrirt thätig wirkende Wärmekraft. Indem sich aber die Erdschüterungen, nach Art des Schalles, durch feste, flüssige und luftförmige Körper fortpflanzen können, so ist es nicht nötig anzunehmen, daß die Ursache des Erdbebens unmittelbar wird, wo man Erdstöße verspürt. Nach einigen sollen wegen schädlichen schwefeligen, salpeterigen und ähnlichen Dünste, auf die Erdbeben gefährliche Krankheiten, nach andern, was lieber zu glauben, fruchtbare Jahre folgen.

Vielleicht wird einer oder der andere von den verehrten Herren Lesern des Illyr. Blattes eines oder das andere von den oben erwähnten, die Erdbeben begleitenden Phänomen bei der am 27. v.M. um 5 Minuten nach 1 Uhr Nachmittags Statt gehabten, Verderben drohenden, starken Erdschütterung wahrgenommen haben?

Laibach, am 28. August 1840.

Potres

Potres se sestoji včasih iz horizontalnih nihanj v določenem okolju, včasih je čutiti sunke, za katere se zdi, da so usmerjeni od spodaj navzgor. Ta nihanja in sunki običajno trajajo samo nekaj sekund, lahko pa tudi več minut in se čez nekaj časa ponovijo, območje pa je čez nekaj mesecev ali čez nekaj let spet popolnoma mirno. Potresi so včasih le šibki ali ozko omejeni, tako da se jih čuti le v enem delu mesta, v drugem delu pa so bistveno šibkejši, pogosto pa se raztezajo čez osupljivo širino in takrat napredujejo z neverjetno hitrostjo. Tako je bilo potres, ki je 1. novembra 1755 uničil Lizbono, čutiti od Afrike do Grenlandije v skoraj povsem isti časovni točki, pri čemer ga je bilo v krajih, zelo oddaljenih od Lizbone, čutiti zelo šibko. Potresi se širijo tudi preko rek in morij. Ladje na morju pretresejo povsem enako kot zgradbe na kopnem; zdi se celo, kot bi hotele razpasti, topovske krogle padajo iz topov, jadra se raztrgajo.

Potresi ne povzročijo vedno škode; imajo pa strašljive učinke. Stolpi in dimniki zgradb so tisti, ki se prvi zrušijo. Porušijo lahko tudi najtrdnjše zidove in sploh so visoke, težke zgradbe med potresi najbolj nevarne, ker se porušijo tako iznenada, da ni časa, da bi se rešili. Zato v deželah, ki so podvržene pogostim in močnim potresom, gradijo nizke in lahke hiše. Prebivalci zbežijo na prosto in prebivajo v šotorih, dokler ni zemlja spet popolnoma mirna.

Močni potresi imajo poseben vpliv na morje, saj se le-to umakne daleč nazaj in se kmalu nato z neverjetnim besom vrne; pri tem da v višino meri trideset, petdeset ali celo več čevljev, in daleč v notranjost poplavi zemljo. Podobno je bilo gibanje morja med potresom v Lizboni leta 1755, in enako pri potresu v Limi leta 1746, ki je Limo povsem uničil, utopil prebivalce kraja Callao, morje je pogoltnilo nekaj ladij in štiri, ki so bile v pristanišču Callau, pometal skoraj miljo daleč v notranjost. V vodah in rekah je pred potresi opaziti stalno gibanje. Zaradi potresov se posušijo jezera, potoki in izviri, nasprotno pa se pojavijo izviri na krajih, kjer jih prej ni bilo. Na dan potresa so se celo v Prusiji, v okolici Thornaa, pokazali novi izviri. Tudi vreme se po potresih opazno spremeni, še nekaj let je v različnih obdobjih nenavadno. Nadaljnji učinki močnih potresov so: razpoke zemlji z dimom, plameni, pepelom in kamni, kot je bilo to pri potresu l. 1746 v Limi, včasih se razpoka zapre nazaj, vendar se napolni z vodo. Pogosto se gore posedejo in na površju nastanejo nove vzpetine in nižine, kot je bilo to pri velikem potresu v Kalabriji in na Siciliji, ki je l. 1783 opustošil Messino.

Pri potresih se običajno sliši poseben hrup in bobnenje pod zemljo ter viharne premike v atmosferi. Živali pogosto pol ure ali več pred potresom kažejo znake strahu, konji rezgetajo in se strgajo z mesta, psi zavijajo, ptice se zatečejo v hišice, miši prilezejo iz lukenj. Voda v vodnjakih in izvirih postane gosta, na prostem iz zemlje izhaja para, ki tistim, ki zunaj hodijo, ovija noge, kot bi jih nekdo trdno držal. Vendar ne moremo enega ali vseh naštetih pojavov razglasiti za napovedovalca potresov, saj se lahko pojavijo, ne da bi jim sledil potres, ali obratno. Kajti potresi niso vezani na noben letni čas ali čas dneva; zgodijo se v hladnih in toplih, suhih in mokrih letih ter pri vsaki fazi lune, so pa pogostejši v bližini ekvatorja kot zemeljskih polov.

Vzroki potresov so še zelo problematični, verjetno so predvsem v vulkanih, koncentrirani v toplotni moči. Morda je eden ali drugi od spoštovanih bralcev Illyr. Blatt-a doživel enega ali drugega od zgoraj navedenih spremljevalnih učinkov potresa dne 27. prejšnjega meseca ob 5 minut čez 1 uro.

Ljubljana, 28. avgusta 1840.

Klagenfurter Zeitung, Klagenfurt (Celovec)

KZ 2. 09. 1840 št.71 str. 1

Kärnten

Arriach, im Villacher Kreise, vom 27. August. Heute mittags 8 Minuten nach 1 Uhr verspürte man hier eine heftige Erdeschütterung. In ungefähr einer Minute erfolgten von Nordwest nach Südost vier sehr starke, wellenformige Erdstöße, welche alle Bewohner der hierigen Gegend, besonders in Arriach, in Furcht und Schrecken setzten, so zwar, das diese aus den Gebäuden liefen. Die Dächer drohten, die Fenster klirrten und eine Thurmglocke schlug an. Arbeiter, welche eben bei der Ernte auf dem Felde beschäftigt waren, warfen sich vor Furcht und Verwirrung auf die Erde nieder. Das Barometer zeigte 20° R., die Atmosphäre was schwül und der Himmel mit leichten Wolken überzogen.

Ähnliche Berichte über diesen Erdbeben kamen ferners der Redaktion aus Zwischenwässern, Strassburg und Althofen, im Klagenfurter-Kreise an, die aber außer den bereits mitgetheilten, keine besonderen Bemerkungen enthielten.

Dieses Erdbeben wurde auch in ganz Krain verspürt. Aus Laibach meldet die dortige Zeitung hierüber folgendes: Am 27. August um 5 Minuten nach 1 Uhr Nachmittags hörte man dem Rauschen des Sturmwindes ähnliches Getöse; auf dieses folgten unmittelbar sehr bemerkbare horizontale Erdstöße oder Schwankungen, die bei 3 Secunden anhielten. Ihre Richtung ging von Süd nach Nord. Das Barometer stand auf 27 Zoll 9 Linien, das Thermometer auf 21 Grad Reaumur im Schatten, und am Himmel schwebten zahlreiche Haufen Wolken.

Koroška

Arriach, Beljak, 27. August. Danes opoldne osem minut čez 1. uro je bilo čutiti močan potres. V približno eni minuti so si od severozahoda proti jugovzhodu v valovih sledili štiri zelo močni potresni sunki, ki

so jih čutili vsi prebivalci območja, zlasti v krajih Arriach, tako zelo, da so v strahu in grozi tekli iz stavb. Tresle so se strehe, žvenketala okna in zazvonil zvon v zvoniku. Delavci, ki so bili zaposleni z žetvijo na polju, so se v strahu in zmedu vrgli na tla. Barometer je kazal 20° R., ozračje je bilo soparno in nebo je bilo rahlo prekrito z oblaki.

Podobna poročila o tem potresu so prišla iz redakcij v krajih Zwischenwässern, Strasbourg in Althofen iz celovškega okrožja, vendar razen že povedanega niso vsebovala nobenih posebnih opomb.

Ta potres je bilo čutiti tudi na Kranjskem. Iz Ljubljane poroča tukajšnji časopis o naslednjem: 27. avgust ob 5 minut čez 1. uro popoldan smo slišali hrup, podoben bučanju viharja, ki mu je takoj sledilo nekaj opaznih potresnih sunkov v trajanju 3 sekund v smeri od juga proti severu. Barometer je kazal 27 inč in 9 linij, termometer pa 21 stopinj Reaumirja v senci, na nebu so bili številni oblaki.

KZ 6. 09. 1840 št.72 str. 1-2 (Sonntag)

Eisenkappel. Am 27. August d. J., 10 Minuten vor 1 Uhr Mittags, wurden die Bewohner dieses landesfürstliches Marktes, durch einen gewaltigen Erdstoß, der wenigstens 5 bis 6 Sekunden dauerte, und sich von Nordwest gegen Südost bewegte, in Schrecken gesetzt. Mit lautem, donnerähnlichen Getöse rüttelte er die Gebäude, besonders die oberen Stockwerke dergestalt, daß die Wände bei meisten Wohnungen Risse erhielten, Mörtel und Steine, vorzüglich von den Rauchfängen herab fielen, und von den Felsen sich ungeheure Steinblöcke loslößten. Mehrere Wände mußten wegen Gefahr des Einsturzes gestützt werden. Eine Viertel-Stunde darauf, 5 Minuten nach 1 Uhr, verspürte man in derselben Richtung einen jedoch sanfteren Erdstoß. Das Thermometer zeigte im Schatten 14 ½ Wärmegrade nach Reaumur und das Barometer stand nach der Erderschütterung wie vorher auf schönes Wetter. – Auch am 30. August, 10 Minuten vor 6 Uhr Früh, wiederholte sich das Erdbeben, dauerte jedoch nicht viel über eine Sekunde.

Der Laibacher Zeitung zu Folge wurde auch in Stein am 30. August um 6 Uhr Morgens ein starkes Erdbeben verspürt. Die Pfarrgemeinde, die eben bei Frühgottesdienste versammelt war, hatte eine jammer- und angstvolle Zeit zu bestehen. Die Kirchenmauer, welche bei dem Erdbeben vom 27. August schon etwas litt, vermehrte die Furcht vor dem Einstürze des Kirchenschiffes; daher entstand ein so großes Volksgedränge, daß die Ausgänge der Kirche durch die Volksmenge verstopft wurden, und so mehrere Personen bedeutenden Schaden nahmen.

Herr Professor Dr. Hlubek theilt in der Grazer Zeitung über das Erdbeben von 28. d. M. folgendes mit: Am 27. August langte ich auf einer Reise aus Illyrien nach Steiermark in dem Orte St.Oswald an, welcher cca. 300° über die Meeresfläche erhöht ist, und wo sich mehr denn 30 Passagiers eingefunden hatten. Kaum war das Mittagmahl beendet, als sich um 1 Uhr 10 Minuten ein dumpstes Getöse wahrnehmen ließ, welches in nordsüdlicher Richtung vorwärts zu schreiten schien. Diesem Getöse folgte in derselben Richtung ein so heftiges Erdbeben, das sich weder Jemand unter den Passagiers noch unter den ältesten Bewohnern von St.Oswald und der nächsten Dorfstation Kranj errinern konnte, eine so schauervolle Erscheinung erlebt zu haben. Die Einrichtungsstücke in den Speisezimmern wurden in eine heftige, beutelnde Bewegung verfaßt, das Geschirr flirrte und das Dachgebäude fing der Art zu schwanken an, daß der auf der Chaussee befindliche Conducteur dessen Einsturz beforgte und die Nebenstehenden zur Entfernung und Rettung aufforderte. Die im ersten Stockwerke befindlichen Gäste wurden von einen panischen Schrecken ergriffen, einige Frauenpersonen verloren gänzlich die Bessinung und nur wenige Passagiere vermochten sich zu sassen, eine Zufluchtsstätte unter den Thürschwellen der Speisezimmer zu suchen. Ich selbst wahrnte, unter dem Schatte des Gebäudes von St.Oswald meine Grabstätte gefunden zu haben. Doch die Vorsehung hat es anders beschlossen, denn das Gebäude blieb, ungeachtet der heftigen Erdschütterungen, bis auf mehrere Sprünge, unverletzt stehen. Nach beinahe 4 Minuten verschwand das schauervolle und bisher unerlässliche Schauspiel der Natur, ohne wiederzukehren, und die Todesangst verließ allmählich das erblaßte Untis und das Zittern der Glieder. Ich suchte auf der Route von St. Oswald bis Graz nähere Erkundigungen über dieses Erdbeben einzuholen, und erfuhr hierüber folgendes: In Kranj trat das

Erdbeben um 1 Uhr ein, und war in der Art heftig, daß nicht nur die Kirche, eben so wie in St. Oswald, sondern auch andere Gebäude, namentlich das Große, vor der Kirche öftlich gelegene Haus, bedeutend beschädigt wurden. In weiterer, nördlicher Richtung nahm die Intensität der Art ab, daß in der Dorfstation Windischfeistritz - kaum Spuren eines Erdbebens wahrgenommen werden konnten. - Zu Graz soll, nach der Ausfrage mehrerer unterrichteter Personen, nach 1 Uhr mittag ein schwaches Erdbeben statt gefunden haben.«

Der Grazer Zeitung zu Folge wurde auch zu St. Lorenzen in der Wüste, Marburger Kreises, um 1 Uhr Nachmittags ein heftiges Erdbeben, welches ungefähr 10 Sekunden dauerte, verspürt. Dasselbe hatte die Richtung von Norden nach Süden, und wurde von einem heftig donnernden Getöse begleitet, welches einem rollenden Wagen glich. Die Fenster klirrten; die Schränke und Kästen schwankten; die Leute eilten erschreckt aus die Gasse; jedoch hat sich bis nun keine Beschädigung an den Gebäuden gezeigt.

Aus Windischgratz schreibt dieselbe Zeitung: Am 27. August d. J. um 1 Uhr 5 Minuten Mittags wurde auch hier eine heftige wellenförmige Erderschütterung in der Richtung von Nordost nach Südwest verspürt, die drei und eine halbe Sekunde dauerte. Dieses Phänomen brachte bei den Menschen einen panischen Schrecken hervor, und Jeder suchte, einen zweiten Erdstoß befürchtend, das Freie. - Meubeln wurden verrückt, einige umgestürzt, und schwache Mauern bekamen Sprünge. - In der Kirche St. Ullrich außer Windischgratz haben die Gewölbe starken Schaden genommen, und an der Hauptpfarre St. Martin erläuteten heftig die Glocken.

Auch der »Osservatore Triestino« meldet aus Triest unterm 28. August: Gestern um 1 Uhr Nachmittags verspürte man hier einige Erdstöße, welche wiewohl leicht und ohne Schaden zu verursachen, dennoch in einen großen Theile der Stadt ziemlich bedeutend waren. Die Erderschütterungen, drei an der Zahl, waren von Süden nach Norden, und dauerten mehrere Sekunden.

Železna Kapla, 27. avgusta t. l. Ob 10 minut do enih opoldne je prebivalce tega mesta prestrašil močan potres, ki je trajal najmanj 5 do 6 sekund v smeri od severozahoda proti jugovzhodu. Z glasnim grmenjem je stresel stavbe, še posebej v teh zgornjih nadstropjih tako, da so v stenah nastale razpoke, odpadala je malta in kamenje predosem z dimnikov, iz skalovja se je krušilo kamenje. Več zidov je bilo potrebno podpreti zaradi nevarnosti zrušenja. Četrtr ure kasneje, ob 5 minut čez 1 uro popoldne, je bilo v isti smeri čutiti še en, vendar blažji potres. Termometer je kazal 14 ½ stopinj po Reaumirju v senci, barometer pa je tako pred potresom kot za njim kazal lepo vreme. - Tudi na dan 30. avgusta ob 10 minut pred 6. uro zjutraj se je potres ponovil, vendar ni trajal mnogo dlje kot eno sekundo.

Glede na Laibacher Zeitung je bilo 30. avgusta ob 6. uri močan potres čutiti tudi v Kamniku. Za župnijo, kjer so bili praokar zbrani ob zgodnjem bogoslužju, je bil to nesrečen in zaskrbljen čas. Cerkevni zid je že utrpel poškodbe v potresu dne 27. avgusta in to je povečalo strah, da se bo cerkvena ladja podrla. Prišlo je do tako velikega prerivanja, da so bili izhodi blokirani zaradi množice ljudi. Mnogo ljudi je bilo poškodovanih.

Profesor dr. Hlubek je v Gratzter Zeitung o potresu dne 27. t.m. povedal naslednje: Dne 27. avgusta sem prispel iz Ilirije na Štajersko v kraj Šentožbolt, ki je cca. 300m dvignjen nad morsko gladino, in kjer se je zbralo več kot 30 potnikov. Komajda smo končali s kosilom, ko se je ob 1. uri in 10 minut zaslišalo zamolklo bobnenje, za katerega se je zdelo, da se pomika naprej v smeri sever-jug. Bobnenju je v isti smeri sledil silovit potres, kakršnega ne pomnijo niti najstarejši prebivalci Šentožbolta ali Vranskega, da bi ga že kdaj doživeli. Kosi pohišstva v jedilnicah so se grobo premikali, pribor je žvenketal, in streha stavbe se je premikala na način, da se je bilo bati zrušenja in so se zraven stoječi morali umakniti v iskanju rešitve. Gostje, ki so se znašli v prvem nadstropju, so bili v paničnem strahu, nekatere ženske osebe so popolnoma izgubile prisebnost in le redki so bili dovolj prisebni, da so poiskali zavetje pod podboji vrat jedilnice. Tudi sam sem mislil, da bo v tej zgradbi v Šentožboltu moj grob. Toda ni mi bilo tako namenjeno, saj je stavba ostala nepoškodovana kljub večim potresnim sunkom.

Po skoraj 4 minutah je spektakel narave prenehal in smrtni strah je zapustil naša telesa, okončine so prenehale trepetati. Na poti od Šentožbolta do Graza sem poskušal dobiti več informacij o tem potresu in sem izvedel naslednje: v Vranskem je potres nastopil ob 1. uri opoldne in je bil tako močan, da ni bila poško-

dovana samo cerkev kot v Šentožboltu, temveč so bile bistveno poškodovane tudi druge zgradbe, npr. pred cerkvijo stoječa velika samostojna hiša. V smeri proti severu je intenziteta popuščala in v Slovenj Gradcu potresa skoraj ni bilo čutiti. Mesto Graz je po pričevanju več oseb potres prizadel okoli 1. ure.

Glede na poročanje Gratzter Zeitung je bilo tudi v Lovrencu na Pohorju, mariborski okoliš, okoli 1. ure popoldne čutiti silovit potres, ki je trajal približno 10 sekund. Bil je v smeri od severa proti jugu, spremljalo pa ga je močno bobnenje, kar je spominjalo na prevračajoči se avto. Okna so se tresla, omare in škatle so se premikale, ljudje so prestrašeni tekali po ulici, vendar na stavbah zaenkrat ni videti nobene škode.

Iz Slovenj Gradca poroča taisti časopis: dne 27. avgusta t. l. ob 1. uri in pet minut opoldne je bilo potres v valovih v smeri severovzhoda do jugozahoda čutiti tudi tukaj, ki je trajal tri sekunde in pol. Ta pojav je pri ljudeh povzročil paniko in vsakdo je, boječ se drugega potresnega sunka, iskal pot na prosto. Pohištvo se je premikalo, nekateri kosi so se prevrnili, v stenah so se pojavile razpoke. V cerkvi sv. Ulrika izven Slovenj Gradca so na stenah hujše poškodbe, v glavni fari Sv. Martina so se oglasili cerkveni zvonovi.

Tudi »Osservatore Triestino« poroča iz Trsta dne 28. avgusta: Včeraj ob 1. uri popoldne je bilo tukaj čutiti nekaj potresnih sunkov, ki sicer niso povzročili škode, so pa v večjem delu mesta precej prestrašili. Sunki so bili trije, v smeri od juga proti severu v trajanju več sekund.

KZ 9. 09. 1840 št.73 str. 1-2 (Mittwoch)

Die Laibacher Zeitung meldet vom 3. September: Laut eingegangenen Berichten wurde das am 27. d. M. um 1 Uhr 5 Minuten Nachmittags hier erfolgte Erdbeben an mehreren Orten dieser Provinz um dieselbe Zeit mit mehr oder weniger Heftigkeit wahrgenommen, namentlich in Krainburg, Vodize, Reifnitz, Janzhberg, St. Martin bei Littay u.a. - In Folge dieses Erdbebens erhielten hier in Laibach mehrere Gebäude bedeutende Risse in den Mauern, einige Schornsteine flüßten ein und in vielen Häusern löste sich der Mörtel von den Wänden ab. Besonders bemerkenswert ist die Erscheinung, daß hier während des Erdbebens aus der Atmosphäre eine schwefelgelbe Materie in kleinen Tropfen niederfiel, die vertrocknet zerreibbar war. - Laut Bericht aus dem Markte Watsch dauerte dort das Erdbeben, dessen Schwingungen von Osten nach Westen abgegeben werden, bei 8 Sekunden, in Folge dessen in den Häusern von den Stuccaturen der Anwurf, von den Dächern die Ziegeln in Menge herabfielen, die Häuser Risse bekamen und sonst noch Schaden an den Gebäuden angerichtet wurde. - Gestern, den 2. September, um 11 ³/₄ Uhr verspürte man hier wieder einen leichten Erdstoß.

In einer Korrespondenz-Nachricht des »Adlers« aus Laibach heißt es unter anderen: Die Stärke der Stats gehabten Erderschütterung läßt sich aus den die begleitenden Nebenumständen ermessen. Im Frauenkloster-Kirchturme schlug die große Glocke sehr vernehmlich an, ein gleiches ereignete sich im Thurme der Pfarrkirche Maria Verkuendigung; viele Glocken klangen in den Häusern, namentlich in den Gebäuden der St. Jakobsbrücke und in der Wienerstraße, durch einander; von Gestellen fielen stabile Gegenstände zu Boden und gingen in Trümmer, von Mauern und Zimmerdecken löschte sich an vielen Orten der Mörtelanwurf; mehrere Gebäude erhielten bedeutende Risse, Ziegel flogen von den Dächern und Schornsteine stürzten zusammen. Einige wollen während des Erdbebens Schwefeldämpfe in der Atmosphäre und später deren Niederschlag am Boden und anderen Gegenständen wahrgenommen haben.

Lombardisch - venetianisches Königreich

Venedig, vom 27. August. Heute, 52 Minuten nach der Mittagsstunde, war ein Erdbeben verspürt, welches 5 Sekunden lang währte. Dasselbe war schwingender Art von Süden nach Norden; das Barometer zeigte 28" 4"', das Thermometer 24,9 bei 100theiligen Scala; die Atmosphäre war zum Zheit umwölkt.

Die Gazzetta di Milano schreibt aus Mailand unterm 28. August: Gestern kurz vor 1 Uhr Nachmittags äußerten unsere magnetischen Apparate eine schwingende Bewegung, welche sonst Anzeichen von einem Erdbeben waren. Die Erschütterung war so nach in der Richtung von

Nord – Nordost nach Süd – Südwest gewesen. Uebrigens Unterlagen [neberljivo] nach die magnetische Intensität irgens einer Veränderung, nur war in der magnetischen Neigung eine werklliche Zunahme wahrgenommen.

Laibacher Zeitung poročča 3. septembra: glede na poročila je bilo dne 27 t. m. ob 1 uri in 5 minut opoldne zaznati bolj ali manj silovit potres v več krajih te province in sicer v Kranju, Vodica, Ribnici, na Jančah in v Šmartnem pri Litiji, med drugim. Kot posledica potresa so nastale razpoke na več stavbah v Ljubljani, padali so dimniki in na mnogih hišah se je omet odluščil od sten. Posebej velja omeniti pojav, da je med potresom iz ozračja padala žvepleno-rumena snov v majhnih kapljicah, ki je postala drobljiva, ko se je posušila. - Glede na poročilo iz Vač je tam potres, čigar vibracije so bile od vzhoda proti zahodu in trajale 8 sekund, povzročil padanje opek s streh v večjih količinah, na hišah so nastajale razpoke in tudi sicer je bilo na stavbah veliko škode. Včeraj, 2. septembra, ob 11. $\frac{3}{4}$ uri je bilo ponovno čutiti rahel potres.

V korespondenčnem sporočilu časopisu »Adler« iz Ljubljane med drugim piše: moč potresa, ki smo ga doživeli, je mogoče izmeriti iz spremljevalnih okoliščin. Zvonovi v zvoniku ženskega samostana so zvonili zelo glasno, enako se je dogajalo v farni cerkvi Sv. Marijinega oznanjenja; mnogi zvonovi so močno zvonili tudi v hišah, namreč v zgradbah pri mostu Sv. Jakoba in v Dunajski ulici, s hiš so padali stabilni predmeti in se razbijali, s sten in stropov se je luščil in odpadal omet, na mnogih zgradbah so se pojavile vidne razpoke, opeke so padale s streh in rušili so se dimniki. Nekateri so poročali o žvepleni pari v atmosferi, ki naj bi se kasneje spustila na tla in na razne predmete.

Lombardsko - beneško kraljestvo

Benetke, 27. avgusta. Danes 52 minut po poldnevu, je bilo čutiti potres, ki je trajal 5 sekund v smeri od juga proti severu. Barometer je kazal 28'' 4''', termometer na pa 24,9 na 100-delni skali. Atmosfera je bila oblačna.

Gazzetta di Milano piše: Milano dne 28. avgusta: Včeraj popoldne, tik pred 1 uro so naše magnetne aparature zaznale gibanje, kar so bili rahli znaki potresa v smeri sever – severozahod proti jugu - jugozahodu.

[zadnji stavek je neprevedljiv, ker ga pol manjka (ni čitljivo)].

KZ 13. 09. 1840 št 74 str. 1 (Sonntag)

Croatien

Agram. Am 27. August Mittags, um 4 Minuten vor 1 Uhr, ward hier ein heftiger Erdstoß verspürt. In der ziemlich heitern Atmosphäre waren, außer einer drückenden Schwüle, eben keine besonderen Veränderungen bemerkbar; das Thermometer zeigte 20° R., das Barometer 28' 5''' 6'''. - Auch von mehreren Orten der Umgegend, als von Paukovecz, Petrinia, Glina, Topusko u.a., laufen Nachrichten über diese, mit geringen Differenzen, welche nur in dem verschiedenen Gänge der Uhren liegen können, zur selben Zeit bemerkte Erderschütterungen ein. - Aus Karlstadt wird uns unterm 28. Aug. berichtet: »Gestern Mittags, 7 Minuten nach 1 Uhr, fand hier ein ziemlich starker Erdstoß Statt; so zwar, das Bilder, Spiegel und sonstige and den Wänden hängende Gegenstände merklich hin und her bewegt wurden, was jedoch nur 3 Secunden lang dauerte.« (Agram. Z.)

Hrvaška

Zagreb. Dne 27. avgusta opoldne, ob 4 minute pred eno uro, je bilo tukaj čutiti močan potres. V pretežno jasnem ozračju ni bilo, razen sopen, opaziti nobenih posebnih sprememb; termometer je kazal 20° R., barometer pa 28' 5''' 6'''. Tudi iz več mest v okolici, npr. iz Paukovca, Petrinje, Gline in Topuskega poročajo o teh, le z minimalnimi spremembami, ki jih je pripisati različno nastavljenim uram, ob istem času opaženih potresnih sunkih. - Iz Karlovca dne 28. avgusta poročajo: »Včeraj opoldne, 7 minut čez eno, je tukaj prišlo do precej močnega potresa in sicer tako, da so se slike, ogledala in drugi na stenah viseči predmeti opazno premikali sem ter tja, kar pa je trajalo le 3 sekunde.« (Agram. Z.)

Laibacher Zeitung, Laibach (Ljubljana)

LZ 29. 08. 1840, št. 69

Laibach, am 27. August. Um 5 Minuten nach 1 Uhr Nachmittags hörte man ein dem Raufchen des Sturmwindes ähnliches Getöse; auf dieses folgten unmittelbar sehr bemerkbare horizontale Erdstöße oder Erdschwankungen, die bei 3 Secunden anhielten. Ihre Richtung ging von Süd nach Nord. Das Barometer stand auf 27 Zoll 9 Linien, das Thermometer auf 21 Grad R. im Schatten, und am Himmel schwebten zahlreiche haufen Wolken. Nähere Details über dieses für biefige Gegend nicht unbedeutende Erdbeben werden wir nachträglich liefern.

Ljubljana, 27. avgusta. 5 minut po 1. uri popoldne je bilo slišati zvok, podoben zavijanju viharnega vetra, temu je takoj zatem sledilo zelo opazno horizontalne tresenje zemlje ali premike zemlje, ki so trajali približno 3 sekunde. Potekali so od juga proti severu. Na barometru je bilo 27 col 9 linij, na termometru 21 stopinj R. v senci, na nebu so lebdeli in se kopičili številni oblaki. Več podrobnosti o tem, za to območje ne nepomembnem tresenju zemlje bomo posredovali kasneje.

LZ 1. 09. 1840, št. 70

Laibach, den 31. August

Nach dem Berichte eines Augenzeuge wurde in Stein gestern den 30. August um 6. Uhr Morgens ein starkes Erdbeben verspürt. Die Pfarrgemeinde, die eben beim Frühgottesdienste war, hatte eine jammere und angstvolle Zeit zu bestehen. Die Kirchenmauer, welche bei dem Erdbeben vom 27. 8. schon etwas litt, vermehrte die Furcht vor dem Einstürzen des Kirchenschiffes; daher entstand so großes Volksgedränge, daß die Zugänge der Kirche durch die Volkmasse verstopft wurden, und so mehrere Personen bedeutenden Schaden nahmen.

Ljubljana, 31. avgusta

Po poročilih očitovcevo je bil 30. avgusta ob 6. uri zjutraj v Kamniku občuten močan potres. Župljani, zbrani ob zgodnji maši, so prestali čas poln strahu. Cerkevna stena, ki je bila nekoliko prizadeta v potresu 27. avgusta, je povečala strah od porušitve cerkve, kar je izzvalo prerivanje med ljudmi. Množica je zamašila izhode iz cerkve in več ljudi je bilo poškodovanih.

LZ 5. 09. 1840 št. 71 (Samstag)

Laibach den 3. Sept.

Laut eingegangenen Berichten wurde das am 27. v.M. um 1 Uhr 5 Min. Nachmittags hier erfolgte Erdbeben am mehreren Daten dieser Provinz um dieselbe Zeit mit mehr oder weniger Heftigkeit wahrgenommen, namentlich in Krainburg, Vodize, Reifnitz, Janzhberg, St. Martin bei Littay, so wie auch in der benachbarten Steyermark und in Kärnten. In Klagenfurt wiederholte sich, laut dortiger Zeitung, der Erdstoß nach 10 Minuten wieder, aber in viel geringender Grabe. – In Folge dieses Erdbebens erhielten hier in Laibach mehrere Gebäude bedeutende Riffe in den Mauern, einige Schornsteine stürzten ein und in vielen Häusern löbte sich das Malter von den Wänden ab. Besonders bemerkenswert ist die Erscheinung, daß hier während des Erdbebens aus der Atmosphäre eine schneefelgelbe Materie in kleinen Tropfen niederfiel, die vertrocknet zereißbar war. Laut Bericht aus dem Markte Watsch dauerte dort das Erdbeben, dessen Schwingungen von Osten nach Westen angegeben werden, bei 8 Secunden, in Folge dessen in den Häusern von den Stukaturen der Unwurf, von den Dächern die Ziegeln in Menge herausfielen, die Häuser Riffe bekamen und sonst noch Schaden an den Gebäuden angerichtet wurde. – Gestern, den 2. September, um 11 $\frac{3}{4}$ Uhr verspürte man hier wieder einen leichten Erdstoß.

Steyermark

Am 27. August d.J. verspürte man zu St. Lorenzen in der Wüste, Marburger zone, um 1 Uhr Nachmittags ein heftiges Erdbeben, welches ungefähr 10 Secunden dauerte. Dasselbe hatte die Richtung von Osten nach Westen, und wurde von einem heftig donnernden Getöse begleitet, welches einem rollendem Wagen glich. Die Fenster zitterten, die Schränke und Kästen schwankten, die Leute eilten erschreckt auf die Straße, jedoch hat sich bis nun keine Beschädigung an den Gebäuden gezeigt. Der Himmel war bewolkt, und das Barometer zeigte auf 4 Grad ober dem Sterne.

Am 27. August d.J. um 1 Uhr 5 Minuten Mittags wurde in Windischgrätz eine heftige wellenformende Erderschütterung in der Richtung von Nordost nach Südwest verspürt, die drei und eine halbe Secunde dauerte. Dieses Phänomen brachte bei den Menschen einen panischen Schrecken hervor, und Jeder fuhr - einen zweiten Erdstoß befürchtend - das Freie. - Meubeln wurden verrückt, einige umgedrängt, und schwache Mauern bekamen Sprünge.

In der Kirche St. Ulrich außer Windischgrätz haben die Gewölbe starken Schaden genommen, und an der Hauptfarre St. Martin ertönten heftig die Glocken. Das Reaumur'sche Thermometer zeigte 18 Grade. Der Himmel war rein und fein Lüftchen webte.

In den vorhergegangenen 3 Tagen war die Hitze drückend. Diese Naturentscheidung muß in hiesiger Gegend zu den Seltenheiten gezählt werden. (Gr. Z.)

Ljubljana, 3. sept.

Glede na prejeta poročila je bil dne 27. t. m. ob 1. uri 5 min. popoldne potres, ki so ga bolj ali manj zaznali predvsem v Kranju, Vodica, Ribnici, Šmartnem pri Litiji kot tudi na sosednjem Štajerskem in Koroškem. V Celovcu se je, glede na tamkajšnji časopis, potres čez 10 minut ponovil, vendar na mnogo nižji stopnji - Zaradi potresa so se tukaj v Ljubljani pojavile razpoke na številnih stenah, v mnogih domovih so se porušili dimniki, v številnih hišah se je omet odluščil s sten. Posebej velja omeniti pojav, da so med potresom iz ozračja padale majhne rumenkaste kapljice, ki so posušene postale drobljive. - Glede na poročilo s trga Vače je potres, katerega vibracije so se širile od vzhoda proti zahodu, trajal 8 sekund, s hišnih streh so padale opeke, na hišah so nastajale razpoke in tudi sicer je na stavbah nastalo precej škode. - Včeraj, drugega septembra, ob 11. $\frac{3}{4}$ ura je bilo spet čutiti rahel sunek.

Štajerska

27. avgusta t. l. je bilo v Lovrencu na Pohorju, Mariborsko okrožje, ob 1. uri popoldan čutiti silovit potres, ki je trajal okoli 10 sekund. Smer je bila od vzhoda proti zahodu, spremljalo ga je doneče bobnenje, kot bi se prevračal voz. Tresla so se okna, omare in police so se tresle, ljudje so prestrašeni hiteli na ulice, se pa do sedaj niso pokazale nobene poškodbe na stavbah. Nebo je bilo oblačno in barometer je kazal 4 stopinje nad zvezdo.

27. avgust t. l. ob 1 uri 5 minut popoldne je bilo v Slovenj Gradcu čutiti močno tresenje zemlje v smeri severovzhoda proti jugozahodu; ki je trajalo tri in pol sekunde. Ta pojav je pri ljudeh povzročil paniko, v strahu pred ponovnim sunkom so tekli na prosto. Pohištvo se je premikalo, v nekaterih slabih stenah so nastale razpoke.

V cerkvi Sv. Ulrika v okolici Slovenj Gradca so bili oboki močno poškodovani, in v glavni fari Sv. Martin so močno zvonili zvonovi. Termometer je kazal 18 stopinj Reaumurja. Nebo je bilo jasno in pihljalo je rahel veterc.

V zadnjih 3 dneh je bila vročina težka. To odločitev narave je v teh krajih potrebno prišteti k redkostim.

LZ 12. 09. 1840 št. 73 str. 1

Jantschberg, den 4. September

Den 2. v. M. um 3 ¼ Uhr 5 Minuten Morgens verspürte man wieder eine Erderschütterung von Osten nach Westen; die war wellenartig mit zwei Schwingungen und auch dermalen hörte man ein vorhergehendes dumpfes Getöse.

Janče, 4. September - 2. t. m. ob 3 ¼ ure in 5 minut zjutraj je bilo ponovno čutiti potres od vzhoda proti zahodu; v valovih z dvema sunkoma in tudi tokrat je bilo slišati zatohlo bučanje.

LZ 26. 09. 1840 št. 77 str. 1 (Samstag)

Illirien.

Laibach, 29. September um 10 Uhr Abends. Als es eben am hierortigen Schloßbergthurme 10 Uhr schlug, vernahm man nach den achten Schlag einen von der Ferne mit einer außerordentlichen Schnelligkeit sich nähernden schwachen, nahe an der Erdoberfläche fortrollenden Donner, welcher beim Selbsttönen einer angeschlagenen großen Trommel verglichen werden kann. Gleich darauf beim 10. Anschlagen der Glocke erfolgte eine heftige schaukelnde Bewegung am gedielten Boden im ersten Stocke meines Wohngebäudes nordlich von hiesigen Theatergebäude, die von einer gleichzeitigen Erderschütterung herrührte, deren Richtung sich von jener vom 27. v. M. wesentlich nicht unterschied. Das Knarren bei Thürflügel und das Raffeln des Fenstertafeln währte bei 3 Secunden, das Geklirr des porzellanen und gläsernem Geschirrs in den Schränken und Räften war sehr vernehmlich und dauerte noch länger. Das Barometer zeigte 27 Zoll 6 Linien. Das Thermometer + 14 Grad R.

Ilirija.

Ljubljana, 24. septembra ob 10. uri zvečer. Ko je na grajskem zvoniku ravno odbijalo 10, se je pri 8. udarcu zvona iz daljave z izredno hitrostjo pri tleh zaslišalo šibko, vendar bližajoče se grmenje, ki je spominjalo na bobne. Takoj za tem pri 10. udarcu zvona, je bilo začutiti močno, nihajoče gibanje – vsaj tako se je čutilo v mojem stanovanju, v prvem nadstropju zgradbe v bližini gledališča, na lesenih tleh - ki je bilo zelo podobno in v isti smeri kot potresni sunek dne 27. prejšnjega meseca. Škripanje vrat in žvenketanje oken je trajalo 3 sekunde, glasen ropot porcelanskega in steklenega posodja pa še dlje. Barometer je kazal 27 palcev, 6 vrstic. Termometer pa + 14 stopinj R.

LZ 3. 10. 1840 št. 79 str. 1 (Samstag)

Illirien.

Klagenfurt, 24. September. Einige Minuten vor halb eilf Uhr Abends verspürte man hier enen Erdstoß, dessen Dauer beiläufig eine Secunde betrug, und durch das zittern der Fenster, Rütteln der Thüren und Mobilien in vielen Gebäuden deutlich bemerkbar war, jedoch an Heftigkeit dem Erdbeben vom 27. August d. J. bei weitem nicht gleich kam. Der Himmel war den ganzen Abend über mit schweren, aus Süd-West ziehenden Wolken theilweise bedeckt, und die Luft drückend schwul. Zwischen 8 und 9 Uhr fiel ein leichter Regen. Auch am 25. Abends um 6 Uhr bemerkte man, mehrfachen Aussagen zufolge, eine leichte Erderschütterung.

Ilirija.

Celovec, 24. september. Nekaj minut pred pol enajsto uro zvečer je bilo čutiti potresni sunek, ki je trajal okoli 1 sekunde in ga je bilo jasno opaziti vsled tresenja oken, vrat in pohištva v mnogih stavbah, ni pa bil tako močan kot potres dne 27. t. m.

Nebo je bilo ves čas prekrito s težkimi, jugozahodnimi oblaki in zrak je bil soparen. Med 8. in 9. uro je padal rahel dež. Tudi dne 25. zvečer ob 6. uri je, glede na številne izjave ljudi, prišlo do rahlega potresa.

Viri in literatura

- Carniolia (1840/41). št. 36, 38, 39 in 44. (dostopno na <http://www.dlib.si>, 15.05.2013)
- Cecić, I. (2013a). Potresi v letu 1840. Interno poročilo, Makroseizmični arhiv ARSO.
- Cecić, I. (2013b). Potresi v Tuhinjski dolini leta 1840. Ujma (v tisku)
- Čarman, M., Godec, M., B. Šket Motnikar, M. Živčič, M. Ložar Stopar (2013). Potres 3. decembra 2012 pri Zgornjem Tuhinju. Potresi v letu 2012
- Der Adler (1840). št. 211–213, .Wien. (dostopno na <http://anno.onb.ac.at>, 15. 5. 2013).
- Fuller, M. (1912). The New Madrid Earthquake. USGS Bulletin 494, Washington. (dostopno na <http://pubs.usgs.gov/bul/0494/report.pdf>, 15. 5. 2013).
- Godec, M., M. Čarman, B. Šket Motnikar, M. Živčič (2013). Potres 3. decembra 2012 pri Zgornjem Tuhinju. Ujma, v tisku.
- Grätzer Zeitung (1840). št. 139–140, Graz.
- Hoernes, R., (1902). Erdbeben und Stosslinien Steiermarks. Mitteilungen der Erdbeben-Kommission der k. Akademie d. Wiss., N.F. Nr. 7, Wien.
- Illyrisches Blatt (1840). št. 36, Laibach. (dostopno na <http://www.dlib.si>, 15. 5. 2013).
- Kišpatić, M. (1891). Potresi u Hrvatskoj. Rad jugosl. akademije znanosti i umjetnosti, knjiga CVII, CIX, CXXII, Zagreb.
- Klagenfurter Zeitung (1840). št. 71–74, Klagenfurt. (dostopno na <http://anno.onb.ac.at>, 15. 5. 2013).
- Koblar, A. (1896). Zemeljski potresi na Slovenskem. Kleinmayr in Bamberg, Laibach.
- Laibacher Zeitung (1840). št. 69–79, Laibach. (dostopno na <http://www.dlib.si>, 15. 5. 2013).
- Perrey, A. (1846). Memoire sur les tremblements de terre dans la bassin du Danube. Annales des sciences physiques et naturelles, d'agriculture et d'industrie, IX, La Societe royale d'Agriculture, etc., de Lyon, str. 333–414, Lyon.
- Ribarič, V. (1982). Seizmičnost Slovenije. Katalog potresov (792 n. e. – 1981). Publikacije Seizmološkega zavoda SR Slovenije, Serija A, št. 1, Ljubljana.
- Stražar, S. (1970). Kronika Doba. Jamarski klub Domžale, Ljubljana.
- Živčič, M. in I. Cecić (1998). Revised magnitudes of historical earthquakes in Slovenia. The EGS General Assembly, 20–24 April 1998, Nice.

Anita Jerše, Andrej Gosar, Mladen Živčić

MAKROSEIZMIČNE RAZISKAVE VPLIVA GEOLOŠKE PODLAGE NA INTENZITETE NEKATERIH POTRESOV NA ŠIRŠEM OBMOČJU LJUBLJANE

MACROSEISMIC INVESTIGATIONS OF THE INFLUENCE OF GEOLOGICAL STRUCTURE ON SOME EARTHQUAKE INTENSITIES IN WIDER LJUBLJANA AREA

Povzetek

Ljubljana spada med potresno najbolj nevarna območja v Sloveniji. Poleg tega lahko mehkejši sedimenti v Ljubljanski kotlini močno vplivajo na potresno nihanje tal. Z makroseizmičnimi podatki smo raziskali vpliv geološke podlage na intenzitete nekaterih potresov na širšem območju Ljubljane. Določili smo intenzitete enajstih potresov na homogenih območjih, ki smo jih določili v skladu s klasifikacijo tal po evropskem standardu Evrokod 8 (EC8). Na širšem območju Ljubljane so tla po EC8 razdeljena v pet tipov tal (A, C, D, E in S1).

Kot smo pričakovali, se učinki potresov večajo s slabšanjem tal. Glede na pričakovane rezultate po EC8 smo zaznali rahlo odstopanje le na tleh D, na katerih imajo potresi nekoliko nižje intenzitete od pričakovanih. Vzrok se lahko skriva v ostalih geoloških in drugih dejavnikih ali zgolj v tem, da imamo za posamezne poligone na tleh D zelo malo podatkov.

Abstract

Ljubljana is one of three regions with the highest seismic hazard in Slovenia. In addition soft sediments in the Ljubljana basin have a strong influence on seismic ground motion. We used macroseismic data to investigate the influence of geological structure on some earthquake intensities in greater Ljubljana area. We determined intensities of eleven earthquakes in the area according to ground classification based on Eurocode 8 standard (EC8). The ground in the greater Ljubljana area is classified as one of five types (A, C, D, E, and S1), according to EC8.

The results showed an increase in intensities of earthquakes as the quality of the ground deteriorated. The only results to deviate is data for ground D, which showed slightly lower intensities. This may be due to other geological and other factors or because we have very limited data on individual polygons within ground D.

Uvod

Potres je eden od naravnih pojavov, ki ga ne moremo nadzorovati, lahko pa ga dobro merimo in analiziramo njegove učinke. Makroseizmologija je področje seizmologije, ki se ukvarja z preučevanjem učinkov potresa. Makroseizmični podatki nam tako povedo, kakšne učinke ima potres na ljudi, predmete, zgradbe in naravo. S pomočjo izbrane intenzitetne lestvice in s pridobljenimi podatki o učinkih potresa lahko opredelimo stopnjo intenzitete nekega potresa. Pričakovano je, da so največje intenzitete v bližini nadžarišča potresa in da intenziteta upada z oddaljenostjo od nadžarišča (Cecić, 2004).

Amplituda nihanja tal na neki lokaciji je odvisna od žariščnih lastnosti potresa (magnituda, globina, oddaljenost, žariščni mehanizem), od vpliva regionalne geološke zgradbe na širjenje potresnega valovanja in od vpliva lokalne geološke zgradbe na potresno valovanje. Vpliv slednje na potresno nihanje tal imenujemo »vpliv lokalnih tal«. Vpliv lokalne geološke zgradbe na nihanje tal in na poškodbe zgradb ob potresu je bil v preteklosti obravnavan predvsem kvalitativno ali s pomočjo empiričnih enačb. S takimi metodami se oceni prirastek intenzitete glede na izbrana primerjalna tla. V zadnjem času prihajajo v ospredje kvantitativne metode, ki omogočajo neposredno merjenje ali modeliranje ojačenja nihanja tal in ga upoštevamo s koeficientom S (soil factor), s katerim pomnožimo vrednosti pospeška nihanja tal, ki veljajo za referenčno trdno kamnino.

Območje Ljubljana spada med potresno najbolj nevarna območja v Sloveniji, kljub temu, da v zadnjih 50 letih tu ni bilo potresa, ki bi povzročil poškodbe objektov. Leži v plitvem sedimentnem bazenu. Najbolj neugodni seizmogeološki pogoji so na Ljubljanskem barju, kjer prod in pesek

prekrivajo jezerski in barjanski sedimenti. Najbolj ugodna tla pa so na obrobem hribovju. Cilj raziskave je opredeliti vpliv geološke podlage na intenzitete nekaterih potresov na širšem območju Ljubljane in sicer na podlagi klasifikacije tal po standardu Evrokod 8 (SIST EN 1998-1:2005, SIST EN 1998-1:2005/A101).

Za potrebe makroseizmičnih raziskav smo analizirali vprašalnike, ki so prispeli po pošti, preko spletnega obrazca in po elektronski pošti. Vse makroseizmične vprašalnike smo pridobili v arhivu Urada za seizmologijo in geologijo. Pri opredeljevanju intenzitete smo sledili načelom Evropske makroseizmične lestvice (EMS-98) oz. EMS (Grünthal, 1998). Intenzitete potresov smo določili za območja, katerih polmer ne presega 5 km in ki se nahajajo na homogenih tleh glede na standard EC8. Na podlagi geološke karte OGK 100 in njenih tolmačev smo geološko podlago območja razdelili v pet razredov po EC8. V pomoč nam je bila predhodna karta potresne mikro-razonizacije Mestne občine Ljubljana (Zupančič in drugi, 2004). Statistična analiza je bila narejena za podatke treh ločenih skupin potresov. Pri vsaki skupini smo izbrali referenčno intenziteto primerjalnega poligona, s katero smo primerjali intenzitete drugih poligonov istega potresa.

Dosedanje raziskave vpliva površinske geologije na učinke potresov

Ojačitve potresnega valovanja v aluvialnih nanosih so velikokrat prispevale k večji škodi in izgubi življenj. V območjih z zapleteno geološko zgradbo se vpliv lokalnih tal lahko zelo spremeni (Toshinawa in drugi, 1997). Po svetu je bilo narejenih že kar nekaj raziskav, s katerimi so na podlagi makroseizmičnih podatkov iskali povezavo med intenziteto in geološko podlago. Prve pomembnejše tovrstne raziskave so bile narejene na Novi Zelandiji (Elder in drugi, 1991, Toshinawa in drugi, 1997). Tudi v Italiji je bilo opravljenih več raziskav o učinkih potresa npr. na območju Palerma (Giammarinaro in drugi, 2005) in Rima (Cifelli in drugi, 2000, Sbarra in drugi, 2012).

Na podlagi novejših rezultatov so predlagali (Sbarra in drugi, 2012) uporabo makroseizmičnih raziskav pri izdelavi kart potresne nevarnosti. Ugotovili so, da na intenziteto vpliva tudi spreminjanje tal z globino in debelina posameznih plasti.

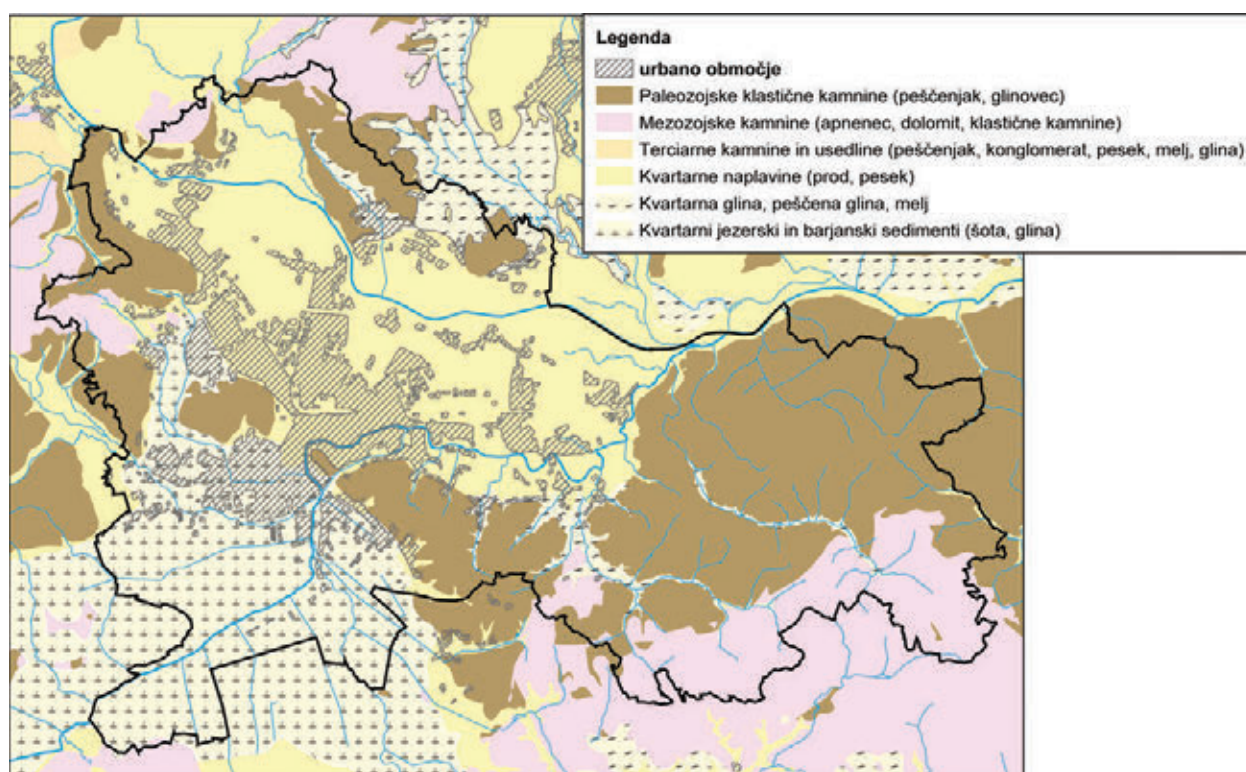
Geološke značilnosti in klasifikacija tal po EC8 širšega območja Ljubljane

Glede na različno geološko zgradbo (slika 1) lahko območje Mestne občine Ljubljana razdelimo na Ljubljansko polje, severni del Ljubljanskega barja in obrobno hribovje (Rožnik, Grajski hrib in Golovec).

Ljubljana leži v plitvem sedimentnem bazenu, ki je zapolnjen s kvartarnimi nanosi, zato se tu srečujemo z različnimi seizmogeološkimi pogoji. Najbolj ugodni pogoji so na obrobem hribovju, kjer izdanjajo permski in karbonski skrilavi glinavci, peščenjaki in konglomerati ter mezozojske karbonatne kamnine. Srednje dobra tla predstavljajo območja, ki jih prekrivajo prodni nanosi reke Save, najbolj neugodna pa so tla na Ljubljanskem barju, kjer prod in pesek prekrivajo jezerski in barjanski sedimenti.

Vpliv tal je pomemben del predpisov o potresno odporni gradnji. Na podlagi evropskega standarda (EN 1998-1) je Slovenski inštitut za standardizacijo izdal slovenski standard Evrokod 8 (EC8) – Projektiranje potresno odpornih konstrukcij (SIST EN 1998-1-1:2005, SIST EN 1998-1:2005/A101). Uporablja se skupaj s karto Potresna nevarnost Slovenije - projektni pospešek tal in Tolmač (Lapajne in drugi, 2001). Skupaj dopolnjujeta predpise o potresno odporni gradnji v Sloveniji.

V EC8 je vpliv lokalnih tal na učinke potresa za nekatere značilne tipe tal predpisan s koeficientom tal S (soil factor), ki nam pove, koliko večje pospeške nihanja pričakujemo v primerjavi z referenčno trdno kamnino. EC8 določa sedem tipov tal: A, B, C, D, E, S1 in S2, ki so opisani s stratigrafskim profilom in tremi kvantitativnimi parametri: hitrostjo strižnega valovanja v zgornjih 30 m ($v_{s,30}$), z rezultatom standardnega penetracijskega preizkusa (N_{spt}) in strižno trdnostjo tal (c_u). Za tipe tal B, C, D in E je vpliv lokalnih tal na potresne učinke predpisan s koeficientom



Slika 1: Geološka karta Mestne občine Ljubljana (Zupančič in drugi, 2004).

Figure 1: Geological map of the Ljubljana region (Zupančič in drugi, 2004).

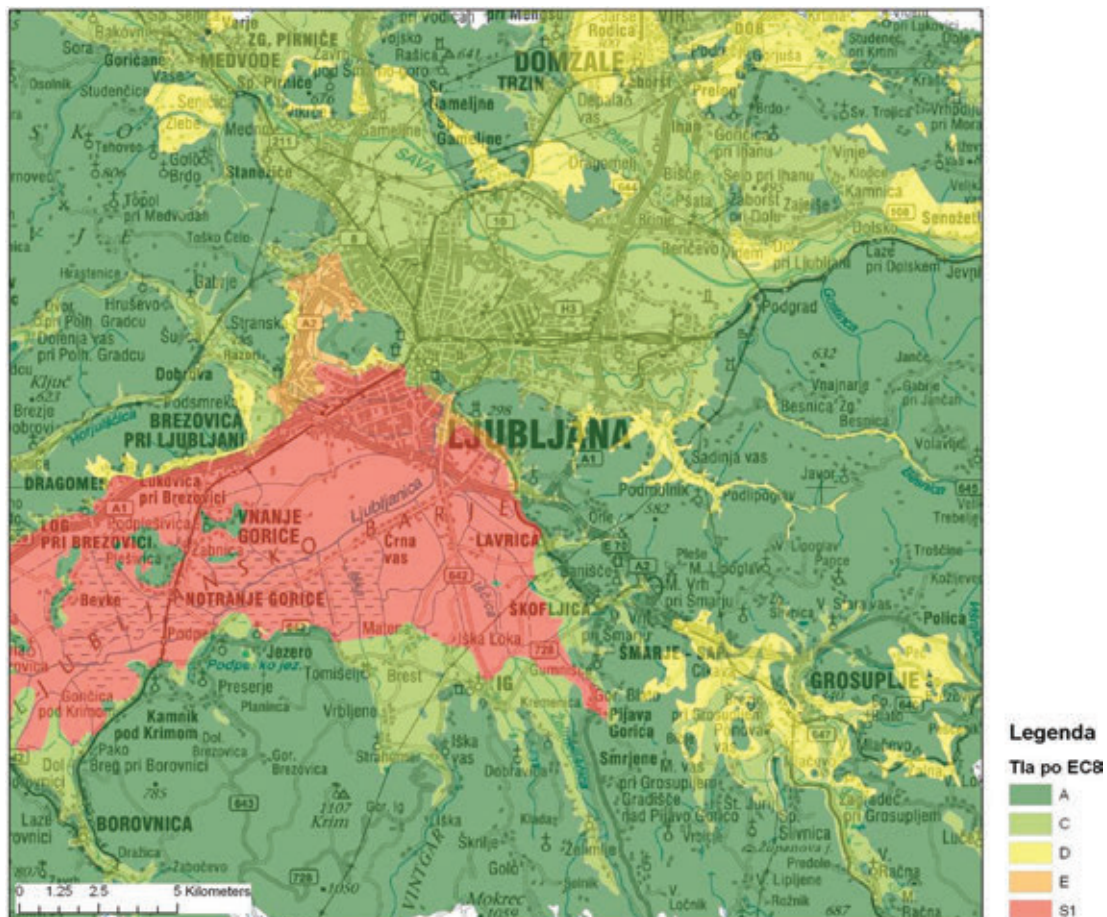
S glede na tla A. Za posebna tipa tal S1 in S2 koeficient tal ni podan in ga je potrebno določiti s posebnimi raziskavami.

Vpliv lokalne geološke zgradbe na potresno nihanje tal podaja karta potresne mikrorajonizacije. Na podlagi geološke karte OGK 100 in njenih tolmačev smo razširili novejšo karto potresne mikrorajonizacije MOL-a (Zupančič in drugi, 2004) na širše območje Ljubljane (slika 2). Tla na širšem območju Ljubljane so razdeljena v pet razredov po EC8:

- tip tal A: koeficient tal 1,00;
- tip tal C: koeficient tal 1,15;
- tip tal D: koeficient tal 1,35;
- tip tal E: koeficient tal 1,70;
- tip tal S1: koeficient tal 2,55.

V pomoč nam je bila predhodna klasifikacija tal po EC8 na podlagi OGK 100 (Zupančič in drugi, 2004), kjer so geološko in litološko zgradbo Mestne občine Ljubljana povzeli po Osnovni geološki karti 1:100.000 (OGK 100), list Kranj (Grad in Ferjančič, 1974), Ljubljana (Premru, 1983), Postojna (Buser in drugi, 1967) in Ribnica (Buser, 1969). Preglednica s klasifikacijo tal po EC8 za širše območje Ljubljana je že prikazana v tej publikaciji in sicer v prispevku Mikrorajonizacija območij z večjo potresno nevarnostjo v Sloveniji (Zupančič, 2013). Tla so združevali na digitaliziranih kartah OGK 100, ki jih je izdelal Geološki zavod Slovenije v letih 1997 do 2003. Ker je tiskana karta OGK narejena na precej slabi geodetski podlagi, je tudi njena natančnost v digitalni obliki slabša. Zato so na končni karti privzeli natančnost tematskega sloja 50 m. Pri končnih rezultatih moramo torej vedeti, da opazovalci, ki se nahajajo blizu (50 metrov ali manj) meje dveh tipov tal, morda niso uvrščeni v pravi razred tal po EC8.

Jugozahodni del ozemlja (Ljubljansko barje) spada v tip tal S1, večina vzhodnega in del zahodnega ozemlja spada v tla A, osrednji del v tla C, vmes pa so manjša območja, ki spadajo v tip tal D in E (slika 2). Na širšem območju Ljubljane ni ugotovljenih tal tipa B ali S2.



Slika 2: Tip tal po EC8 na širšem območju Ljubljane.

Figure 2: Map of EC8 ground types in the greater Ljubljana area.

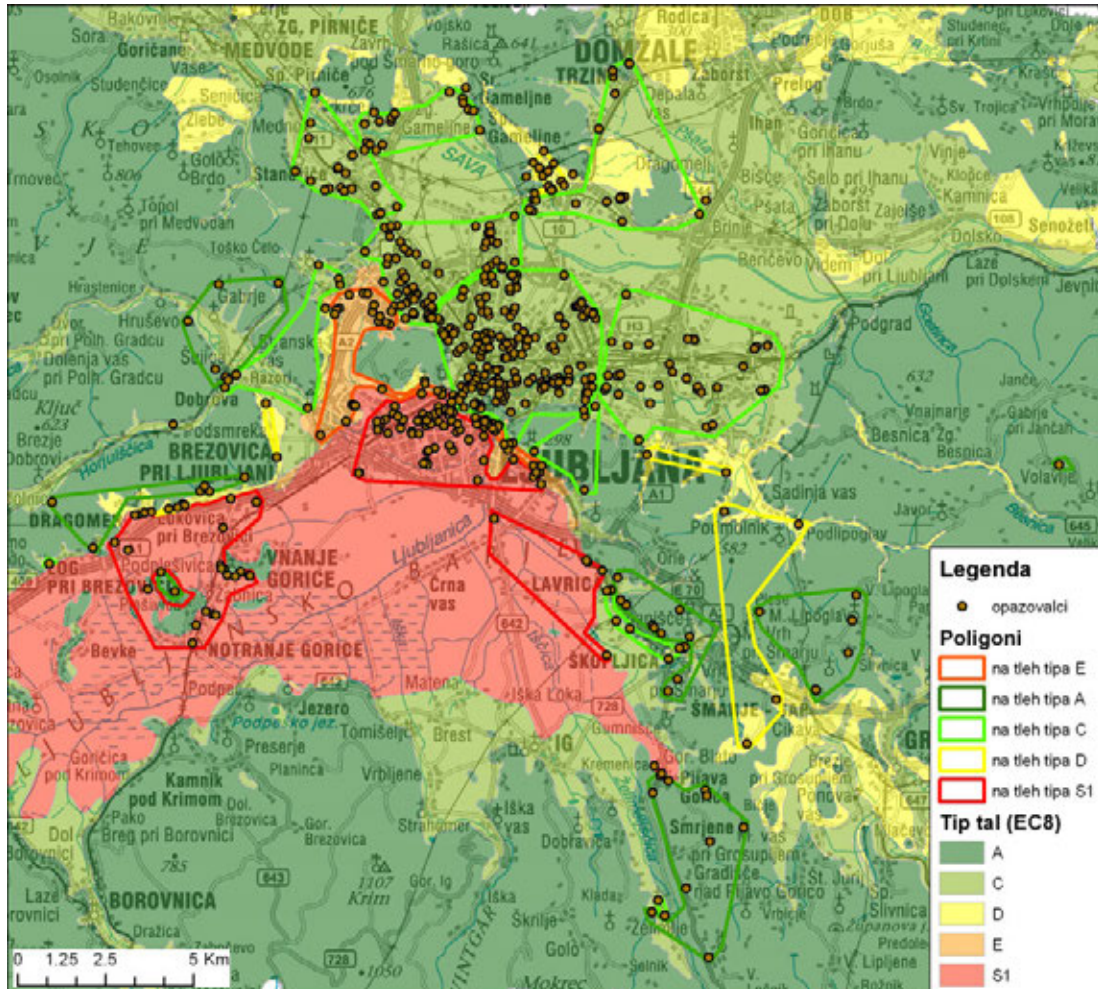
Pridobivanje makroseizmičnih podatkov in opredeljevanje intenzitete

Oceno učinkov potresa na predmete, ljudi, zgradbe in naravo nam poda intenziteta potresa, ki jo določimo s pomočjo intenzitetne lestvice. Prva faza postopka pri ocenjevanju intenzitete je pridobitev vseh dostopnih informacij o učinkih potresa. Podatke je treba razvrstiti po naseljih ter s pomočjo lestvice opredeliti, kateri opis intenzitetnih stopenj najbolj ustreza podatkom.

Vse makroseizmične vprašalnike smo pridobili v arhivu Urada za seizmologijo in geologijo Agencije Republike Slovenije za okolje, ki je zadolžen za zbiranje makroseizmičnih podatkov v Sloveniji. Ko seizmolog dobi podatke, da so nek potres čutili prebivalci Slovenije, uporabi računalniški program za pošiljanje vprašalnikov in določi mejo območja, v katerem jih bo izbral (Cecić, 2004). V bazi registriranih opazovalcev je več kot 6400 oseb. Trenutno imamo v Sloveniji dve vrsti vprašalnika (z in brez vprašanj o poškodbah na zgradbah), ki se uporabljata za močnejše oz. šibkejša potresa. Makroseizmični podatki vključujejo vprašalnike, ki so jih opazovalci poslali po pošti, preko spletnega obrazca ali po elektronski pošti.

Podatke, ki prihajajo iz petega in višjega nadstropja ali iz posebnih zgradb zanemarimo. Kadar podatki ne zadoščajo za nedvoumno določitev intenzitete, potresu pripišemo razpon vrednosti (npr. IV–V). Kadar ni mogoča večja natančnost, je možen tudi zapis npr. manj kot VI ali več kot VII, lahko pa tudi samo simbol F (ang. felt) v primeru, ko so potres čutili, vendar nimamo drugih podatkov, ki bi omogočili vsaj približno opredelitev intenzitete. Podobno lahko intenziteto opredelimo s simbolom T v primeru, da so prebivalci zaznali samo zvok potresa, ali s simbolom D, ki označuje poškodbe.

Intenzitete smo določali za manjša območja, opredeljena s klasifikacijo tal po EC8 in ne po naseljih, kot je običajno. Vsaka ocenjena intenziteta se nanašala na območje, katerega polmer ne presega 5 km in ki se nahaja na homogenih tleh po EC8, saj je sicer razpon zabeleženih učinkov lahko zelo velik, glede na to, da se spreminjajo s kvaliteto tal. Posledično smo tla, kjer prebivajo opazovalci, razdelili na več poligonov (slika 3) in vsakemu poligonu določili intenziteto potresa. Določili smo 4 poligone na tleh tipa S1, 2 na tleh E, 6 na tleh D, 10 na tleh C in 8 poligonov na tleh tipa A. Pri opredeljevanju intenzitete smo sledili načelom Evropske makroseizmične lestvice (EMS-98) (Grünthal, 1998).



Slika 3: Karta poligonov homogenih tal glede na tip tal (EC8), za katere smo opredelili intenziteto potresa. Točke označujejo lokacije opazovalcev.

Figure 3: Map of polygons on homogeneous ground in accordance with the EC8 classification for which we determined earthquake intensity. Points indicate the locations of the observers.

Metode obdelave makroseizmičnih podatkov

Za obdelavo makroseizmičnih podatkov smo zbrali 17 potresov (preglednica 1), ki so se zgodili med letoma 1998 in 2005 ter so bili dovolj močni za našo raziskavo. Osnovne podatke o potresih (čas, lokacija, magnituda, največja intenziteta) smo pridobili iz letnih publikacij o potresih Urada za seizmologijo in geologijo (ARSO, Potresi v letu, 1997-2011). Iz te skupine smo nato uporabili 11 tistih, ki so čim bolj izpolnjevali pogoje:

- da so čim bolj oddaljeni od Ljubljane. Če je vir potresa dovolj daleč, lahko zanemarimo razlike v nadžariščni razdalji med različnimi deli območja in tako vidimo razlike v intenzitetah zaradi vpliva geološke podlage;

- da potresno valovanje prihaja iz podobne smeri. Vpliv geološke zgradbe na širjenje potresnega valovanja je podoben;
- da so dosegli največjo intenziteto najmanj V EMS, na območju Ljubljane pa najmanj IV-V EMS;
- da zanje obstoja zadostno število makroseizmičnih podatkov.

Pri potresih v okolici Brezovice in pri Cerknem je šlo za več zaporednih sunkov, katerih učinke smo opredeljevali skupaj, saj je bilo premalo podatkov, ki bi omogočili točno opredelitev intenzitete vsakega sunka posebej.

Raziskavo smo opravili za tri skupine potresov. Najprej smo se osredotočili na potrese, ki pogoje najbolj izpolnjujejo. Teh potresov je skupaj 5 in so v preglednici obarvani oranžno. Njihova oddaljenost od Ljubljane je med 45 in 120 km. Potresno valovanje te skupine prihaja iz severozahodne smeri od središča Ljubljane. Druga skupina potresov pogojev ne izpolnjuje tako dobro. Teh

Preglednica 1: Podatki o uporabljenih potresih.

Table 1: Earthquakes used in this study. Earthquakes which are uncolored were not used.

Z. št.	Datum	Čas h:m:s UTC	Z. šir. °S	Z. dolž. °V	Glob. h (km)	M _{L,V}	I _{max} (EMS-98)	Potresno območje	Oddaljenost od središča Ljubljane (km)	Smer od središča Ljubljane	Število vprašalnikov	I _{max} širšega območja Lj. (EMS-98)
No	Date	Time h:m:s UTC	Lat °N	Lon °E	Depth h (km)	M _{L,V}	I _{max} (EMS-98)	Epicentral area	Distance from the center of Ljubljana (km)	Direction from the center of Ljubljana	Number of questionnaires	I _{max} wider Ljubljana area (EMS-98)
1	25.09.1996	17:56:30	46,17	14,4	19	3,7	IV-V	SMLEDNIK - Podreča-Mavčiče	15	S	90	
2	13.03.1998	15:14:57	45,6	14,25	14,3	4,2	V	ILIRSKA BISTRICA - Šembije-Koritnice	50	JZ	82	IV-V
3	26.03.1998	16:26:00	43,08	12,6	46	5,1	IV-V	ITALIJA - Umbrija	380	JZ	23	
4	12.04.1998	10:55:33	46,31	13,63	7,6	5,5	VII-VIII	KOBARID - Lepena	80	SZ	170	V
5	06.05.1998	2:53:00	46,28	13,7	5,1	4,2	V-VI	KOBARID - Lepena	80	SZ	72	V
6	31.08.1998	2:32:04	45,93	14,88	15,6	4,2	VI	IVANČNA GORICA - Sela pri Dobu	35	JV	59	V
7	17.09.1998	5:29:43	46,01	14,77	15,7	3,4	V	LITIJA - Golišče	20	V	81	
8	24.09.1998	3:59:05	46,05	14,74	13	3,3	IV-V	Šmartno pri Litiji - Koške Poljane	18	V	100	
9	14.02.2002	3:18:00	46,13	13,1	11,2	4,5	V	FURLANIJA - Moggio Udinese	120	SZ	33	IV
10	20.10.2002	17:42:56	46,03	14,42	11	2,5	V	Brezovica pri Ljubljani Lukovica pri Brezovici	10	JZ	162	V
		17:44:13	46,02	14,41	11	2,7	V					
		17:46:01	46,02	14,41	7	2,4	IV-V					
		17:49:19	46,03	14,4	9	1,8	III					
		18:21:54	46,01	14,4	7	3,1	V	BARJE - Podplešivica				
11	12.07.2004	13:04:06	46,31	13,62	11	4,9	VI-VII	KOBARID - Lepena	80	SZ	100	V
12	22.09.2004	14:55:48	46,11	14,77	16	3,5	V	MORAVČE - Zgornji Prekar	20	SV	133	V
13	14.1.2005	7:58:11	46,2	14,03	19	4	V	CERKNO - Davča	45	SZ	156	V
		8:05:18	46,19	14,05	19	3,8						
14	23.01.2009	3:28:00	46,07	14,42	19	2,9	IV	DOBROVA - Šujica	7	Z	176	
15	01.08.2009	3:04:37	46,16	14,53	18	2,5	IV	MENGEŠ - Šinkov Turn	10	S	83	
16	15.01.2010	14:20:54	45,77	14,19	15	3,7	V	POSTOJNA - Veliki Otok	45	JZ	139	IV
17	24.02.2010	5:21:25	46,1	14,6	11	3,2	V	LJUBLJANA - Dragomelj	10	SV	190	V
											Σ vprašalnikov petih potresov	531
											Σ vprašalnikov enajstih potresov	1296
											Σ vseh vprašalnikov	1849

Barvna legenda:

oranžna	potresi, ki navedene pogoje najbolj izpolnjujejo
rumena	potresi, ki pogoje nekoliko slabše izpolnjujejo
neobarvano	potresi, ki niso bili uporabljeni v nadaljnji raziskavi

Preglednica 4: Statistična analiza potresov glede na tip tal po EC8 za pet potresov (levo) in vseh enajst potresov skupaj (desno).

Table 4: Statistical analysis of earthquakes in accordance with the EC8 classification for five earthquakes (left) and all eleven earthquakes together (right).

Tip tal (EC8)	Srednje vrednosti za pet potresov				Tip tal (EC8)	Srednje vrednosti za vseh enajst potresov			
	Aritmetična sredina (M)	Mediana (Me)	Modus (Mo)	Modificirana Me		Aritmetična sredina (M)	Mediana (Me)	Modus (Mo)	Modificirana Me
Ground type (EC8)	Mean values for five earthquakes				Ground type (EC8)	Mean values for all eleven earthquakes together			
	Arithmetic mean (M)	Median (Me)	Mode (Mo)	Modified Me		Arithmetic mean (M)	Median (Me)	Mode (Mo)	Modified Me
A (7)	-0,071	0	0	0	A (17)	0	0	0	0
C (36)	0,063	0	0	0	C (77)	0,092	0	0	0
D (10)	-0,056	0	-0,5	-0,25	D (21)	0,147	0	-0,5	0
E (9)	0,375	0	0	0	E (19)	0,324	0,5	0	0
S1 (9)	0,333	0,5	0	0,5	S1 (26)	0,167	0	0	0

Rezultati na podlagi petih potresov nam kažejo, da odstopanja od referenčne intenzitete naraščajo s slabšanjem lastnosti tal (predvsem na tleh tipa E). Vendar pa rezultati tipa tal D odstopajo od ostalih, saj bi glede na koeficient tal po EC8 pričakovali višje vrednosti od tistih na tleh C in ne manjše. Morda tičijo vzroki v geoloških in ostalih dejavnikih.

Rezultati na podlagi vseh enajstih potresov nam kažejo podoben trend naraščanja vrednosti odstopanj od referenčne intenzitete kot pri rezultatih analize petih potresov. Na tleh D dobimo višjo aritmetično sredino od tiste na tleh C, nasprotno pa je modus negativen.

V preglednici 5 podajamo, kolikokrat je bila intenziteta manjša, večja ali enaka referenčni intenziteti na tleh C, ki so bila privzeta za primerjalna tla. Modra barva označuje intenzitete, ki prevladujejo na posameznih tleh.

V preglednici petih potresov opazimo poviševanje intenzitet s slabšanjem tal. Na tipu tal A imamo opredeljenih več nižjih intenzitet kot višjih. Tla C imajo precej enakomerno razporejene intenzitete, kar je pričakovano, glede na to, da smo ta tla izbrali za primerjalna. Tla E imajo več višjih intenzitet kot nižjih in prav tako tudi tla S1. Tla S1 imajo tudi več višjih intenzitet kot tla E, kar ustreza pričakovanim rezultatom, saj so tla S1 po EC8 slabša. Pri tleh D se pojavi odstopanje rezultatov od pričakovanih, saj so intenzitete na teh tleh nekoliko nižje od intenzitet na tleh C.

Preglednica 5: Število primerov, ko je intenziteta manjša, enaka ali večja referenčni intenziteti primerjalnih tal glede na tla po EC8. Rezultati za skupino petih potresov (levo) in vseh enajstih potresov skupaj (desno).

Table 5: The number of cases when intensity of earthquakes is smaller, greater or equal to the reference intensity in accordance with the EC8 classification. The results for the group of five earthquakes (left) and all eleven earthquakes together (right).

Tip tal (EC8)	Statistična analiza za pet potresov			Tip tal (EC8)	Statistična analiza za vseh enajst potresov		
	I < Iref	I = Iref	I > Iref		I < Iref	I = Iref	I > Iref
Ground type (EC8)	Statistical analysis for five earthquakes			Ground type (EC8)	Statistical analysis for all eleven earthquakes together		
	I < Iref	I = Iref	I > Iref		I < Iref	I = Iref	I > Iref
A (7)	2	4	1	A (17)	7	6	4
C (36)	9	12	10	C (77)	17	30	19
D (10)	5	3	2	D (21)	10	5	6
E (9)	1	5	3	E (19)	4	6	9
S1 (9)	1	3	5	S1 (26)	8	8	10

Opazili smo tudi veliko odstopanje intenzitet znotraj tal D, kar nakazuje velik vpliv drugih dejavnikov. V preglednici intenzitet vseh enajstih potresov smo dobili podobne rezultate.

Kljub temu, da ostalih šest potresov nekoliko slabše izpolnjuje pogoje, smo tudi pri njih dobili podobne rezultate (preglednica 6), ki kažejo poviševanje intenzitete s slabšanjem tal. Razlika je le, da intenzitete na tleh S1 ne kažejo posebnega odstopanja, medtem ko so intenzitete na D tleh ponovno nižje od referenčne na primerjalnih tleh. Modra barva označuje intenzitete, ki prevladujejo na posameznih tleh.

Preglednica 6: Število primerov, ko je intenziteta manjša, večja ali enaka referenčni intenziteti primerjalnih tal glede na tla po EC8. Rezultati za skupino ostalih šest potresov.

Table 6: The number of cases when intensity of earthquakes is smaller, greater or equal to the reference intensity in accordance with the EC8 classification. The results for the remaining six earthquakes.

Tip tal (EC8)	Statistična analiza za pet potresov		
	I < Iref	I = Iref	I > Iref
Ground type (EC8)	Statistical analysis for five earthquakes		
	I < Iref	I = Iref	I > Iref
A (10)	5	2	3
C (43)	7	19	11
D (11)	5	4	2
E (10)	2	4	4
S1 (17)	4	9	4

Zaključki

Ojačitve potresnega valovanja so v preteklosti pogosto prispevale k večji škodi in izgubi življenj. Prav zaradi težkih poškodb objektov, ki so bile posledice ojačitve potresnega valovanja na mehkejših tleh, so se študije lokalnih vplivov tal zelo povečale. Ker kvantitativni podatki gibanja tal niso vedno na voljo za izvedbo mikroseizmičnih raziskav, je pomembna analiza makroseizmičnih podatkov o učinkih potresa.

Raziskave so zajele širše območje Ljubljane, za katerega smo opredelili intenzitete s pomočjo 1296 makroseizmičnih vprašalnikov, ki so se nanašali na 11 različnih potresov. Intenzitete smo določali za območja, katerih polmer ni presegel 5 km in ki ležijo na homogenih tleh glede na klasifikacijo EC8. Tla na širšem območju Ljubljane smo razdelili v pet razredov po EC8. V pomoč nam je bila predhodna klasifikacija tal po EC8 na podlagi OGK 100 (Zupančič in drugi, 2004), kjer so geološko in litološko zgradbo Mestne občine Ljubljana povzeli po Osnovni geološki karti 1:100.000 (OGK 100). Pri nekaterih litoloških členih se je pojavila dilema pri določanju tipa tal. Vzrok je predvsem v nedorečenosti pri klasificiranju tal po EC8 in pomanjkanju podatkov o geomehanskih lastnostih. To velja predvsem za sedimente Ljubljanskega barja. Območje smo nato znotraj istega tipa tal razdelili na več poligonov in vsakemu poligonu določili intenziteto potresa. Jugozahodni del ozemlja Ljubljane spada v tip tal S1, večina vzhodnega in del zahodnega ozemlja spada v tip tal A, osrednji del je uvrščen v tip tal C, vmes pa so manjša območja, ki spadajo v tip tal D in E.

Opravili smo statistične raziskave za tri skupine potresov. Najprej smo se osredotočili na pet potresov, ki najbolje izpolnjujejo zahtevane pogoje, potem na ostalih šest potresov in na koncu še na skupino vseh enajstih potresov. Rezultati so pokazali povišanje intenzitete potresov na slabših tleh. Na tipu tal A je bilo opredeljenih več nižjih intenzitet kot višjih v primerjavi s tlemi C, ki smo jih vzeli za primerjalna tla. Intenzitete potresov na tleh C so enakomerno razporejene. Tla E in S1 imajo več višjih intenzitet kot nižjih v primerjavi s tlemi tipa C. Tla S1 pa imajo tudi več višjih intenzitet kot tla E. Na tipu tal D se pojavi odstopanje rezultatov, saj bi glede na koeficient tal

po EC8 pričakovali višje vrednosti od tistih na tleh C in ne manjše. Morda tičijo vzroki v ostalih geoloških dejavnikih, kot so lateralna razširjenost mehkih zemljin, debelina nanosov, vpliv topografije, vsebnosti vode v zemljinah ali pa zgolj v tem, da imamo za posamezne poligone na tleh D zelo malo podatkov. Zanimivo je, da v primeru močnejšega potresa, kot je bil pri nas v Krnskem pogorju, dne 12.04.1998, razlike v intenzitetah niso tako očitne, kot je pri potresih nižjih intenzitet (preglednica 2).

Da bi pridobili boljše ocene povečanja učinkov potresov zaradi geološke podlage, bi bile potrebne raziskave tudi po drugih kriterijih, kot so: debelina sedimentov, stanje tal, lateralna razširjenost mehkih zemljin, debelina nanosov, geomehanski parametri, topografija in vsebnost vode v zemljinah.

Raziskave s podatki o intenzitetah je v Sloveniji dokaj težko opravljati, saj nimamo veliko potresov, ki bi imeli dovolj velike učinke. Posledično se moramo zadovoljiti s podatki o nižjih intenzitetah, ki pa pogosto niso tako indikativni glede vpliva lokalnih tal.

Ena od nalog seizmologije je ocenjevanje potresne nevarnosti, kamor sodi tudi potresna mikrorajonizacija. Da bi to lahko naredili, moramo razumeti, kakšne učinke imajo potresi na različnih tleh. Pomembno je, da se pri tem metodologija pridobivanja in obdelave makroseizmičnih podatkov postavi ob bok ostalim metodam analize vpliva lokalnih tal. Ti rezultati lahko pomembno prispevajo k boljši oceni potresne nevarnosti na širšem območju Ljubljane. Pomembni bodo za ocenjevanje intenzitete v prihodnje in za natančnejšo oceno vpliva različne geološke podlage na potresno nihanje in posledično na porazdelitev poškodb ob potresu.

Viri in literatura

- ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, 1997-2011. Potresi v letu. Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana.
- Buser, S., 1969. Osnovna geološka karta SFRJ. L 33-78, Ribnica [Kartografsko gradivo]. 1:100.000. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Buser, S., Grad, K., in Pleničar, M., 1967. Osnovna geološka karta SFRJ. L 33-77, Postojna [Kartografsko gradivo]. 1:100.000. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Cecić, I., 2004. Metodologija prikupljanja i obrade makroseizmičkih podataka: magistrsko delo. Ljubljana.
- Cifelli F., Donati S., Funicello F., and Tertulliani A., 2000. High-Density Macroseismic Survey in Urban Areas. Part 2: Results for the City of Rome, Italy. Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 90, no. 2, 298-311.
- Elder, D. McG., Mccahon I. F., and Yetton M. D., 1991. The earthquake hazard in Christchurch: a detailed evaluation, Research Report to EQC, Soils and Foundations Ltd., Christchurch, 131 p.p.
- EN 1998-1:2004 - Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance, Part 1: General rules, seismic action and rules for buildings, European Committee for Standardisation, Brussels.
- Giammarinaro M S, Tertulliani A, and Galli G., 2005. Investigation of Surface Geology and Intensity Variability in the Palermo, Italy, Urban Area after the 6 September 2002 Earthquake. Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 95, no. 6, 2318-2327.
- Grad, K., in Ferjančič, L., 1968. Osnovna geološka karta SFRJ. 1:100.000. Tolmač lista Kranj : L 33-65. Zvezni geološki zavod, Beograd, 70 str.
- Grünthal, G., 1998. European Macroseismic Scale 1998. Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Seismologie. Conseil de l'Europe, Luxembourg, vol. 15, 99 p.p.
- Lapajne, J., Šket Motnikar, B., in Zupančič, P., 2001. Karta potresne nevarnosti Slovenije - projektni pospešek tal in Tolmač. Agencija Republike Slovenije za okolje, Ljubljana.
- Pleničar, M., 1963. Osnovna geološka karta SFRJ. 1:100.000. Tolmač lista Postojna : L 33-77. Zvezni geološki zavod, Beograd, 58 str.

- Premru, U., 1983. Osnovna geološka karta SFRJ. L 33-66, Ljubljana [Kartografsko gradivo]. 1:100.000. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Premru, U., 1980. Osnovna geološka karta SFRJ. 1:100.000. Tolmač lista Ljubljana : L 33-66. Zvezni geološki zavod, Beograd, 72 str.
- Sbarra P., De Rubies V., Di Luzio E., Mancini M., Moscatelli M., Stigliano F., Tosi P., and VALLONE R., 2012. Macroseismic effects highlight site response in Rome and its geological signature. *Natural Hazards*, vol. 62, no. 2, 425-443.
- SIST EN 1998-1:2005 - Evrokod 8 - Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij - 1. Del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe, slovenski standard, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana.
- SIST EN 1998-1:2005/0A101:2005 - Evrokod 8 - Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij - 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe - Nacionalni dodatek, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana.
- Toshinawa, T., Taber, J. J., and Berill, J. B., 1997. Distribution of ground-motion intensity inferred from Questionnaire survey, earthquake recordings, and microtremor measurements - a case study in Christchurch, New Zealand, during the 1994 Arthurs Pass Earthquake. *Bulletin of the Seismological Society of America*, vol. 87, no. 2, 356-369.
- Zupančič, P., Šket Motnikar, B., Gosar, A., in Prosen, T., 2004. Karta potresne mikrorajonizacije Mestne občine Ljubljana. V R. Vidrih, ur.: *Potresi v letu 2002*. Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, str. 32-54.
- Zupančič, P., 2013. Mikrorajonizacija območij v sloveniji z večjo potresno nevarnostjo. V A. Gosar, ur.: *Potresi v letu 2012*. Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana.

Polona Zupančič

MIKRORAJONIZACIJA OBMOČIJ Z VEČJO POTRESNO NEVARNOSTJO V SLOVENIJI

SEISMIC MICROZONATION OF AREAS WITH HIGHER SEISMIC HAZARD IN SLOVENIA

Povzetek

Predstavljeni so rezultati raziskovalnega projekta POTROG: Potresna ogroženost v Sloveniji za potrebe Civilne zaščite, v okviru katerega smo na območjih večje potresne nevarnosti (zgornje Posočje in Goriška Brda, Ljubljana z okolico, Brežice z okolico) določili tip in koeficient tal po Evrokodu 8. Uporabili smo obstoječe mikrorajonizacije, geološke karte, podatke o geofizikalnih meritvah ter druge podatke iz literature. Na obravnavanih območjih smo določili 200 različnih litoloških oziroma litostratigrafskih enot, ki smo jih razdelili v šest tipov tal s pripadajočimi koeficienti tal.

Abstract

In the frame of the research project POTROG: Seismic risk in Slovenia for Civil defence, the ground types and soil factors based on Eurocode 8 were determined for areas with higher seismic hazard in Slovenia (upper Soča valley region, Ljubljana and surroundings, Brežice area). Existing microzonation studies, geological maps and geophysical data were used. Two hundred lithostratigraphic units were recognised in all areas and classified into 6 ground types with correspondig soil factors.

Uvod

Karte potresne nevarnosti so sestavni del predpisov o potresno odporni gradnji in so poleg podatkov o ogrožencih (prebivalci, gradbeni objekti, kulturni spomeniki, proizvodne zmogljivosti ipd.) in njihovi potresni ranljivosti tudi temeljni podatek za ocene potresne ogroženosti, na katerih temeljijo ukrepi civilne zaščite. Mikrorajonizacija je postopek, s katerim vključimo vpliv lokalne geološke zgradbe v oceno potresne nevarnosti. Učinki potresa na lokaciji so odvisni od več dejavnikov:

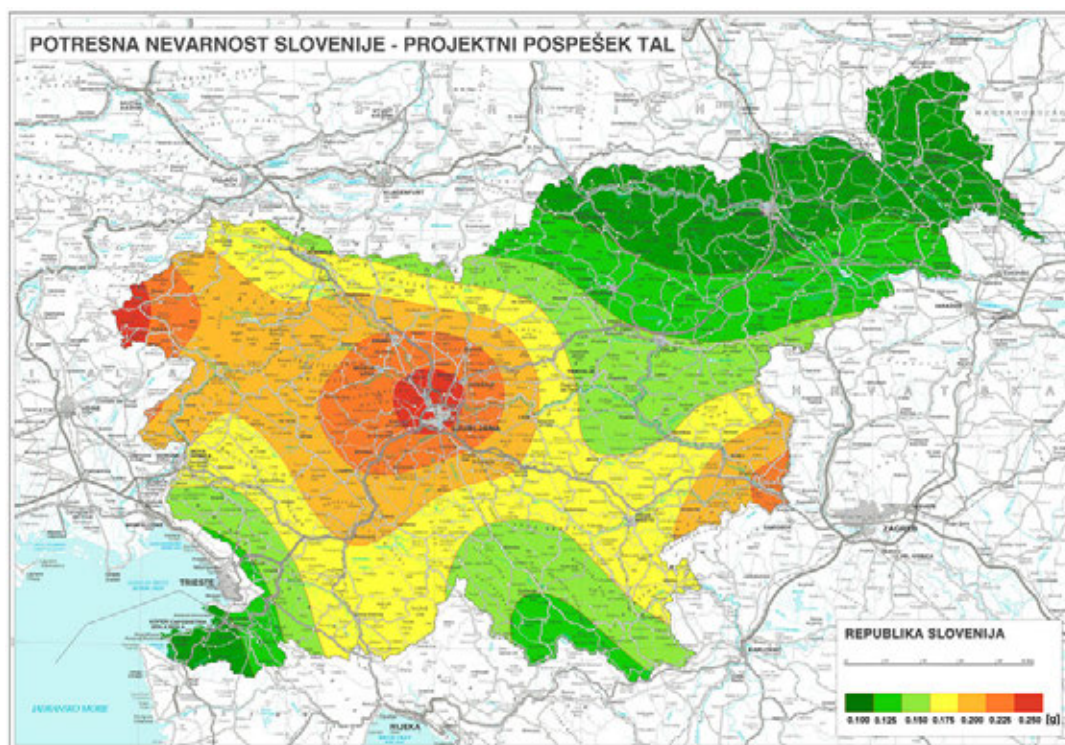
- žariščnih lastnosti potresa (magnituda, globina, oddaljenost, smer preloma in smer premika ob prelomu),
- regionalne geološke zgradbe (hitrost širjenja valovanja, dušenje), ki vpliva na pot potresnega valovanja med žariščem in bližino lokacije,
- lokalne geološke zgradbe (mehanske lastnosti, debelina in oblika sedimentacijskega bazena ter relief površja).

Kakšne bodo posledice potresa na objektu, je odvisno tudi od potresne odpornosti oziroma ranljivosti objekta.

Vpliv lokalne geološke zgradbe lahko ocenimo na več načinov. Kvantitativno ga upoštevamo s koeficientom tal, s katerim pomnožimo vrednosti projektnega pospeška tal, ki veljajo za referenčno trdno kamnino, včasih pa namesto koeficienta tal uporabljamo tudi prirastek intenzitete, ki ga prištejemo k intenziteti na karti potresne nevarnosti. Pri obeh parametrih si pomagamo z geološkimi in geofizikalnimi podatki ter dodatnimi terenskimi meritvami.

Uradna karta potresne nevarnosti Slovenije – projektni pospešek tal (slika 1) je sestavni del predpisov o potresno odporni gradnji. Projektni pospešek tal je po dokumentu Evrokod 8 (SIST EN 1998-1:2005, SIST EN 1998-1:2005/A101) oziroma EC8 enak maksimalnemu pospešku tal na tleh tipa A (trdna tla). Za druge tipe tal je treba projektni pospešek pomnožiti z ustreznim koeficientom tal S. Vpliv lokalnih tal na potresne učinke je v EC8 na splošno zajet tako, da upošteva

sedem tipov temeljnih tal: A, B, C, D, E, S1 in S2, ki so opisani s stratigrafskim profilom in tremi parametri: povprečno hitrostjo strižnega valovanja v zgornjih 30 m, rezultatom standardnega penetracijskega preizkusa in strižno trdnostjo tal. EC8 predpisuje za različne tipe tal (B, C, D in E) koeficient tal glede na tla tipa A (vrednosti koeficienta tal so od 1,15 do 1,7). Za posebna tipa tal S1 in S2 pa koeficient tal ni podan in ga je treba določiti s posebnimi raziskavami.



Slika 1: Karta potresne nevarnosti Slovenije – projektni pospešek tal za povratno dobo 475 let (Lapajne in sod., 2001).

Figure 1: Design ground acceleration map of Slovenia for return period 475 years (Lapajne et al., 2001).

V okviru projekta POTROG: Potresna ogroženost v Sloveniji za potrebe Civilne zaščite (Lutman s sodelavci, 2013), katerega naročnik je bilo Ministrstvo za obrambo, Uprava RS za zaščito in reševanje (MORS URSZR), smo na vseh območjih v Sloveniji, kjer je pospešek tal enak ali večji 0,225 g na Karti potresne nevarnosti Slovenije - projektni pospešek tal (slika 1) določili tip in koeficient tal po EC8. Uporabili smo obstoječe mikrorajonizacije (npr. karta seizmične mikrorajonizacije Bovške kotline (Vidrih in Ribičič, 1999), mikrorajonizacija Breginjskega kota (Kokošin, 2011), karta mikrorajonizacije Ljubljane (Zupančič in sod., 2004). Na območjih, kjer teh podatkov ni, pa smo podatke o tipu in koeficientu tal ocenili na podlagi Osnovne geološke karte 1:100.000 in primerljivih podatkov iz literature ter dostopnih podatkov o geofizikalnih meritvah. Koeficient tal uporabljamo za določitev potresne obtežbe po EC8.

Klasifikacija tal

Zgornje Posočje in Goriška Brda

Zgornje Posočje leži v severozahodnem delu Slovenije. Obravnavano območje, kjer po karti potresne nevarnosti pospešek tal dosega ali presega 0,225 g, se razteza med Breginjskim kotom na zahodu in Komno na vzhodu ter med Logom pod Mangartom na severu in Livkom na jugu. Največji del se nahaja na ozemlju treh občin: Bovec, Kobarid in Tolmin. Manjši del obravnavanega ozemlja leži na skrajnem severozahodu Goriških Brd. Ta del spada v občini Brda in Kanal.

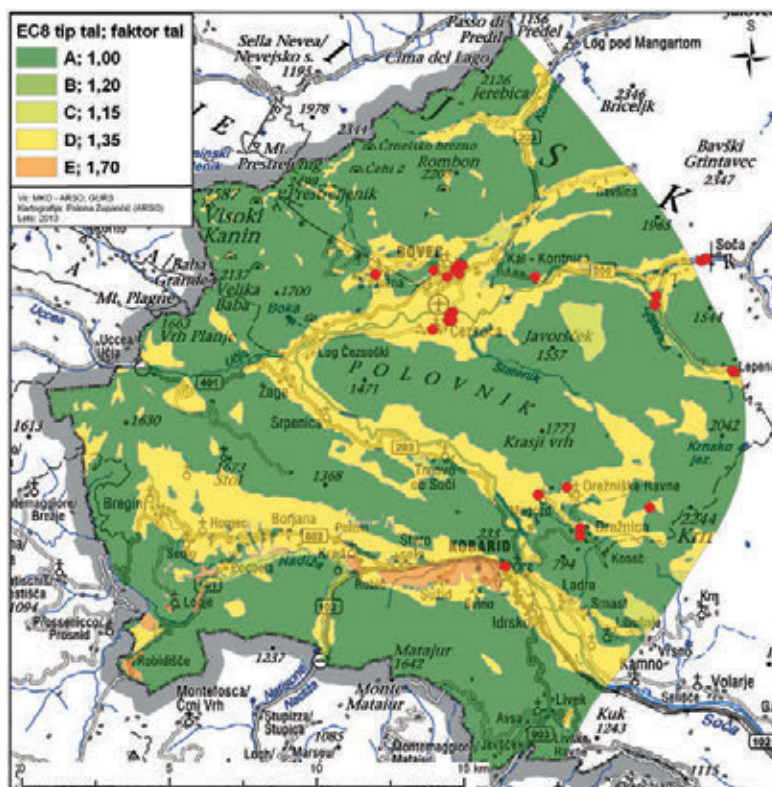
Območje zgornjega Posočja večinoma sestavljajo triasni ter jurski apneneci in dolomiti, v manjšem delu pa se pojavljajo tudi kredne klastične kamnine (fliši). Ob rekah in potokih se pojavljajo aluvialni nanosi, ki gradijo terase iz proda, peska in včasih tudi konglomeratov kvartarne starosti. Na obravnavanem območju se pojavljajo tudi ledeniški sedimenti ter pobočni gruščji (Vidrih, 2008). Severozahodni del Goriških Brd v glavnem sestavljajo kredni mikritni in grebenski apneneci ter paleocenski fliš z vložki apnenčevih breč.

Kamnine so litostratigrafsko precej pestre, kar ima za posledico precej različne seizmogeološke pogoje. Dobri pogoji so na krednih, jurskih in triasnih karbonatih, karbonatnih brečah ter na trših flišnih kamninah, slabši pa na nanosih rek ter potokov Soče, Lepence, Tolminke, Nadiže, Učje, Blatenika in Koritnice. Slabši seizmogeološki pogoji so tudi na ledeniških sedimentih in na pobočnih gruščjih. Najslabšo podlago iz seizmogeološkega vidika predstavljajo diamikti ter drobnozrnati sedimenti, kot je jezerska kreda in rečni sedimenti.

Za določanje geološke in litološke zgradbe obravnavanega ozemlja smo uporabili Inženirsko-geološko karto Breginjskega kota (Kokošin, 2011) ter Osnovno geološko karto 1:100.000 (OGK) in lista Beljak in Ponteoba ter Tolmin in Videm (Udine) s pripadajočima tolmačema (Jurkovšek, 1987; Buser, 1986). Uporabili smo računalniške verzije teh kart, ki jih je pripravil Geološki zavod Slovenije v letih 1997 do 2003.

Koristne podatke o hitrosti strižnih valov smo pridobili iz različnih geofizikalnih preiskav na območju zgornjega Posočja (Brezigar, 2001; Stopar in Car, 2004; Stopar, 1998), žal pa za tovrstne raziskave velja, da so izmerjene hitrosti strižnega valovanja zelo lokalizirane in se vrednosti na isti litološki enoti med seboj lahko zelo razlikujejo. Zato smo prednost pri določanju tipa ter koficinta tal dali geološki in litološki zgradbi, rezultati geofizikalnih preiskav pa so le v nekaterih primerih služili kot dodatna potrditev določenega tipa tal. Izračunane hitrosti strižnih valovanj $v_{s,30}$ so predstavljene v preglednici 1, lokacije točk, kjer so bili izmerjeni seizmični profili, pa so označene na sliki 2.

Za območje Breginjskega kota je bila že narejena mikrorajonizacija na podlagi EC8 v okviru diplomskega dela (Kokošin, 2011), zato smo te podatke privzeli.



Slika 2: Klasifikacija tal po EC8 na območju zgornjega Posočja. Lokacije seizmičnih profilov iz preglednice 1 so označene z rdečimi krogci.

Figure 2: Seismic microzonation for upper Soča valley (legend: EC8 ground type and corresponding soil factor). Seismic profiles from table 1 are marked by red dots.

Preglednica 1: Lokacije seizmičnih profilov: debelina plasti ($d1 - 4$), hitrost strižnih valov v posamezni plasti ($v1 - 2$), izračunana $v_{s,30}$ ter tip tal glede na izračunani $v_{s,30}$, vir podatkov o hitrostih in debelinah.

Table 1: Seismic profiles used for the study. $d1 - 4$: layer thickness and corresponding shear-wave velocity ($v1 - 4$); $v_{s,30}$ = calculated velocity and its corresponding EC8 ground typ; the source of geophysical data.

Lokacija	d1 [m]	v1 [m/s]	d2 [m]	v2 [m/s]	d3 [m]	v3 [m/s]	d4 [m]	v4 [m/s]	Vs,30 [m/s]	Tip tal EC8	Vir
Location	d1 [m]	v1 [m/s]	d2 [m]	v2 [m/s]	d3 [m]	v3 [m/s]	d4 [m]	v4 [m/s]	Vs,30 [m/s]	EC8 ground type	Source
Bovec Brdo	2,7	110	7,2	500	20,1	1060			518,1	B	Stopar, 1998
Bovec knjižnica	1,5	150	11	450	17,5	990			575,6	B	Stopar in Car, 2004
Bovec kamp	3	170	18	440	9	870			435,4	B	Stopar, 1998
Bovec Kaninska vas	2	250	4	750	24	1250			922,1	A	Stopar, 1998
Bovec Mala vas 1	3	120	6	370	11	710	10	1100	455,9	B	Brezigar, 2001
Bovec Mala vas 2	3	150	6	370	18	700	3	1100	464,0	B	Stopar, 1998
Čezsoča Mlekuž	3,1	130	12	410	14,9	890			429,5	B	Stopar in Car, 2004
Čezsoča ob mostu	1,5	140	6	400	22,5	570			460,2	B	Brezigar, 2001
Čezsoča sp. terasa	1,5	140	5,4	400	15	570	8,1	860	500,4	B	Stopar, 1998
Čezsoča zg. terasa 1	2,8	340	4,2	520	23	780			655,0	B	Brezigar, 2001
Čezsoča zg. terasa 2	2,8	160	5,3	520	14	780	7,9	1040	563,5	B	Stopar, 1998
Drežnica	1	150	3,5	500	25,5	1450			959,9	A	Stopar, 1998
Drežnica vežica	1	110	3	420	26	1310			831,5	A	Brezigar, 2001
Drežniške Ravne	3	150	8	500	19	1050			305,6	B	Stopar, 1998
Kal-Koritnica	3	150	8	450	19	1500			594,7	B	Stopar, 1998
Krn	2,5	200	10	600	17,5	1200			685,7	B	Stopar, 1998
Lepena Gajger 1	1,9	150	13	310	15,1	1500			463,9	B	Stopar in Car, 2004
Lepena Gajger 2	5	180	25	2500					794,1	B/E	Brezigar, 2001
Lepena Klin 1	2,7	150	17	480	10	1640			498,8	B	Brezigar, 2001
Lepena Klin 2	2,7	150	16	480	11,3	1640			515,3	B	Stopar, 1998
Magozd	5	150	8	450	17	1400			474,3	B/E	Stopar, 1998
Plužna	2,5	220	28	1400					967,5	A	Brezigar, 2001
Soča 1	6	240	19	450	5	2540			433,6	B/E	Brezigar, 2001
Soča 2	5,9	240	17	450	7,1	2540			460,4	B/E	Stopar, 1998
Kobarid občina	30	550							550,0	B	Brezigar, 2001

V preglednici 2 in na sliki 2 so predstavljene litostratigrafske enote z določenim tipom tal po EC8, ki nastopajo na obravnavanem območju. Trdnim kamninam, ki predstavljajo zelo dobro seizmogeološko podlago, smo določili tip tal A po EC8. Med slednje spadajo apnenci, dolomiti, laporji, peščenjaki, karbonatne breče, fliši in skrilavci. Številne litostratigrafske enote v zgornjem Posočju in vse enote v Goriških Brdih smo uvrstili v tip tal A. Tip tal B predstavlja aluvij ob reki Lepenjici, v katerem so izmerjene hitrosti strižnega valovanja dosegale vrednosti, ki so za ta tip tal predpisane po EC8. Aluviju ob strugi reke Nadiže, starejšim sprijetim morenam ter sprijetim fluvio-glacialnih sedimentom smo določili tip tal C. Slabše vezanim sedimentom, kot so slabo sprijeti gruščji, aluvij reke Soče dolvodno od Kobarida, vršaji ter nesprijete morene ter diamikti, smo določili tip tal D. Tip tal D smo določili tudi proluviju in rečnim sedimentom v Bovški kotlini. Seizmogeološko najslabšo podlago na območju zgornjega Posočja predstavljajo drobnozrnati rečni sedimenti, diamikt, jezerska kreda in aluvij v okolici Kobariškega blata ter zahodno in severozahodno od Podbele, ki smo jim pripisali tip tal E. V preglednici 3 so predstavljeni deleži posameznega tipa tal glede na celotno območje zgornjega Posočja in Goriških Brd.

Preglednica 2: Klasifikacija tal zgornjega Posočja in Goriških Brd.**Table 2:** Lithostratigraphic units, their age and corresponding EC8 ground type for upper Soča valley and Goriška Brda area.

Litostratigrafska enota	Starost	Tip tal po EC8	OGK list ali vir
Lithostratigraphic unit	Age	EC8 ground type	Basic geological map or other source
Pobočni grušč, ponekod sprijet v brečo	Q	D	Tolmin
Skalni podor	Q	D	Tolmin
Vršaj	Q	D	Tolmin
Aluvij	Q	C, D, E	Tolmin
Proluvij: prod, pobočni grušč, konglomerat in breča	Q	D	Tolmin
Nesprijete morene	Q	D	Tolmin
Starejša sprijeta morena	Q	C	Tolmin
Rečni sedimenti v terasah: prod, pesek, delno konglomerat	Q	D	Tolmin
Starejši rečni sedimenti: konglomerat, prod in pesek	Q	D	Tolmin
Menjavanje glinavcev, laporjev in peščenjakov	Ol ₂	A	Tolmin
apnenčeva breča	Ol ₂	A	Tolmin
Fliš: menjavanje laporja, glinavca in peščenjaka	E _{1,2}	A	Tolmin
Vložki apnenčevih breč	Pc ₃	A	Tolmin
Trdi lapor	Pc ₃	A	Tolmin
Fliš	Pc ₂	A	Tolmin
Lapor	Pc ₂	A	Tolmin
Vložki apnenčevih breč	Pc ₂	A	Tolmin
Fliš	₄ K ₂ ³	A	Tolmin
Vložki apnenčevih breč	₄ K ₂ ³	A	Tolmin
Trdi lapor	₄ K ₂ ³	A	Tolmin
Debelozrnata apnenčeva breča	₄ K ₂ ³	A	Tolmin
Ploščasti mikritni in kalkarenitni volčanski apnenec z roženci	K ₂ ³	A	Tolmin
Rudistni in kalkarenitni apnenec	K ₂ ³	A	Tolmin
Rožnati lapornati apnenec in lapor	K ₂ ³	A	Tolmin
Menjavanje rdečkastega ploščastega apnenca in laporja, pole in gomolji apnenca	K ₂ ¹⁺²	A	Tolmin
Rudistni in mikritni apnenec	K ₂ ¹⁺²	A	Tolmin
Glinasti skrilavec, kalkarenit in roženec	K ₁ ⁴⁺⁵	A	Tolmin
Apnenčeva breča in lapornati apnenec	K ₁ ⁴⁺⁵	A	Tolmin
Grebenski apnenec	K ₁ ⁴⁺⁵	A	Tolmin
Skladovit mikritni apnenec	K ₁ ²⁺³	A	Tolmin
Mikritni in oolitni apnenec	K ₁ ¹	A	Tolmin
Grebenski apnenec s koralami in hidrozoji	J ₃ ^{1,2}	A	Tolmin
Glinasti skrilavec s polami roženca	J _{2,3}	A	Tolmin
Rdečkasti gomoljasti mikritni in krinoidni apnenec	J	A	Tolmin
Mikritni in oolitni apnenec	J _{1,2}	A	Tolmin
Mikritni in oolitni apnenec z vložki apnenčevih breč	J ₁	A	Tolmin
Mikritni in kalkarenitni apnenec s polami roženca, podrejeno glinasti lapor	J ₁	A	Tolmin
Skladoviti dachsteinski apnenec s plastmi in vložki dolomita	T ₃ ²⁺³	A	Tolmin

Litostratigrafska enota	Starost	Tip tal po EC8	OGK list ali vir
Lithostratigraphic unit	Age	EC8 ground type	Basic geological map or other source
Skladoviti in masivni dolomit	T_3^{2+3}	A	Tolmin
Ploščasti in skladoviti baški dolomit z roženci	T_3^{2+3}	A	Tolmin
Masivni dolomit	T_3^{2+3}	A	Tolmin
Pobočni grušč	Q	D	Beljak
Aluvij	Q	B	Beljak
Nesprijeta morena	Q	D	Beljak
Starejša sprijeta morena	Q	C	Beljak
Sprijeti fluvio-glacialni sedimenti (konglomerat, prod in pesek)	Q	C	Beljak
Peščenjak, lapor, glinavec in konglomerat - fliš	K_2^3	A	Beljak
Mikritni apnenec z redkimi ležami roženca, lapornat apnenec in lapor	$K_2^{2,3}$	A	Beljak
Ploščat mikritni apnenec z rožencem, kalkarenit in lapor	J,K	A	Beljak
Ploščat mikritni apnenec z rožencem, kalkarenit in breča	J,K	A	Beljak
Mikritni apnenec, krinoidni apnenec in apnenčeva breča	J	A	Beljak
Skladnat mikritni in oolitni apnenec	J_1	A	Beljak
Skladnat dachsteinski apnenec s plastmi dolomita	T_3^{2+3}	A	Beljak
Grebenski apnenec s koralami	T_3^{2+3}	A	Beljak
Skladnat dolomit	T_3^{2+3}	A	Beljak
Skladnat glavni dolomit	$T_3^{1,2}$	A	Beljak
Apnenec, apnenec z rožencem, dolomit, kalkarenit, lapor in meljevec	$_{2+3}T_3^1$	A	Beljak
Vršaj	Q	D	Kokošin (2011)
Pobočni grušč	Q	D	Kokošin (2011)
Diamikt	Q	D	Kokošin (2011)
Drobnozrnati rečni sedimenti	Q	E	Kokošin (2011)
Jezerska kreda	Q	E	Kokošin (2011)
Diamikt, aluvij ali preperina (5 - 20 m) na tleh tipa A	K, Q	E	Kokošin (2011)
Aluvij	Q	C	Kokošin (2011)
Starejši rečni sedimenti	Q	A	Kokošin (2011)
Fliš	${}_4K_2^3$	A	Kokošin (2011)
Apnenčeva breča s plastmi ali vložki laporovca	${}_4K_2^3$	A	Kokošin (2011)
Grebenski apnenec	K_1^{4+5}	A	Kokošin (2011)
Dachsteinski apnenec	T_3^{2+3}	A	Kokošin (2011)

Preglednica 3: Delež tipa tal glede na celotno območje zgornjega Posočja in Goriških Brd.

Table 3: The percentage of EC8 ground types in upper Soča valley and Goriška Brda area.

Tip tal	Koeficient tal	Odstotek
Ground type	Soil factor	Percentage
A	1,0	72,0
B	1,2	0,2
C	1,15	1,7
D	1,35	25,0
E	1,7	1,1

Ljubljana in okolica

Obravnavali smo območje osrednje Slovenije z nekaterimi večjimi kraji kot so Kamnik, Domžale, Dolsko, Ljubljana, Vrhnika, Horjul, Škofja Loka in Kranj. Ljubljansko barje, ki se nahaja na južnem robu Ljubljane, se protu severu nadaljuje v Ljubljansko polje. Nadalje proti Mengšu in Kamniku prehaja v Mengeško in Kamniško polje ter Skaručensko polje, ki se nahaja med Medvodami, Skaručno in Vodiciami. Polhograjski Dolomiti, ki se nahajajo zahodno od Ljubljane, se nadaljujejo v Škofjeloško hribovje, proti severovzhodu pa se odpira Kranjsko-Sorško polje. Območje vsaj delno pokriva kar 31 občin, največji delež zavzema Mestna občina Ljubljana.

Tla smo klasificirali na podlagi geološke karte OGK in sicer listov Ljubljana, Kranj, Ribnica in Postojna ter pripadajočih tolmačev (Buser, 1965, 1969; Buser in sod., 1967; Grad in Ferjančič, 1968, 1974; Pleničar, 1963; Premru 1980, 1982). Ljubljanska kotlina in Ljubljansko barje predstavljata ravninski svet z manjšimi vzpetinami. Ljubljanska kotlina je zgrajena iz predkvartarne podlage, ki je zasuta s kvartarnimi sedimenti. Fluvio-glacialni prod dosega tudi do 280 m debeline. Starejši del zasipa je večinoma sprijet v konglomerat. Reka Sava in njeni pritoki so vrezali številne terase.

Na obrobjih prehaja Ljubljanska kotlina v gričevnat in hribovit svet. Ta sestoji v glavnem iz mezozojskih in paleozojskih sedimentov (glinastega skrilavca, peščenjaka, apnenca in dolomita). Izdajajo v hribovju med Bukovico in Mengšem, na južnem vznožju Šmarne gore in Rašice, pri Tacnu in Mednu. Pojavljajo se tudi na celotnem južnem obrobju Ljubljanskega polja. Poleg teh kamnin se pojavljajo tudi pliokvartarne usedline, ki jih tvorijo glina, melj, ilovica, prod, grušč, pesek in lapor.

Ljubljanska kotlina proti jugu prehaja v Ljubljansko barje. Ljubljansko barje je zapolnjeno s kvartarnimi peščeno-glinastimi sedimenti (menjavajo se plasti peska, proda, gline, melja in šote) in je marsikje zamočvirjeno. Iz ravnine se dvigajo nizki griči ali osamelci, ki so iz mezozojskih in paleozojskih sedimentnih kamnin.

Na zahodnem delu območja so položnejša pobočja in vrhovi, sestavljeni iz glinastih, peščenih in lapornih kamnin. Strma pobočja in vrhovi ter kraške planote sestojijo iz apnenca in dolomita. Te kamnine grade del Idrijsko-Žirovskega hribovja, Vrhniško-Blegoške nize ter Polhograjske Dolomite.

Na južnem delu ozemlja so visoke kraške planote z vmesnimi kraškimi polji, ki so zgrajene iz mezozojskih apnencev in dolomitov.

Uporabili smo računalniške verzije omenjenih geoloških kart, ki jih je pripravil Geološki zavod Slovenije v letih 1997 do 2003. Nekateri koristni podatki smo pridobili v Bavec in sod. (2003), predvsem debelino kvartarne podlage, ki je pri klasifikaciji v nekaterih primerih ključna.

Leta 2003 smo po naročilu Oddelka za zaščito, reševanje in civilno obrambo MOL pripravili karto potresne mikrorajonizacije Ljubljane za uporabo v sistemu varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami. Tla smo klasificirali na podlagi EC8 in upoštevali priporočene ali na novo izračunane koeficiente tal. Mikrorajonizacijo smo predstavili s karto pospeška tal (Zupančič in sod., 2004). Te podatke smo privzeli tudi v tej raziskavi.

Trde kamnine, kot so apnenec, dolomit, lapor, peščenjak, konglomerat, skrilavec, keratofir, porfir, diabaz, breča, tuf, smo uvrstili v tip tal A, saj imajo najboljše geomehanske lastnosti. Sedimente, akumulirane v obliki vršaja, proluvija, aluvija in nekatere gline, smo uvrstili v tip tal C. Prav tako se v ta razred uvrščajo prodni in konglomeratni zasipi, katere je opisal Žlebnič (1971). V tip tal D spadajo mehke do trdne vezane zemljine pliokvartarne starosti, v katerega so uvrščene nekatere gline, melišča in deluvij ter jezerski in barjanski sedimenti v okolici Horjula. Enota nanosi rek in potokov, ki obsega precejšnje površine OKG lista Ljubljana in Kranj, je na nekaterih območjih zaradi povečane glinaste in meljaste komponente (območje manjših potokov) klasificirana v tip tal D, na območjih večjih rek pa zaradi povečane vsebnosti proda v tip C.

V tip tal S1 se uvrščajo jezerski in barjanski sedimenti. Sedimenti na listu Ribnica ustrezajo delu Ljubljanskega barja, kjer so zastopane jezersko-barjanske sedimentne sekvence debeline

več kot 100 m (jezerska kreda, melji, pasovite gline, pesek, prod in šota). V raziskavi (Zupančič in drugi, 2004) so jezerske sedimente Ljubljanskega barja uvrstili v tip tal S1 in zanje izračunali koeficient tal 2,55. To vrednost smo privzeli za celotno območje Ljubljanskega barja, kjer se te usedline pojavljajo.

V preglednici 4 so podane litostratigrafske enote in klasifikacija tipa tal (slika 3). V preglednici 5 so predstavljeni deleži posameznega tipa tal glede na celotno območje Ljubljane z okolico.

Preglednica 4: Klasifikacija tal Ljubljane in okolice.

Table 4: Lithostratigraphic units, their age and corresponding EC8 ground type for Ljubljana area.

Litostratigrafska enota	Starost	Tip tal po EC8	OGK list ali vir
Lithostratigraphic unit	Age	EC8 ground type	Basic geological map or other source
Nanosi rek in potokov	Hc	C, D	Kranj
Melišča	Hc	D	Kranj
Deluvij	Hc	D	Kranj
Jezerski in barjanski sedimenti	Pleistocen-Hc	D, E, S1	Kranj
Prod, pesek - prodni zasip	Pleistocen	C	Kranj
Konglomerat, slabo sprijet prod, glina - konglomeratni zasip	Pleistocen	C	Kranj
Peščena in laporna glina, glina, peščenjak	$_2\text{Ol}$	A, C, D	Kranj
Konglomerat in peščenjak	$_1\text{Ol}$	A	Kranj
Glinast lapor, plastovit apnenec, apnenčeva breča	$K_{1,2}$	A	Kranj
Črn glinast skrilavec, lapor, ploščast apnenec, breča	J,K	A	Kranj
Skladovit apnenec in lapor z gomolji roženca	$J_{1,2}$	A	Kranj
Plastovit in pasovit dolomit, redko apnenec - glavni dolomit	T_3^{2+3}	A	Kranj
Pisan peščenjak, argilit, tufit, apnenec, ponekod z rožencem	T_3^1	A	Kranj
Baški dolomit in apnenec z rožencem	T_3	A	Kranj
Siv in rumenkast pretežno ploščast apnenec z rožencem	$T_{2,3}$	A	Kranj
Psevdoziljski skladi - temno siv drobnik, alevrolit in glinasti skrilavec, tuf, tufit, temno siv apnenec	$T_{2,3}$	A	Kranj
Keratofir, porfir, porfirit in njihovi piroklastiti	T_2^2	A	Kranj
Svetlo siv neplastovit apnenec	$_2T_2^2$	A	Kranj
Svetlo siv kristalast dolomit	$_2T_2^2$	A	Kranj
Piroklastiti, apnenec	$_1T_2^2$	A	Kranj
Konglomerat, peščenjak	$_1T_2^2$	A	Kranj
Dolomit, ploščast apnenec	T_2^1	A	Kranj
Neplastovit dolomit	T_2	A	Kranj
Laporni apnenec, dolomit, peščen skrilavec, oolitni apnenec	T_1	A	Kranj
Temno siv apnenec in dolomit - žažarske plasti	P_3	A	Kranj
Diabaz	P_2	A	Kranj
Grödenski skladi - rdeč peščenjak, alevrolit, prehodi v skrilavec in konglomerat	P_2^2	A	Kranj
Grödenski skladi - zelenkasto siv peščenjak, alevrolit, prehodi v skrilavec in konglomerat	P_2^2	A	Kranj
Glinast skrilavec, alevrolit, peščenjak in konglomerat	C,P	A	Kranj
Aluvij v splošnem	Hc	D	Ljubljana
Melišče; grušč	Hc	D	Ljubljana
Proluvij-vršaj in spralina s pobočij	Hc	D	Ljubljana
Deluvij-ilovica in jerina	Hc	C	Ljubljana

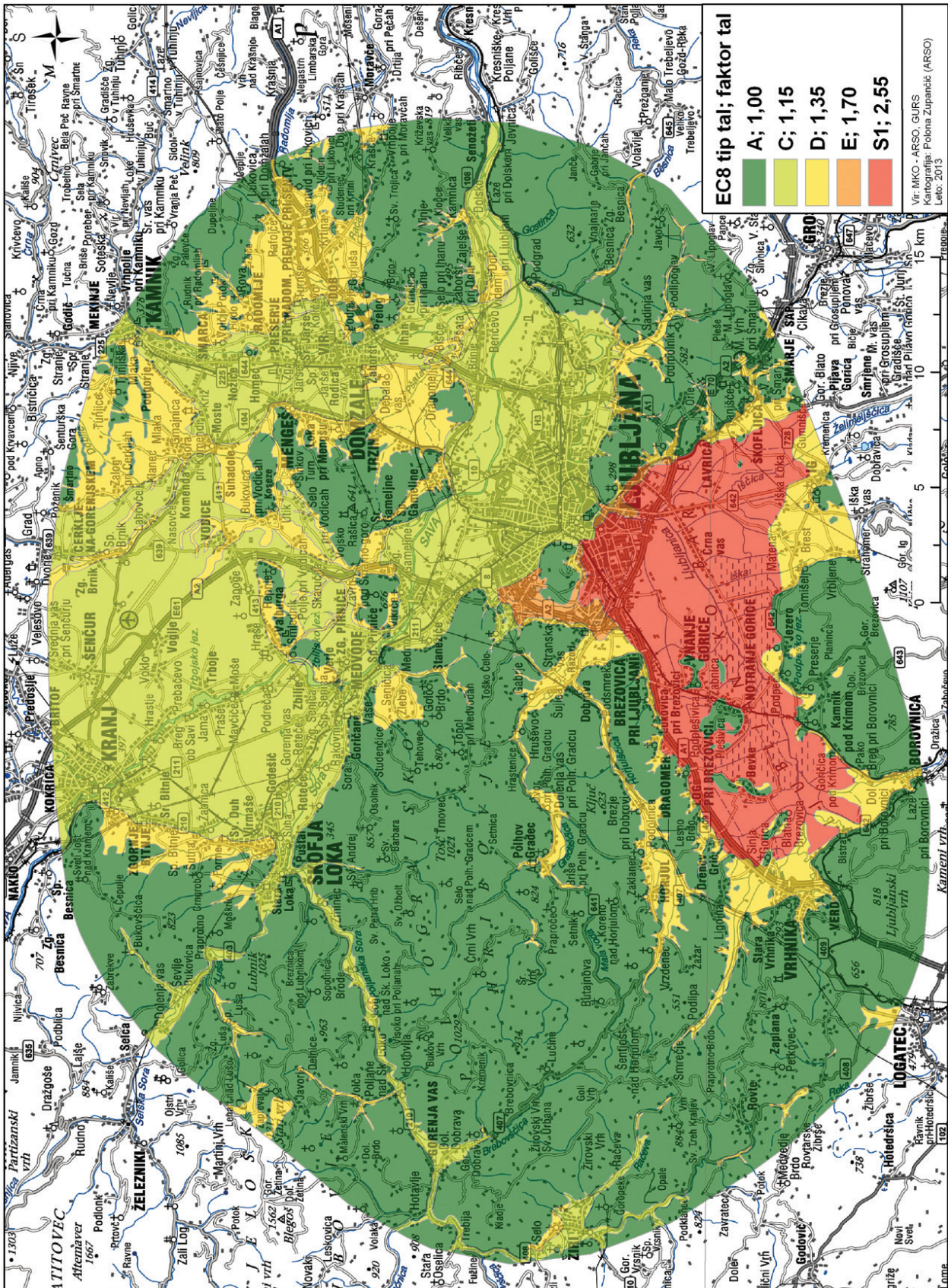
Litostratigrafska enota	Starost	Tip tal po EC8	OGK list ali vir
Lithostratigraphic unit	Age	EC8 ground type	Basic geological map or other source
Glinast prod, peščena glina in glina	Hc	D	Ljubljana
Prodni vršaj	Hc	C	Ljubljana
Prod	Hc	C	Ljubljana
Glina, melj, pesek, prod, šota in grušč	Pleistocen-Hc	S1	Ljubljana
Ilovica ali glina s prodniki ali gruščem	Pleistocen-Hc	D	Ljubljana
Glina in peščena glina	Pleistocen-Hc	D	Ljubljana
Peščena in meljna glina	Pleistocen	D	Ljubljana
Mlajsi prodni zasip	Pleistocen	C	Ljubljana
Mlajsi konglomeratni zasip	Pleistocen	C	Ljubljana
Starejši konglomeratni zasip	Pleistocen	C	Ljubljana
Prod z ilovico, meljem, glino in grušč	PI,Q	D	Ljubljana
Glina, melj in ilovica	PI,Q	D	Ljubljana
Glina, lapor, pesek, prod, melj, peščenjak in konglomerat	M ₃ ¹	D	Ljubljana
Lapor	M ₂ ²	A	Ljubljana
Pesek, peščenjak, glina, melj, prod, konglomerat	M ₂ ²	D	Ljubljana
Pesek, melj, prod, glina, peščenjak	M ₂ ¹	D	Ljubljana
Glina, pesek, melj, peščenjak, prod	M ₁	D	Ljubljana
Glina in laporna glina	OI ₂	D	Ljubljana
Bazalni konglomerat z vložki peščenjaka, laporja in gline	OI ₂	A	Ljubljana
Fliš: apnenec, lapor, peščenjak, breča	K ₂	A	Ljubljana
Rudistni apnenec	K ₂	A	Ljubljana
Fliš: glinasti skrilavec, lapor, peščenjak, breča, konglomerat	K _{1,2}	A	Ljubljana
Apnenec	T,J	A	Ljubljana
Dolomit	T,J	A	Ljubljana
Fliš: apnenec, lapor, dolomit, roženec, glinasti skrilavec	T ₃ ¹	A	Ljubljana
Apnenec, lapor, glinasti skrilavec	T ₃ ¹	A	Ljubljana
Apnenec, dolomit, glinasti skrilavec, oolit in tuf	T ₃ ¹	A	Ljubljana
Apnenec	T _{2,3}	A	Ljubljana
Dolomit	T ₂	A	Ljubljana
Dolomit	T ₂ ²	A	Ljubljana
Glinasti skrilavec in drobnik (psevdoziljski skladi)	T ₂ ^{1,2}	A	Ljubljana
Dolomit in roženec	T ₂ ^{1,2}	A	Ljubljana
Apnenec, glinasti skrilavec, laporno glinasti skrilavec z vložki breče	T ₂ ^{1,2}	A	Ljubljana
Lapor, meljevec, skrilavec, apnenec, roženec, dolomit, tuf in tufit	T ₂ ^{1,2}	A	Ljubljana
Dolomit, lapor, apnenec, oolit, skrilavec, meljevec in peščenjak	T ₁	A	Ljubljana
Dolomit, oolit, skrilavec, lapor in meljevec	P ₃	A	Ljubljana
Peščenjak, meljevec, skrilavec	P ₂	A	Ljubljana
Kremenov peščenjak	P ₂	A	Ljubljana
Kremenov konglomerat	P ₂	A	Ljubljana
Glinasti skrilavec	C,P	A	Ljubljana
Kremenov peščenjak	C,P	A	Ljubljana
Kremenov konglomerat	C,P	A	Ljubljana
Peščenjak, meljevec, skrilavec in konglomerat	C,P	A	Ljubljana

Litostratigrafska enota	Starost	Tip tal po EC8	OGK list ali vir
Lithostratigraphic unit	Age	EC8 ground type	Basic geological map or other source
Nanosi rek in potokov	Q	D	Postojna
Jezerski in barjanski sedimenti	Pleistocen-Hc	S1	Postojna
Temno siv apnenec in zrnat dolomit	K _{1,2}	A	Postojna
Dolomit v menjavi z apnencem	J ₃ ^{2,3}	A	Postojna
Belo siv apnenec in ooliten apnenec	J ₃ ^{1,2}	A	Postojna
Gost in ooliten apnenec	J _{1,2}	A	Postojna
Gost in ooliten apnenec z vložki zrnatega dolomita	J _{1,2}	A	Postojna
Gost in ooliten apnenec z litotidami	J _{1,2}	A	Postojna
Menjavanje apnenca in dolomita z litotidami	J ₁ ²	A	Postojna
Bituminozen zrnat dolomit	J ₁ ¹	A	Postojna
Bel apnenec in zrnat dolomit	J ₁ ¹	A	Postojna
Glavni dolomit	T ₃ ²⁺³	A	Postojna
Karbonatne in klastične kamnine; boksit	T ₃ ¹	A	Postojna
Bel zrnat dolomit in apnenec	₂ T ₂ ²	A	Postojna
Peščenjaki, tufski lapor, pisan skrilavec, breča, konglomerat	₁ T ₂ ²	A	Postojna
Dolomit	T ₂ ¹	A	Postojna
Lapornat apnenec, laporni dolomit s peščenjakom	T ₁ ²	A	Postojna
Ooliten apnenec, sljudnat peščen skrilavec, laporni apnenec, sljudnat dolomit	T ₁ ¹	A	Postojna
Kremenov peščenjak in glinast skrilavec	P ₂	A	Postojna
Kremenov peščenjak, glinasti skrilavec	C ₂	A	Postojna
Aluvialni nanosi rek in potokov	Hc	D	Ribnica
Jezerski in barjanski sedimenti	Hc	E, S1	Ribnica
Rdeča in rjava glina	PI,Q	D	Ribnica
Siv gost apnenec z litotidami	J ₁	A	Ribnica
Pasast in zrnat dolomit	T ₃ ²⁺³	A	Ribnica
Argilit, peščenjak, breča, ooliten boksit, tuf; v zgornjem delu dolomit s plastmi laporja	T ₃ ¹	A	Ribnica
Dolomit s plastmi sljudnatega skrilavca; skrilavec in peščenjak z oolitnim apnencem	T ₁	A	Ribnica
Rdeč peščenjak, argilit in alevrolit	P ₂ ²	A	Ribnica
Bel zrnat dolomit z vložki apnenca	₂ T ₂ ²	A	Ribnica
Glinast skrilavec, peščenjak in konglomerat	C,P	A	Ribnica

Preglednica 5: Delež tipa tal glede na celotno območje Ljubljane in okolice.

Table 5: The percentage of EC8 ground types in Ljubljana area.

Tip tal	Koeficient tal	Odstotek
Ground type	Soil factor	Percentage
A	1,0	55,0
C	1,15	23,2
D	1,35	13,4
E	1,7	0,6
S1	2,55	7,8



Slika 3: Klasifikacija tal po EC8 v okolici Ljubljane.

Figure 3: Seismic microzonation for Ljubljana area (legend: EC8 ground type and corresponding soil factor).

Brežice in okolica

Območje Brežic in okolice se nahaja na dveh listih OGK: Zagreb (Šikić in sod., 1972, 1977) in Novo mesto (Pleničar in Premru, 1970; Pleničar in sod., 1975). Za severni del območja smo uporabili tudi Geološko karto Krške kotline (avtorji M. Poljak, I. Rižnar, T. Verbič v Poljak, 2006), ki je bila narejena v okviru raziskovalnega projekta Izdelava geoloških kart (Poljak, 2006). Karta je v merilu 1: 25000.

Geološki opis območja je povzet po Gosar in sod. (2005). Terciarni sedimenti, ki zapolnjujejo Krško-Brežiško kotlino, pripadajo molasi zahodnega roba Panonskega bazena. Sestavljeni so iz heterogene karbonatno-klastične skladovnice, sestavljene iz proda, peska, gline, konglomerata in laporja. Izdanjajo na robovih kotline, kjer ležijo na različnih litostratigrafskih členih paleozojske in mezozojske starosti. Debelina terciarnih sedimentov je skupaj s kvartarnimi približno 1000 metrov. Terciarni plasti prekrivajo v osrednjem delu Krške kotline pliokvartarni in kvartarni sedimenti. Večina slednjih pripada fosilnemu in recentnemu nanosu reke Save ter lateralno tudi jezerskim in koluvialnim sedimentom. Debelina pliokvartarnih sedimentov znaša v povprečju 50 metrov, na območju Globokega (severno ob Brežic) pa doseže do 200 metrov. Debelina posameznih kvartarnih litostratigrafskih členov znaša v povprečju 10 metrov.

Obrobje Krško-Brežiške kotline, natančneje Krško hribovje, Orlica in Gorjanci, so zgrajeni iz različnih karbonatno-klastičnih kamnin zgornje paleozojske in mezozojske starosti. To so predvsem apnenci, dolomiti, peščenjaki, skrilavi glinavci, konglomerati in breče. Te kamnine smo uvrstili v tip tal A.

Terciarni sedimenti heterogene karbonatno-klastične skladovnice, ki jo sestavljajo prod, pesek, glina, konglomerat in lapor, izdanjajo na robovih kotline. Večinoma smo jih uvrstili v tip tal C.

Osrednji del Krško-Brežiške kotline pokrivajo pliokvartarni in kvartarni sedimenti. Večina jih pripada fosilnemu in recentnemu nanosu reke Save ter lateralno tudi jezerskim in koluvialnim sedimentom. Najnižjo in srednjo teraso reke Save, ki jo v glavnem sestavljajo prodi in peski, smo uvrstili v tip tal B. Pri tem smo upoštevali tudi podatek o strižnih hitrostih iz matematičnega modela lokacije NEK (Fajfar, 1993). Izračunana strižna hitrost za zgornjih 30 m profila je 450 m/s, kar ustreza tipu tal B.

Koluvialne sedimente, jezerski sedimente (glina, melj, šota), aluvialno-proluvialne sedimente ter aluvialne rečne nanose reke Sotle in pritokov smo uvrstili v tip tal D.

V preglednici 6 so podane litostratigrafske enote in klasifikacija tipa tal (slika 4). V preglednici 7 so predstavljeni deleži posameznega tipa tal glede na celotno območje Brežic in okolice.

Preglednica 6: Klasifikacija tal Brežic in okolice.

Table 6: Lithostratigraphic units, their age and corresponding EC8 ground type for Brežice area.

Litostratigrafska enota	Starost	Tip tal po EC8	OGK list ali vir
Lithostratigraphic unit	Age	EC8 ground type	Basic geological map or other source
Aluvij: prodi, peski, gline	Hc	B, D	Zagreb
Najnižja terasa: prodi, peski, podrejeno gline	Hc	B	Zagreb
Srednja terasa: prodi, peski	Hc	B	Zagreb
Prodi, peski, gline	Pl,Q	B	Zagreb
Apneni, glinasti, laporjati apnenci in peščenjaki	${}_1M_3^1$	A	Zagreb
Organogeni in bioklastični apnenci, peščenjaki, apneni in glinasti laporji	${}_2M_2^2$	A	Zagreb
Konglomerati, prodi, peski, gline, premog	${}_1M_1^2$	B	Zagreb

Litostratigrafska enota	Starost	Tip tal po EC8	OGK list ali vir
Lithostratigraphic unit	Age	EC8 ground type	Basic geological map or other source
Breče, konglomerati, skrilavi glinavci, laporji, karbonati, klastiti, apnenci, roženci	K ₂	A	Zagreb
Apnenci, silificirani apnenci, roženci	J ₃	A	Zagreb
Apnenci, apnene breče, silificirani apnenci, roženci, podrejeno dolomiti	J ₁₊₂	A	Zagreb
Dolomiti, podrejeno apnenci, dolomitizirani apnenci in skrilavi glinavci	T ₃	A	Zagreb
Peščenjaki, siltiti, apnenci, podrejeno dolomiti in apneni laporji	T ₁	A	Zagreb
Brečokonglomerati, konglomerati, peščenjaki, skrilavi glinavci, siltiti, apnenci, dolomiti, gips	P _{2,3}	A	Zagreb
Aluvialne rečne naplavine	Hc	B, D	Zagreb, Novo mesto
Siv plastnat bel zrnat in pasast dolomit	T ₂₊₃	A	Novo mesto
Koluvialni sedimenti	Q ₂	D	Poljak (2006)
Jezerski sediment; glina, melj šota	Q ₂	D	Poljak (2006)
Aluvialno-proluvialni sediment; prod, pesek, melj	Q ₁	D	Poljak (2006)
Prod, pesek	Q ₁	C	Poljak (2006)
Prod, pesek, glina	PI,Q	C	Poljak (2006)
Pesek z vložki proda; glina s premogom	PI ₁ ²	C	Poljak (2006)
Menjavanje peska in peščenega laporja	PI ₁ ¹	C	Poljak (2006)
Lapor do peščen lapor	M ₃ ²	C	Poljak (2006)
Konglomerat, peščenjak, peščen lapor, kalkarenit	M ₃ ¹	A	Poljak (2006)

Preglednica 7: Delež tipa tal glede na celotno območje Brežic z okolico.

Table 7: The percentage of EC8 ground types in Brežice area.

Tip tal	Koeficient tal	Odstotek
Ground type	Soil factor	Percentage
A	1,0	31,8
B	1,2	26,2
C	1,15	16,8
D	1,35	25,2

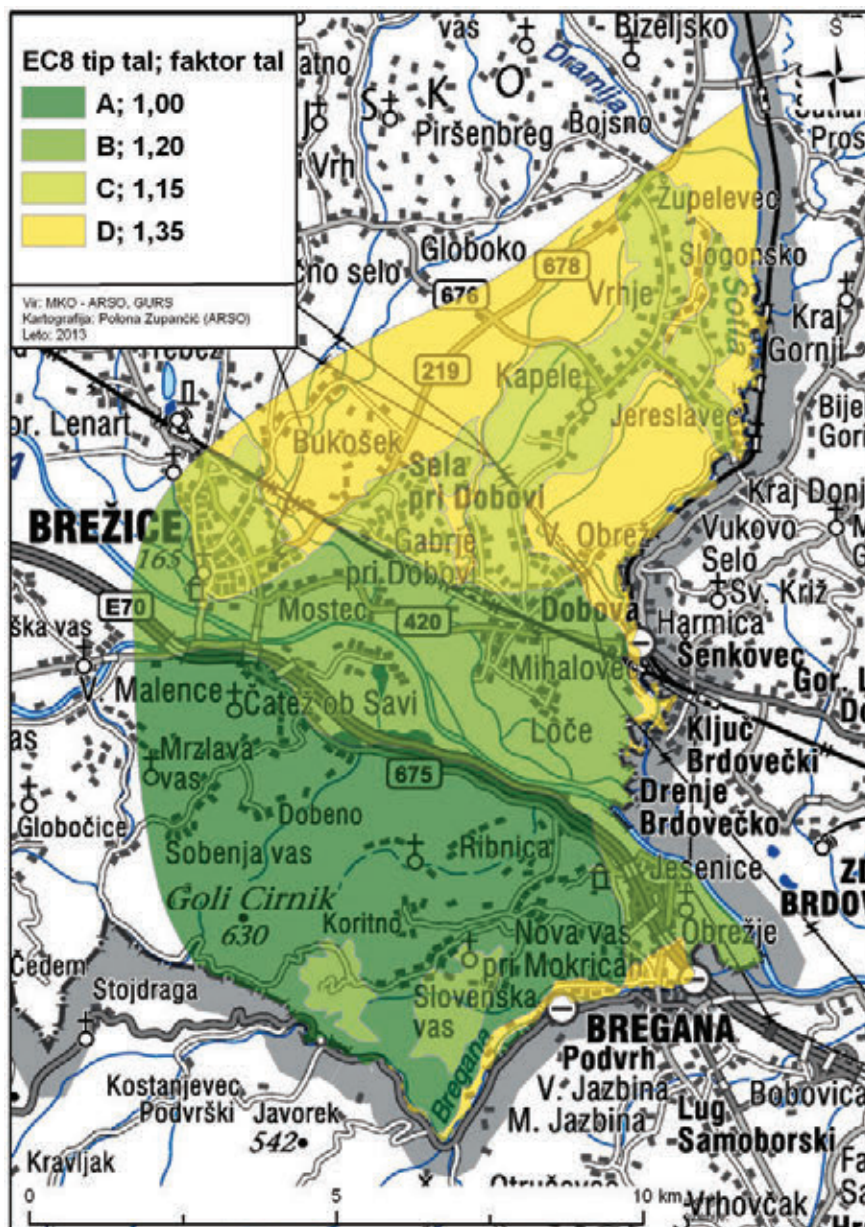
Zaključek

Na območju, kjer je pospešek tal na Karti potresne nevarnosti Slovenije - projektni pospešek tal (slika 1) enak ali večji 0,225 g, smo določili tip in koeficient tal. Uporabili smo obstoječe mikrorajonizacije, podatke o geofizikalnih meritvah, podatke iz literature ter Osnovno geološko karto 1:100.000.

Obravnavano območje obsega 1949 km². Zaradi lažje obdelave smo ga razdelili na tri območja: zgornje Posočje in Goriška Brda, Ljubljana z okolico in Brežice z okolico. Na vseh treh območjih smo določili 200 različnih litoloških oziroma litostratigrafskih enot. Razdelili smo jih v šest tipov tal s pripadajočimi koeficienti tal (preglednica 8 in slika 5). Največji del raziskovanega ozemlja pripada tipu tal A (57 %). Najmanj zastopan je tip tal E (0,6 %), saj so za njegovo določitev potrebni natančni podatki o sestavi v globini, ki pa so redko znani.

Zahvala

Pri izdelavi karte potresne mikrorajonizacije zgornjega Posočja je sodelovala Ana Trobec, dipl. ing. geol., ki je to območje raziskala v svoji diplomski nalogi. Pri izdelavi karte potresne mikroraj-



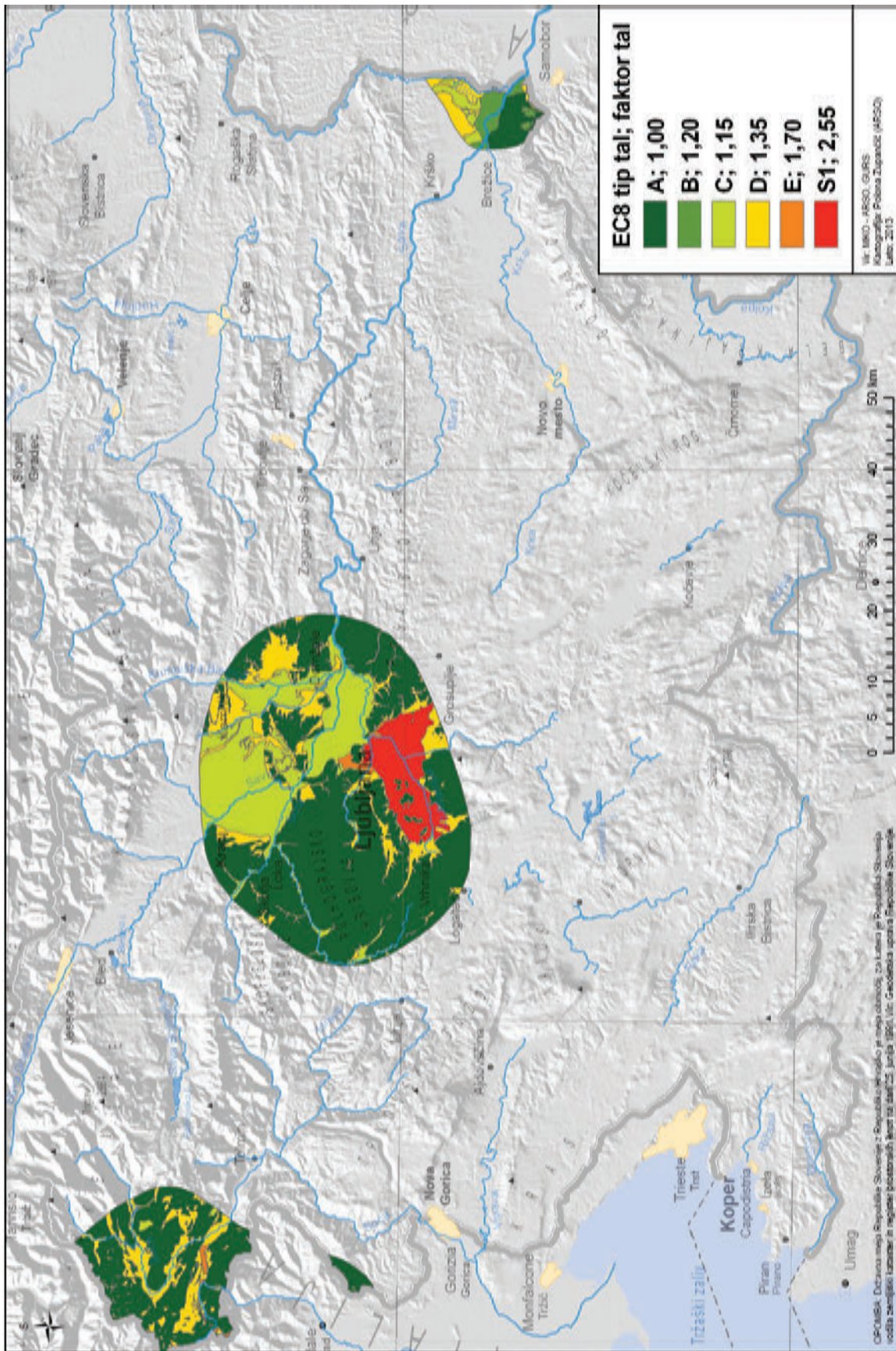
Slika 4: Klasifikacija tal po EC8 (tip tal in koeficient tal) na območju Brežice.

Figure 4: Seismic microzonation for Brežice area (legend: EC8 ground type and corresponding soil factor).

Preglednica 8: Delež tipa tal glede na celotno obravnavano območje.

Table 8: The percentage of EC8 ground types in whole researched area.

Tip tal	Koeficient tal	Površina [km ²]	Odstotek
Ground type	Soil factor	Area [km ²]	Percentage
A	1,0	1110,3	57,0
B	1,2	28,3	1,4
C	1,15	365,6	18,8
D	1,35	316,9	16,3
E	1,7	12,4	0,6
S1	2,55	115,5	5,9



Slika 5: Klasifikacija tal po EC8 na območjih z večjo potresno nevarnostjo v Sloveniji.

Figure 5: Seismic microzonation for areas with higher seismic hazard in Slovenia (legend: EC8 ground type and corresponding soil factor).

jonizacije Ljubljane z okolico je sodelovala Eva Mencin, dipl. ing. geol., ki je to območje raziskala v svoji diplomski nalogi. Obema se zahvaljujem za pomoč in sodelovanje.

Literatura

- Bavec, M., Poljak, M., Demšar, M. Rajver, D. Komac, M., Toman, M., Stojanova, S., 2003: Izdelava geoloških kart. Letno poročilo 2003: 1. Del - raziskave na območju Ljubljansko – kranjske kotline, arhiv GeoZS.
- Brezigar, A., 2001: Opis lokacij začasnih in stalnih potresnih opazovalnic. Interno poročilo. Agencija RS za okolje, Ljubljana.
- Buser, S., 1965: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, Tolmač lista Ribnica. Zvezni geološki zavod, 60 str., Beograd.
- Buser, S., 1969: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Ribnica [Kartografsko gradivo]. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Buser, S. 1986a: Osnovna geološka karta SFRJ. L 33-64, L 33-63, Tolmin in Videm (Udine) [Kartografsko gradivo]. 1:100.000. Beograd : Zvezni geološki zavod.
- Buser, S., 1986b: Osnovna geološka karta SFRJ. 1:100.000. Tolmin in Videm (Udine): L 33-64, L 33-63. Beograd : Zvezni geološki zavod.
- Buser, S., Grad, K., Pleničar, M., 1967: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Postojna [Kartografsko gradivo]. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Fajfar, P.(vodja projekta), 1993: Verjetnostna ocena potresne nevarnosti na lokaciji Nuklearne elektrarne Krško. Poročilo o projektu. IKPIR, Ljubljana.
- Gosar, A., Komac, M., Poljak, M., 2005: Strukturni model predterciarne podlage Krške kotline. Geologija 48/1, 23–32, Ljubljana.
- Grad, K., Ferjančič, L., 1968: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, Tolmač lista Kranj. Zvezni geološki zavod, 70 str., Beograd.
- Grad, K., Ferjančič, L., 1974: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Kranj [Kartografsko gradivo]. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Jurkovšek, B., 1987a: Osnovna geološka karta SFRJ. L 33-51, L 33-52, Beljak in Ponteba [Kartografsko gradivo]. 1:100.000. Beograd : Zvezni geološki zavod.
- Jurkovšek, B., 1987b: Osnovna geološka karta SFRJ. 1:100.000. Tolmač listov Beljak in Ponteba : L 33-51, L 33-52. Beograd : Zvezni geološki zavod, 1987.
- Kokošin, J., 2011: Potresna mikrorajonizacija Breginjskega kota : diplomsko delo. Univerza v Ljubljani.
- Lutman, M., Weiss, P., Klemenc, I., Zupančič, P., Šket Motnikar, B., Banovec, P., Cerk, M. 2013: POTROG Potresna ogroženost v Sloveniji za potrebe Civilne zaščite – zaključno poročilo, št. poročila P 904/610-2. Zavod za gradbeništvo Slovenije. Agencija Republike Slovenije za okolje. Inštitut za vodarstvo. Ljubljana.
- Pleničar, M., 1963: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, Tolmač lista Postojna. Zvezni geološki zavod, 62 str., Beograd.
- Pleničar, M., Premru, U., 1970: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, Tolmač lista Novo mesto. Zvezni geološki zavod, 61 str., Beograd.
- Pleničar, M., Premru, U., Herak, M., 1975: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Novo mesto [Kartografsko gradivo]. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Poljak, M., 2006: Geološka karta Krške kotline. Letno poročilo projekta Izdelava geoloških kart. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- Premru, U., 1980: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, Tolmač lista Ljubljana. Zvezni geološki zavod, 75str., Beograd.
- Premru, U., 1982: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Ljubljana [Kartografsko gradivo]. Zvezni geološki zavod, Beograd.

- SIST EN 1998-1:2005 - Evrokod 8 - Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij - 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe, slovenski standard, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana.
- SIST EN 1998-1:2005/A101 - Evrokod 8 - Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij - 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe - Nacionalni dodatek, slovenski standard, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana.
- Stopar, R., 1998: Preliminarne seizmične preiskave na širšem področju Bovca in Drežniških Raven. Poročilo. Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, Ljubljana.
- Stopar, R., Car, M., 2004: Geofizikalne preiskave na lokacijah potresnih opazovalnic v Posočju in širši Bovški kotlini. Poročilo. Geoinženiring, Ljubljana.
- Šikić, K., Basch, O., Šimunić, A., 1972: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, Tolmač lista Zagreb. Zvezni geološki zavod, 81 str., Beograd.
- Šikić, K., Basch, O., Šimunić, A., 1977: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Zagreb [Kartografsko gradivo]. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Šket Motnikar, B., Zupančič, P., 2011. Karta potresne intenzitete Slovenije. *Ujma* 25, 226 - 231.
- Vidrih, R., 2008: Potresna dejavnost zgornjega Posočja. MOP - Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo.
- Vidri, R., Ribičič, M., 1999: Pregledna karta seizmične mikrorajonizacije območja zgornjega Posočja. *Gradbenik letnik 3 številka 10*, 29-31.
- Zupančič, P., Šket Motnikar, B., Gosar, A., Prosen, T., 2004: Karta potresne mikrorajonizacije Mestne občine Ljubljana. *Potresi v letu 2002, 2004*, št. 12, str. 32-54.
- Žlebnik, L., 1971: Pleistocen Kranjskega, Sorškega in Ljubljanskega polja. *Geologija* 14, 5-51

Barbara Šket Motnikar, Matej Cerkl¹, Ina Cecić, Anita Jerše

PRENOVLJEN SPLETNI VPRAŠALNIK ALI STE ČUTILI POTRES? RENEWED ONLINE QUESTIONNAIRE DID YOU FEEL THE EARTHQUAKE?

Povzetek

Na Agenciji RS za okolje (ARSO) zbiramo in analiziramo podatke o učinkih potresov v Sloveniji ter jih uporabimo pri določanju potresne intenzitete po Evropski potresni lestvici (EMS). O učinkih potresov na ljudi, predmete, zgradbe in naravno okolje poročajo prostovoljni opazovalci; pri tem je doslej sodelovalo že več kot 6400 registriranih opazovalcev iz 2073 slovenskih naselij, 4746 je še vedno aktivnih. S prenovljenim spletnim vprašalnikom Ali ste čutili potres? smo olajšali pridobivanje in obdelavo podatkov. V članku so opisani začetki zbiranja makroseizmičnih podatkov v Sloveniji in njihov namen. Predstavljena je tudi posodobitev vprašalnika in obdelave podatkov. Na kratko sta prikazani statistika zbranih podatkov ter primerjalna analiza opisov učinkov v vprašalnikih glede na način pošiljanja. Prenovljeni vprašalnik je objavljen na spletni strani ARSO: <http://www.arso.gov.si/potresi/vprašalnik>.

Abstract

Slovenian Environment Agency (ARSO) collects and analyses macroseismic data in Slovenia, which is used to evaluate earthquake intensities using European macroseismic scale. There are more than 6400 registered observers from 2073 settlements all over Slovenia that report us about the earthquake's effects on humans, objects, buildings and nature. Today, 4746 observers are still active. The renewed online questionnaire Did you feel the earthquake enables us to acquire and analyse macroseismic data more efficiently. The beginnings and purpose of data collection and new features are presented. Basic statistics of macroseismic questionnaires is shown, as well as the comparative analysis of the effects described in web and classical earthquake questionnaires. The website of the renewed online questionnaire is [http://www.arso.gov.si/potresi/vpra%
c5%a1alnik/](http://www.arso.gov.si/potresi/vpra%c5%a1alnik/).

Uvod

Vprašalnik Ali ste čutili potres? je temelj za določanje intenzitete potresa oziroma njegovih učinkov na ljudi, živali, predmete, zgradbe in naravno okolje. Učinke ocenjujemo z 12-stopenjsko Evropsko potresno lestvico EMS-98 (Grünthal, 1998a; 1998b), pri čemer so poškodbe objektov značilne za stopnjo VI EMS in več. Področje seizmologije, ki se ukvarja z ocenjevanjem potresnih učinkov oziroma določanjem intenzitete potresa, je makroseizmologija. Ko se zgodi potres, želimo čim prej ugotoviti, kakšne so bile njegove posledice in kje so nastale. Zato po vsakem potresu, ki ga prebivalci Slovenije zaznajo, iz Urada za seizmologijo in geologijo ARSO na izbrane naslove razpošljemo klasične vprašalnike (na papirju, po navadni pošti). Naslove izberemo iz računalniške podatkovne zbirke prostovoljnih opazovalcev, ki z nami sodelujejo že več kot 30 let (Hržič, 1989; Trnkoczy in Cecić, 1989; Cecić, 1994). Poleg tega del podatkov (lani 18 %) o učinkih potresov dobimo tudi prek spletnega vprašalnika (<http://www.arso.gov.si/potresi/vprašalnik>), ki se po izpolnjevanju pošlje na ARSO kot elektronska pošta. Zbiranje podatkov o učinkih potresa je večnamensko:

- določitev območja, na katerem so potres čutili in kjer so nastale poškodbe na zgradbah,
- ocena intenzitete potresa v posameznih naseljih,
- ocena največje intenzitete za posamezno naselje v danem obdobju,
- analiza za ocenjevanje potresne nevarnosti in potresno odporne gradnje,
- obravnava zahtevkov zavarovalnic o škodnih primerih,
- arhiviranje podatkov za raziskovalne namene.

Za najmočnejše potrese izdelujemo karte potresne intenzitete po naseljih, ki jih vsako leto objavljamo tudi v Ujmi (npr. Jesenko in drugi, 2012). Zaradi učinkovitejše obdelave podatkov smo spletni vprašalnik v zadnjem letu posodobili. Želimo namreč, da bi se čim več naših prostovoljnih opazovalcev preusmerilo na elektronsko obliko poročanja o učinkih potresov.

1 Institut za vodarstvo, Hajdrihova 28 a, Ljubljana, matej.cerk@i-vode.si

Kratka zgodovina zbiranja makroseizmičnih podatkov v Sloveniji

Začetki organiziranega zbiranja makroseizmičnih podatkov v Sloveniji segajo v čas po potresu v Ljubljani 14. aprila 1895, ko je Cesarsko-kraljevska akademija znanosti ustanovila Potresno komisijo. Člani Komisije so bili zadolženi za zbiranje podatkov na posameznih območjih, njihov vodja je bil Edmund von Mojsisovich. Za teritorij današnje Slovenije so bili zadolženi Ferdinand Seidl (Kranjska, Goriško), Rudolph Hoernes in pozneje F. Heritsch (Štajerska), F. Seeland, F. Vapopotitsch in J. Bucher (Koroška), A. Fajdiga (Istra) in E. Mazelle (Trst). Potresna komisija je imela 400 poročevalcev. Zbrane in ovrednotene rezultate so objavljali v publikacijah »Sporočila Potresne komisije Cesarske akademije znanosti na Dunaju«. Komisija je bila aktivna do konca prve svetovne vojne. Vsi makroseizmični podatki so se zbirali na Dunaju in so še dostopni v arhivu Centralnega inštituta za meteorologijo in geodinamiko (ZAMG) na Dunaju.

Vprašalnik iz leta 1896 (Priloga A) je dvojezičen (vsa vprašanja so napisana v slovenščini in nemščini) in vsebuje 16 vprašanj. Glede na takratno seizmološko prakso je bilo veliko pozornosti usmerjene na opis načina, trajanja in smeri opaženega premika. Učinki potresa na predmete in stavbe so omenjeni kar v istem vprašanju.

»Navod za opazovanje zemeljskih potresov« iz leta 1904 (Priloga B) je knjižica v slovenščini, ki vsebuje navodila za opazovalca potresnih učinkov. Najprej je kratko predstavljena ustanova, ki je podatke zbirala (Cesarsko-kraljevski osrednji zavod za meteorologijo in geodinamiko – današnji ZAMG na Dunaju), potem pa je vsakemu vprašanju posvečen odstavek z natančnejšim opisom pričakovanih odgovorov. Vprašalnik je vsebinsko podoben tistemu iz leta 1896, le vprašanja so napisana podrobneje. V navodilih se opazovalcu svetuje tudi, da učinke potresa fotografira in vprašalniku priloži fotografije.

Omenimo še, da je v tem obdobju v Ljubljani izhajal znan in cenjen seizmološki časopis »Die Erdbebenwarte« (Potresna opazovalnica), ki ga je urejal Albin Belar. Makroseizmične podatke je vseboval dodatek »Najnovejše potresne novice«.

Po prvi svetovni vojni je za zbiranje makroseizmičnih podatkov v Sloveniji skrbel jugoslovanski Seizmološki zavod. Podatki so bili objavljani v strokovnih publikacijah, ki so izhajale v Beogradu, Zagrebu, Trstu in na Dunaju. Žal so bili originalni podatki (vprašalniki in dopisi) uničeni 6. aprila 1941 med nemškim napadom na Beograd, ko je stavbo Seizmološkega zavoda porušila bomba in uničil požar.

Vprašalnik iz tega obdobja (Priloga C) ima še vedno 16 vprašanj, toda vsebinsko so bila spremenjena, razlikovala pa so tudi »prehodne« in »trajne« učinke. Kot prehodni so navedeni žvenket oken in steklene posode, zibanje obešenih luči, škripanje vrat... med trajne pa sodijo odpadanje ometa ali barve s sten, prevračanje predmetov na omarah, razpoke v stenah itd. Opazovalcu se svetuje, da izpolni vprašalnik le v primeru, da je bil potres občuten v njegovi okolici (Cecić, 2004; Makroseizmični arhiv ARSO.)

Po drugi svetovni vojni je nekaj časa trajalo zatišje, ki se je končalo z ustanovitvijo Astronomske-geofizikalnega observatorija v Ljubljani. Za seizmologijo je začel skrbeti Vladimir Ribarič, ki je sistematično zbiral makroseizmične podatke s pomočjo vprašalnikov. Po močnejših potresih je sledil ogled terena. Podatki so bili od leta 1956 redno objavljani v publikaciji »Astronomske efemeride za Ljubljano«. Leta 1982 se je publikacija preimenovala v »Naše nebo«, leta 1987 v »Naše nebo in Zemlja«.

Ko je leta 1980 seizmološka služba doživela reorganizacijo in povečanje števila zaposlenih, so tudi makroseizmične raziskave postale bolj intenzivne. Z nabavo službenega avtomobila so terenske raziskave postale bolj pogoste (Hržič, 1989).

Velik korak naprej v zbiranju podatkov so prinesli računalniki – leta 1986 se je začela izdelava podatkovne zbirke, ki je vsebovala naslove prostovoljnih opazovalcev. Na naslove 15.000 posameznikov, šol, izobraževalnih ustanov, gradbenih inštitutov in podjetij, občin in krajevnih skupnosti, župnijskih uradov, policijskih postaj itd. so bila poslana vabila k sodelovanju. Odzvalo se je približno 1500 ljudi, in to je bil začetek baze stalnih potresnih opazovalcev (Trnkoczy in Cecić,

1989). Doslej je registriranih že več kot 6400 prostovoljnih opazovalcev iz 2073 slovenskih naselij, od tega jih je 4746 še vedno aktivnih.

Statistika zbranih podatkov

Načrtno sodelovanje s prostovoljnimi opazovalci, ki poročajo o učinkih potresov, se je začelo že leta 1985. Nekaj let zatem je bil pripravljen prvi računalniški program za samodejno izbiranje naslovov, na katere smo pošiljali vprašalnike, in za arhiviranje podatkov. V preglednici 1 so prikazani število in delež poslanih in prejetih vprašalnikov po letih ter število potresov, za katere smo zbirali poročila o učinkih. V 23 letih smo zbrali skoraj 100.000 poročil o potresnih učinkih. Največ izpolnjenih vprašalnikov (3245) smo dobili za potres 12. aprila 1998 v Zgornjem Posočju. Delež vrnjenih vprašalnikov je zelo visok (v povprečju 69 %) in je ves čas precej konstanten.

Primerjalna analiza opisov učinkov potresov glede na način pošiljanja vprašalnikov

Po večletni hkratni rabi klasičnih in spletnih vprašalnikov se nam je zastavilo vprašanje, ali so podatki, ki jih pridobimo na oba načina, med seboj res primerljivi. Naredili smo primerjalno

Preglednica 1: Statistika poslanih in prejetih vprašalnikov o učinkih potresa

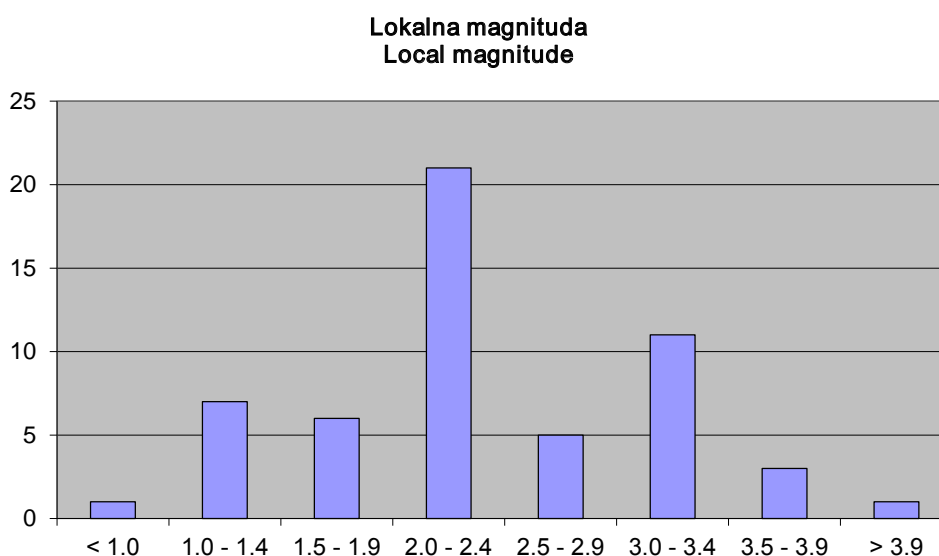
Table 1: Statistics of sent and received macroseismic questionnaires

leto	potresov	poslanih	prejetih	%
year	events	sent	received	%
1990	31	12431	7357	59
1991	17	4642	3266	70
1992	21	6751	4850	72
1993	23	10142	7262	72
1994	20	2805	1851	66
1995	31	10937	7525	69
1996	37	8315	6151	74
1997	20	3988	2878	72
1998	61	18756	13763	73
1999	42	4866	3366	69
2000	39	3833	2643	69
2001	34	3014	2036	68
2002	33	4655	3418	73
2003	41	4827	3232	67
2004	38	7226	4901	68
2005	44	6814	4658	68
2006	25	2862	1872	65
2007	28	5157	3701	72
2008	21	2824	1926	68
2009	18	2708	1826	67
2010	29	6578	4417	67
2011	22	1861	1232	66
2012	19	3736	2725	73
skupaj / total	694	139728	96856	69

analizo, da bi ugotovili, ali obstajajo značilne razlike oziroma ali ena skupina opazovalcev vedno opiše močnejše učinke (Cecić, 2010). Pričakovali smo, da vprašalniki, izpolnjeni neposredno po potresu, lahko vsebujejo opise močnejših učinkov kot tisti, ki so jih opazovalci izpolnili 2–3 dni po potresu, ko so po pošti prejeli klasični vprašalnik.

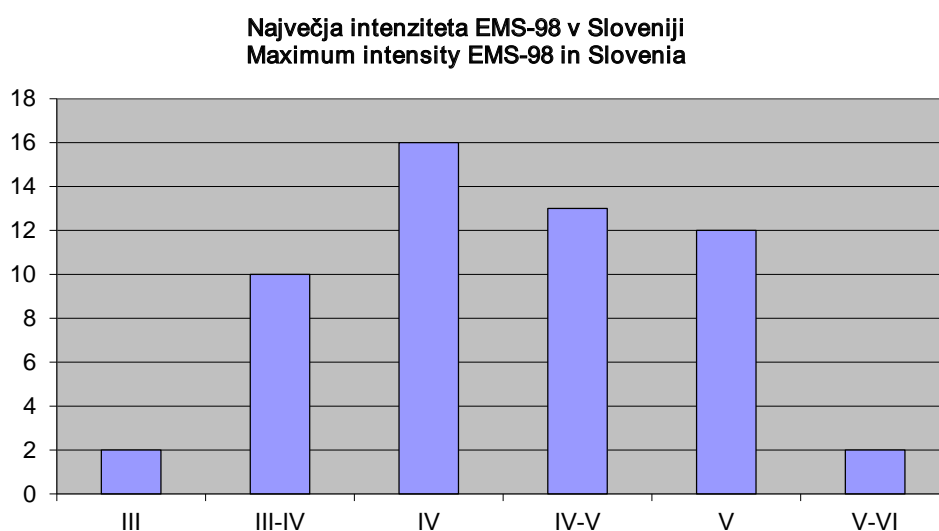
Za analizo smo uporabili podatke za 61 potresov iz obdobja 2005–2009 (sliki 1 in 2). Upoštevali smo le primere, ko je za isto naselje obstajal podatek iz obeh vrst vprašalnikov. Tako smo dobili 117 parov vprašalnikov. Za vsak par smo analizirali odgovore na 15 vprašanj, ki se nanašajo na opis potresnih učinkov (preglednica 2).

Pri analizi smo kot tip 1 označili podatke iz klasičnih vprašalnikov (poslani po navadni pošti stalnim opazovalcem), kot tip 2 pa vprašalnike, ki smo jih dobili po spletu (obiskovalci spletne strani so jih izpolnili brez našega posredovanja).



Slika 1: Lokalna magnituda potresov, uporabljenih v tej raziskavi

Figure 1: Local magnitude of the earthquakes used in this study



Slika 2: Največja intenziteta, ki so jo v Sloveniji dosegli potresi, uporabljeni v tej študiji

Figure 2: Distribution of maximum intensity in Slovenia for the earthquakes used in this study

Preglednica 2: Rezultati primerjalne analize klasičnih vprašalnikov (tip 1) in vprašalnikov na spletu (tip 2)**Table 2:** The results of comparative analysis of classical questionnaires (Type 1) and internet questionnaires (Type 2)

Vprašanje št:	Vprašanje	Tip 1 [%]	Tip 2 [%]	Ni učinka [%]	Niso odgovorili [%]
Question no:	Question	Type 1 [%]	Type 2 [%]	Effect not noticed [%]	Not answerd [%]
4	Kako bi ocenili tresenje tal?	19,8	33,9	38,4	7,9
8	Vas je potres prebudil iz spanja?	11,9	13,6	63,8	10,7
9	Vas je potres prestrašil, da ste med potresom zbežali na prosto?	13,0	5,7	70,1	11,2
10	Ste slišali žvenket šip ali steklenine, škripanje tal ali sten?	35,6	29,4	22,0	13,0
11	Ste opazili nihanje luči, vrat ali predmetov na steni?	24,9	26,0	33,3	15,2
12	Ste opazili učinke potresa na pohištvo?	20,3	25,4	44,1	10,2
13	Ste opazili učinke na predmetih?	10,7	15,8	54,8	18,7
16	Koliko ljudi v vaši okolici je opazilo učinke potresa?	28,8	23,2	30,5	17,5
17	Koliko ljudi je potres prebudil?	16,4	14,9	48,0	20,7
18	Koliko ljudi je med potresom prestrašeno zbežalo na prosto?	10,7	11,3	54,8	76,8
19	Kakšne poškodbe zgradb so nastale v vaši okolici?	6,8	1,7	70,0	21,5
20	So zazvonili zvonovi v cerkvenih zvonikih?	0,6	0,0	74,6	24,8
21	Ali so na vlažnem zemljišču in brežinah nastale razpoke?	0,0	0,6	74,6	24,8
22	So nastali zemeljski plazovi, udori, podori, zdrsi, usadi, osipi ali rušenja skalovja?	0,0	0,0	74,6	25,4
23	Je bilo opaziti spremembe na studencih in vodnjakih?	0,0	0,0	75,1	24,9

V vprašalniku so vprašanja razdeljena v dve skupini: od 4 do 13 so vprašanja o učinkih na opazovalca in njegovo neposredno okolico, od 16 do 23 pa se nanašajo na učinke v širši okolici.

Pri vprašanju številka 4 sprašujemo opazovalce, kako ocenjujejo tresenje tal (ponujeni odgovori so nisem čutil, šibko, zmerno, močno). Ugotovili smo, da je bil močnejši učinek večkrat izbran pri tipu 2 (33,9 %) kot pri tipu 1 (19,8 %).

Deveto vprašanje se glasi »Vas je potres prestrašil, da ste med potresom zbežali na prosto?« (ponujena odgovora da, ne). Na to vprašanje je pozitivno odgovorilo več stalnih opazovalcev (tip 1 13,0 %, tip 2 5,7 %). Tudi na deseto vprašanje, ki sprašuje o žvenketu šip in steklenine ter škripanju tal in sten, je več stalnih opazovalcev poročalo o močnejših učinkih (tip 1 35,6 %, tip 2 29,4 %).

Pri vprašanju številka 16 »Koliko ljudi v vaši okolici je opazilo učinke potresa?« (mogoči odgovori nihče, posamezni – do 10 %, mnogi – do 50 %, večina – več kot 50 %, ne vem) smo pričakovali, da bodo stalni opazovalci sporočili večje odstotke, ker so do trenutka izpolnjevanja vprašalnika imeli več časa, da se pogovorijo z drugimi. Domneva se je izkazala za pravilno; tip 1 28,8 %, tip 2 23,2 %.

Pri dveh vprašanjih nismo dobili opisa učinkov pri nobenem od obeh tipov vprašalnika. Med preostalimi 13 vprašanji smo pri sedmih dobili višje ocene učinkov od stalnih opazovalcev (tip 1), pri šestih pa od naključnih opazovalcev na spletu (tip 2).

Kljub našim pričakovanjem se je pokazalo, da ni značilne razlike med podatki, pridobljenimi z enim ali drugim načinom pošiljanja. To pomeni, da pri ocenjevanju intenzitete potresa za neko naselje lahko enakovredno upoštevamo obe vrsti vprašalnikov.

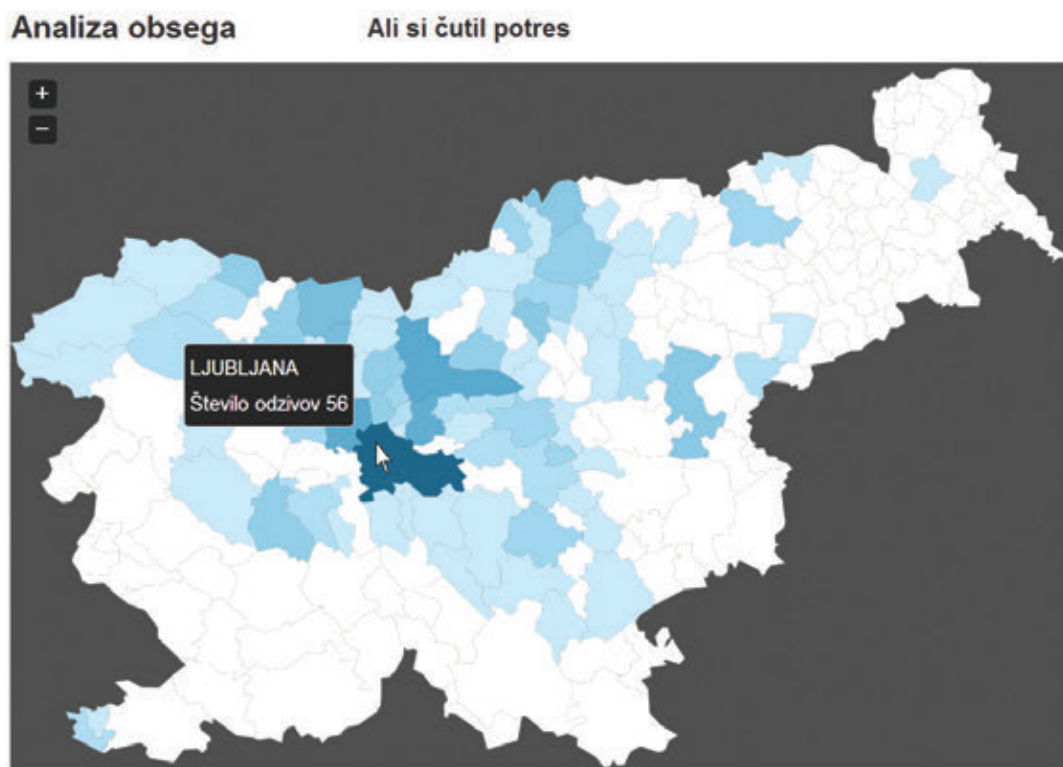
Prenovljen spletni vprašalnik in podatkovna baza

Lani smo prenovili računalniški program, ki je namenjen izbiranju naslovov, tiskanju vprašalnikov in arhiviranju makroseizmičnih podatkov (slika 3). Posodobili smo zaslonske maske, prenovili strukturo podatkovnih preglednic, naslove stalnih registriranih opazovalcev pa smo povezali z uradnim registrom prostorskih enot, ki ga vodi Geodetska uprava RS (GURS, 2013). Obdelava vprašalnikov je bila pred tem večinoma ročna in zato zelo zamudna. S tokratno posodobitvijo spletnega vprašalnika želimo zmanjšati stroške pošiljanja vprašalnikov ter omogočiti pretežno računalniško obdelavo podatkov. Vprašalnik smo vsebinsko prenovili (priloga D), in sicer smo vprašanja uskladili z značilnimi učinki posameznih stopenj po lestvici EMS, pri poškodbah smo dodali nekaj vprašanj o stavbah, pojasnili pa smo tudi nekatere slabše razumljive opise učinkov. Spletno aplikacijo smo opremili tudi grafično (slika 4). Prenovljeni spletni vprašalnik in računalniška obdelava podatkov bosta poleg lažjega in hitrejšega opredeljevanja intenzitet potresov omogočila tudi hitrejšo ukrepanje služb za zaščito in reševanje. V prihodnje je predviden nadaljnji razvoj obdelave podatkov, ki bo samodejno opozoril na območja s poškodbami in v večini primerov omogočil samodejno preliminarno oceno intenzitete.

Prenovljena spletna aplikacija je bila delno razvita v okviru projekta POTROG – Potresna ogroženost v Sloveniji za potrebe Civilne zaščite (Lutman in drugi, 2013), ki ga je financiralo Ministrstvo za obrambo Republike Slovenije. Spletni vprašalnik je programiran v jeziku PHP, podatki pa se zbirajo v bazi Oracle. Podatkovna baza povezuje tri glavne tabele: naslove opazovalcev, potrese in vprašalnike.

Slika 3: Obrazec za izbor registriranih opazovalcev, ki jim v primeru potresa pošljemo vprašalnik.

Figure 3: Computer form for the selection of registered observers in case of an earthquake. A seismologist decides whom to send a questionnaire; the decision is based on several criteria.



Slika 4: Prikaz odzivov po občinah na potres 3. decembra 2012 pri Zgornjem Tuhinju. Ko se z miško postavimo na izbrano občino, se pokaže ustrezno število pozitivnih (čutili) odzivov.

Figure 4: The number of obtained online questionnaires (felt) by municipalities for the 3 December 2012 earthquake near Zgornji Tuhinj; the number corresponds to the municipality at the current cursor position.

Sklepne misli

Podatki o učinkih potresa bi bili zelo pomanjkljivi ali celo nedostopni, če nam pri delu ne bi pomagali številni prostovoljni opazovalci. S prenovljenim spletnim vprašalnikom Ali ste čutili potres? (<http://www.arso.gov.si/potresi/vprašalnik>) želimo olajšati pridobivanje in obdelavo podatkov, zmanjšati stroške pošiljanja vprašalnikov po pošti ter povečati število poročevalcev. Danes z nami sodeluje 4746 registriranih opazovalcev, za kar se jim najlepše zahvaljujemo. Vse registrirane opazovalce prosimo, naj nam na elektronski naslov seismo.lju@gov.si pošljejo svoj elektronski naslov in potrditev, da bodo prešli na elektronsko poročanje o učinkih potresov. Vabimo tudi nove opazovalce, da se priključijo poročanju o potresih, lahko kot registrirani opazovalci ali pa le s poročanjem o učinkih posameznih potresov.

Viri in literatura

- ARSO, vprašalnik o učinkih potresov. Dostopno na <http://www.arso.gov.si/potresi/vprašalnik> (2. 10. 2013).
- Cecić, I., 1994. Macroseismic practice in Slovenia. *Natural Hazards*, 10, 59–64.
- Cecić, I., 2004. Metodologija prikupljanja i obrade makroseizmičkih podataka. Magistrarski rad. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno matematički fakultet, 157 str.
- Cecić, I., 2010. Comparative analysis of the effects described in web and classical earthquake questionnaires. 32nd General Assembly of ESC, Montpellier, France, 6–10 Sep 2010.
- 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.

- Grünthal, G. (ur.), 1998b. European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). Dostopno na: http://www.gfz-potsdam.de/portal/gfz/Struktur/Departments/Department+2/sec26/resources/documents/PDF/EMS-98_Original_englisch_pdf (22. 4. 2013).
- GURS, 2013. Register prostorskih enot. Dostopno na: <http://www.e-prostor.gov.si/107/> (17. 7. 2013).
- Hržič, M., 1989. Macroseismic practice in Slovenia. V I. Cecić (ur.), Proc. First AB Workshop on Macroseismic Methods, Seismological Survey of SR Slovenia, Ljubljana.
- Jesenko, T., Šket Motnikar, B., Živčič, M., Čarman, M., Zupančič, P., Cecić, I., 2012. Potresi v Sloveniji leta 2011. Ujma 26, str. 47-54.
- Lutman, M., Weiss, P., Klemenc, I., Zupančič, P., Šket Motnikar, B., Banovec, P., Cerk, M.: POTROG Potresna ogroženost v Sloveniji za potrebe Civilne zaščite – zaključno poročilo, št. P 904/610-2, Zavod za gradbeništvo Slovenije, Agencija Republike Slovenije za okolje, Inštitut za vodarstvo, Ljubljana, junij 2013.
- Makroseizmični arhiv, Urad za seizmologijo in geologijo, ARSO.
- Trnkoczy, A., in I. Cecić, 1989. What is planned to be done in the field of the macroseismic data management in Slovenia. V I. Cecić (ur.), Proc. First AB Workshop on Macroseismic Methods, Seismological Survey of SR Slovenia, Ljubljana.

Priloga A: Vprašalnik iz leta 1896
Appendix A: Bilingual questionnaire from 1896

Potresni odbor ces. akademije znanostij na Dunaju. — Erdbeben-Commission der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien.

ad Nr. 319
ex 1896.

Vprašanja. — Fragebogen.

1. Kateri dan se je začutil potres?	1. An welchem Tage wurde das Erdbeben verspürt?
2. Ob kateri uri? (Če je moči določiti, ob kateri minuti in sekundi?)	2. Um wie viel Uhr? (Wenn möglich mit Angabe der Minuten und Secunden?)
3. Ali je poročevalec pogledal pred potresom ali kmalu potem, kako kaže njegova ura v primeri z zanesljivo kolodvorsko ali telegrafsko uro, in ali je zgoraj imenovani čas potresa popravljeni pravi čas?	3. Wurde die Uhr vorher oder nachher in Bezug auf ihren Gang mit einer verlässlichen Eisenbahn- oder Telegraphen-Uhr verglichen und ist obige Zeit demgemäss corrigirt?
4. Kraj opazovanja naj se natančno imenuje. (Dežela, okraj, kraj). Ali je opazovalec začutil potres na prostem ali v hiši bivajoč, v katerem nadstropji, stoječ, sedeč ali ležeč in kaj je takrat delal?	4. Genaue Ortsangabe der Beobachtung, (Land, Bezirk, Ort, im Freien oder in Gebäuden, Stockwerk, in welcher Lage und bei welcher Beschäftigung wurde das Erdbeben verspürt?)

5. Na kakih tleh je kraj opazovanja? (Na skalnatih, na produ itd.)

5. Auf welcher Bodenart steht der Beobachtungsort? (Fels, Schuttboden etc.)

6. Ali so začutili potres v kraju in okolici ljudje sploh ali le pojedini?

6. Wurde das Erdbeben im Orte und in der Umgebung allgemein wahrgenommen, oder nur von einzelnen Personen?

7. Koliko posameznih sunkov se je pojavilo in kedaj vsaki?

7. Wie viele gesonderte Erschütterungen wurden wahrgenommen und zu welchen Zeiten?

8. Kakovo je bilo gibanje? Ali je bil udarec od spodaj, počasno zibanje, kratek sunek od strani, trepetanje itd.? Ali je bilo gibanje ves čas jednako ali različno v raznih trenutkih?

8. Welcher Art war die Bewegung? War es ein Schlag von unten, ein langsames Schaukeln, ein kurzer Seitenruck, ein Zittern u. s. w.? War die Bewegung in verschiedenen Zeitmomenten verschieden oder während des ganzen Verlaufes der Erschütterung gleichartig?

9. Od katere strani je prišel sunek? Ali se je pravec spoznal po čutu ali po gibanju zazibanih rečij (visečih svetilk, podob, ur itd.)?

9. Von welcher Seite schien der Stoss zu kommen? Wurde die Richtung durch unmittelbare Empfindung oder durch die Beobachtung bewegter Gegenstände (Hängelampen, Bilder, Uhren etc.) festgestellt?

10. Kako dolgo so po sodbi poročevalčevi pojedini stresljaji trajali? Ako je bilo gibanje raznovrstno, kako dolgo so trajali njega oddelki?

10. Wie lange schienen die einzelnen Erschütterungen zu dauern? Wenn die Bewegung verschiedenartig war, wie lange schienen die einzelnen Abschnitte derselben zu dauern?

11. Ali je gibanje spremljal kak zvok? Ali se je slišalo le pokanje zidov ali tramov, in gibanje pohištva ali dreves, ali je bil poseben zvok? Kakšen je bil ta zvok (Bobnenje, rožljanje, žvenketanje, pok ali trajen zvok itd.)?

11. War die Erschütterung mit einem Geräusch verbunden? War es bloss das Krachen des Gebäudes und das Rasseln der Gegenstände oder war es ein besonderes Geräusch? Welcher Art war dasselbe (Donnern, Rasseln, Klirren, Knall oder anhaltend etc.)?

12. Ali se je bobnenje itd. zaslišalo pred potresom ali sodobno ali za njim? Kako dolgo je trajalo v primeri s početkom in trpežem tresenja?

12. Ging das Geräusch der Erschütterung voran oder folgte es ihr nach? Welche Dauer hatte dasselbe mit Beziehung auf den Eintritt und die Dauer der Erschütterungen?

13. Kakošni so bili pglavitni učinki potresa na premakljive reči in na stavbe? Ali so pojedine ali mnoge zidane stavbe v kraju opazovanja poškodovane in kako? Kak učinek je naredil potres na ljudi med tresenjem in kasneje?

13. Welcher Art waren die hauptsächlichsten Wirkungen der Erschütterung auf die beweglichen Gegenstände und auf die Gebäude? Haben einzelne oder mehrere Gebäude im Orte Schaden erlitten? Welcher Art waren die Beschädigungen? Wie verhielt sich die Bevölkerung während und nach dem Erdbeben?

14. Ali se je sicer še kaj posebnega opazilo? (V vedenju živalij, prikazni na studencih in toplicah, na jezerih itd.)

14. Wurden sonst auffallende Nebenerscheinungen beobachtet? (Benehmen der Thiere, Erscheinungen an Quellen und Thermen, an Seen etc.)

15. Ali so se pojavili poprej ali kasneje slabejši sunki? Kateri dan in katero uro?

15. Sind vorher und nachher schwächere Erschütterungen beobachtet worden? An welchem Tage und zu welcher Stunde?

16. Ali se je še kaj posebno znamenitega prigodilo v sosednih krajih?

16. Sind noch besonders auffallende Vorfälle aus den umgebenden Ortschaften bekannt geworden?

Naslov opazovalca :

Adresse des Beobachters:

Priloga B: »Navod za opazovanje zemeljskih potresov« iz leta 1904 Appendix B: »Instructions for observing earthquakes«, year 1904

— 1 —

Navod za opazovanje zemeljskih potresov.

Za proučavanje zemeljskih potresov je treba natančnih poročil iz kolikor moči mnogo krajev vsakokrat potresenega ozemlja.

V tem smislu je v Avstriji zasnovana posebna organizacija, in sicer tako-le:

Vsaka kronovina ima svojega deželnega potresnega poverjenika, ki pridobi kolikor moči veliko poročevalcev, njih naznanila znanstveno strne, in svoje izvestje odpošlje, da je objavi c. kr. osrednji zavod za meteorologijo in geodinamiko na Dunaju. Ta zavod je prirejen tako, da se v njem stekajo vsi dopisi poročevalcev, in da vodi in oskrbuje vse, kar zahteva namen te organizacije. Poročevalci dobe od c. kr. osrednjega zavoda pole z vprašanji za obširno potresno poročilo ter ovitke zanje, in pa dopisnice z vprašanji za krajše poročilo; ob potresu pripišejo odgovore na polo ali dopisnico (ki je navadno ročnejša) ter je pošljejo na c. kr. osrednji zavod. Te poslatve so poštnine proste, kakor je označeno na tiskovinah. Osrednji zavod došla poročila sprejme, razvrsti po kronovinah ter je pošlje deželnim poverjenikom. Da je skrbjeno za vse slučaje, imajo tudi gg. deželni poverjeniki primerne tiskovine, da morejo, če treba, poročevalci in poverjeniki naravnost med seboj občevati — to občevanje pa ni poštnine prosto. Frankovanje preskrbi g. poverjenik, stroški za to pa gredo na račun c. kr. osrednjega zavoda.

Da se gg. poročevalcem olajša njih naloga in da se bodo dala poročila laglje primerjati med seboj, pojasnimo v tem „navodu“ pojedina vprašanja pole z vprašanji in ob enem tudi dopisnice z vprašanji, ki je slično urejena.

— 2 —

Pola z vprašanji.

1. Kateri dan se je začutil potres?

V odgovor naj se napiše ne le dan, mesec in leto, ampak tudi dan tedna.

2. Ob kateri uri? Če je moči določiti, ob kateri minuti in sekundi?

3. Ali je ura preje ali kasneje primerjana z zanesljivo železniško ali brzojavno uro in ali je zgoraj navedeni čas po tej uri popravljen?

Na točni odgovor teh dveh vprašanj naj se polaga največja skrbnost, ker je izredne važnosti, da se dozna, kedaj se je potres pojavil, kako dolgo je trajal, in kedaj so se sunki ponavljali, če so se.

Ako ima poročevalec primerno uro, naj naznani, če možno, ne le uro in minuto, ampak tudi sekundo, ob kateri se je potres začutil. V navadnem življenju zadostuje, če se pove nekoliko minut več ali manj, kakor je res; navadne ure tudi komaj presegajo to stopnjo točnosti. Zatorej svetujemo, da poročevalec v trenutku potresa določi uro, minuto in sekundo na svoji uri, potem pa prav kmalu (če možno, še isti dan) svojo uro primerja z uro železniške ali brzojavne postaje, da zve, koliko minut in sekund njegova ura železniško ali brzojavno uro prehiteva ali nasproti njej zaostaja. Pripomni naj se pa, je li čas srednjeevropski ali krajevni čas. Da ne bo nesporazumljenja, naj poročevalec v polo ali dopisnico z vprašanji napiše čas tako, kakor ga je čital na svoji uri; potem pa naj pripomni, koliko njegova ura prehiteva ali zaostaja. Naj se tudi ne pozabi pristaviti, ali se je pojavil potres zjutraj ali popoldne. Pri tem se smatrajo ure od polnoči do poldneva za jutranje, in ure od poldneva do polnoči za popoldanje.

Na prva tri vprašanja bi se torej na primer tako-le odgovorilo:

1. vprašanje: V sredo, 18. maja 1904.
2. vprašanje: Ob 5. uri 17 minut 30 sekund zjutraj.

— 3 —

3. vprašanje: Primerjal sem svojo uro na postaji N z železniško in spoznal, da moja ura železniško uro prehiteva — nasproti njej zaostaja — za

6 minut 40 sekund.

Ali pa: Železniška ura je kazala 12 ur 30 minut 15 sekund popoldne, moja pa 12 ur 36 minut 55 sekund popoldne.

Železniška ura naznanja srednjeevropski čas in dobiva vsaki dan (vsaki drugi dan itd.) uradno časovno znamenje.

Za te zadnje pripomnje je na dopisnici z vprašanji menda na zadnji strani najbolji prostor.

4. Kraj opazovanja (dežela, okraj, kraj, v katerem položaju in pri katerem opravilu se je začutil potres, na prostem ali v poslopih in v katerem nadstropju?)

Ume se samo po sebi, da je treba natančno imenovati kraj, od koder opazovalec poroča: najprej se napiše ime kraja (občine, kraja, sela) potem okraja in dežele. Potem naj poročevalec naznani, kje je bival v trenutku, ko je začutil potres. Pred vsem naj napiše, ali je bil na prostem ali v hiši. Ako je bil na prostem, naj nadalje točno označi, ali je začutil potres hodeč, stoječ, sedeč ali ležeč, delajoč ali brez dela. Ako je bil v hiši, naj navede, ali je bil v kleti, v pritličju ali v katerem nadstropju. Tudi je važno, da naznani, ali je opazovalec v trenutku potresa stal, sedel, ležal ali morda spal. Dobrodošle so tudi pripomnje, ki naznanjajo, da je bil opazovalec uglobljen v kako delo, pa ga je potres prestrašil; kajti tudi taka pripomnja more služiti za oporo, ko se presoja jakost potresa.

5. Na kakovih tleh je kraj opazovanja? (na skali, na grušču itd.)

Ako poročevalec more označiti tla, na kojih stoji njegovo bivališče — na pr. ilovica, pesek, grušč, šota, skala itd. — tedaj je utemeljena želja, da to napiše; kajti učinki potresa, hitrost, s kojo se potres širi od kraja do kraja, itd. zavisijo od kakovosti tal, in se laglje presodijo, če je ta kakovost znana.

6. Ali so začutili potres v kraju vsi, mnogi, nekateri ali le pojedini ljudje, in sicer le v gorenjih nadstropjih ali tudi v pritličju in na prostem; ali le mirujoči ljudje, ali tudi hodeči

— 4 —

in med delom, ali so ga čutili le bdeči, ali je bil toliko močan, da bi vzbudil ljudi iz spanja?

Odgovor na to vprašanje bistveno pripomore, da se prav presodi jakost potresa.

Poročevalec je naprošen, da povprašuje pri ljudeh svojega bivališča, da more na to vprašanje prav odgovoriti.

7. Koliko ločenih stresljajev se je začutilo in kedaj vsaki?

8. Kakov je bil stresljaj? Ali je bil udarec od spodaj, ali počasno zibanje, ali kratek sunek od strani, ali trepetanje itd.? Ali je bilo potresno gibanje ves čas enako ali različno v raznih trenutkih?

Ta vprašanja posebej pojasniti ni možno — točno, pozorno opazovati je treba, in potem objektivno, stvarno povedati. Poročevalec naj omeni gola dejstva, ki so opazovana z vso gotovostjo, kot taka; vsako negotovost pa naj primerno označi, na pr. „zdelo se mi je“, „nisem prav gotov“, „ljudje trdijo“ itd. Zgodi se kaj lahko, da poročevalec svojo lastno sodbo o bistvu stresljaja (sunek od spodaj ali od strani, zibanje, trepetanje itd.) kasneje pretvori po pripovedovanju drugih ljudij. Zatorej je treba točno ločiti gotovost od negotovosti.

Določevanje časa pojedinih sunkov je pojasnjeno pri 3. vprašanju.

Včasih nastopijo celi roji potresov, to so mali potresni sunki, ki se v kratkih presledkih obilnokrat ponavljajo. Opozarjamo, da je važno, vsaki sunek posebej zabeležiti (na pr. v knjižico, ki jo ima poročevalec vedno pri sebi), tudi če se sunki na enak način ponavljajo. Čas vsakega sunka je treba vselej takoj zabeležiti, kajti kasneje iz spomina sestavljeno poročilo, bi bilo večinoma prav male vrednosti.

9. Od kateri strani se je zdelo, da je prišel sunek? Ali se je spoznala smer naravnost po čutu ali po gibanju predmetov (visečih svetilk, stenskih podob, ur itd.)?

Važno je, dobiti podatkov o smeri potresa. Da more poročevalec to zmer označiti, je treba, da za svoje bivališče in za svoje stanovanje nalanko določi smer od juga proti severu in pa od vzhoda proti zapadu. To lahko stori na pr. s pomočjo solnca, ki stoji o poludne na jugu. Če potem potres zaniha na stropu

viseč predmet, na pr. visečo svetilko, plinov lesteneč itd., tedaj si poročevalec še med nihanjem zaznamuje smer nihanja na tleh ali na mizi in pozneje določi smer te črte. Na enak način se zaznamuje smer zaziba tekočin v posodah (zlasti valjastih). Ako je potres ustavil uro, ali premaknil na steni viseče reči (podobe itd.), naj se navede smer dotične stene, pa tudi smer, v kateri so se stvari premaknile. Iz teh podatkov je možno sklepati na smer, ki jo je imel potres.

10. Kako dolgo so trajali pojedini stresljaji? Ako je gibanje bilo neenakomerno, kako dolgo so trajali pojedini oddelki gibanja?

Kaj lahko je, napačno ceniti število sekund, ko je trajal potres, zlasti če je povzročil strah. Zatorej naj poročevalec vselej pristavi, ali je trpež potresa le presodil brez kontrole, ali pa ga je določil z uro v roki.

11. Ali se je ob enem s stresljajem slišal poseben zvok ali pa le škripanje poslopja in rožljanje predmetov? Če se je pojavil poseben zvok, kakov je bil (bobnenje, rožljanje, zvenenje, trenoten pok, ali trajen zvok itd.)?

12. Ali se je pojavil posebni zvok pred stresljajem ali za njim? Kako dolgo je trajal pred stresljaji, med in za njimi?

Poročila iz raznih krajev pripisujejo včasih nemu in istemu potresu razne zvoke, da se zdi celo neverjetno. Brez dvojbe sta temu kriva sodelujoča domišljija in strah, združen z nervozno vznemirjenostjo. Tembolj je utemeljena želja, da bi bili podatki o potresnem zvoku točni in objektivni. Najvažnejše je, da se razločuje zvok zatresenih poslopij, pohištva in drugih predmetov od istinitega „izpodzemeljskega“ zvoka. Poročevalec naj pristavi, ali je izpodzemeljski zvok prihajal pred potresom, ali ga spremljal, ali mu sledil.

13. Kakove učinke je naredil potres na premakljivih stvareh, in na poslopih, in sicer: ali so zazvenela okna in steklena posoda, zanihale viseče svetilke, zahreščala vrata, ali se je zatreslo pohištvo, ali so se zamajale stenske podobe (le na rahlo, ali ropotaje), ali je zaškripalo zidovje in tramovje, ali so se naklonila drevesa, zašumeli gozdi, ali so se prevrnile premakljive stvari, ali je udarilo ob zvon v stolpu, ali so odpadli kosi ometa na zidovih, ali so prepočili zidovi, ali je vrglo kaj strešne opeke s streh? Ali je potres poškodoval poslopja in

kako? Kak učinek je naredil potres na ljudi med tresenjem in kasneje?

Poročevalec naj točno in vsestransko navede učinke potresa, bodisi da so malenkostni, bodisi da so veliki. Vprašanje 12. navaja le za vzgled nekaj učinkov, da na nje opozori, poročevalec pa utegne opaziti še marsiktero podrobnost in jo navesti v svojem poročilu. Dandanes, ko se mnogo fotografuje, utegne priti poročevalec v položaj, da priloži fotografsko podobo, ki predočuje ta ali oni potresni učinek. Taka podoba, če tudi sicer ni posebno uspela, vendar je dobrodošla.

14. Ali so se opazovali še drugi posebni pojavi? (vedenje živalij, pojavi na studencih in toplicah, na jezerih itd.).

15. Ali so se pojavili poprej ali kasneje slabejši potresi? Kateri dan in katero uro in minuto?

16. Ali se je še kaj posebnega zvedelo iz krajev v okolici?

Na to vprašanje se poroča, ali je bilo na živalih videti posebno vedenje pred in med potresom; ali se je skalila voda v studencih, ali so kateri studenci usahnili, ali novi nastali; ali se je kaj posebnega opazilo na bližnjem jezeru, ali na reki, ali na morju (valovanje, znižanje ali zvišanje vodnega površja itd.). Tudi tu bode poročevalec natančno ločil to, kar je sam opazoval od tega, kar se le govori.

Poročilo naj se napiše na polo ali na dopisnico koj po potresu, kajti sicer izpadejo podrobnosti lahko iz spomina, in to, kar je poročevalec sam opazil, utegne pokaziti govorica drugih. Prosi se najuludnejše, da bodi poročilo razločno napisano.

H koncu pripominjamo, da je dobrodošlo tudi nepopolno poročilo, to je tako, ki ne odgovarja na vsa vprašanja pole ali dopisnice veskozi. Ako poročevalec zve, da so v okolici njegovega bivališča začutili potres, prosimo, da nam to sporoči, če tudi on sam in pa stanovniki njegovega bivališča niso ničesar čutili.

Na Dunaju, maja 1904.

C. kr. osrednji zavod za meteorologijo in geodinamiko.

C. kr. dvorni svetnik in ravnatelj:

J. M. Pernter l. r.

Priloga C: Vprašalnik iz obdobja po I. svetovni vojni Appendix C: Questionnaire after the First World War




Navodilo za opazovanje potresov.

P. n! Prosim najuljudneje, da izvolite sporočiti, ali in kako se je v Vašem bivališču pojavil zemeljski potres. V ta namen izvolite kolikor mogoče kmalu to navodilo za opazovanje potresov izpolniti in ga oddati na pošto. Ako potresa Vi sami niste začutili, a čujete da so ga drugi ljudje v Vašem bivališču začutili, izvolite unesti njihove podatke v to navodilo, pa naj bo potres še tako lahek. To navodilo izpolnite in pošljete samo tedaj, ako se v Vašem okraju začuti potres. Za vsako vporabljeno navodilo dobite z obratno pošto drugo kot rezervno.

Uprava Drž. Centr. Seizmološkega Zavoda.

V P R A Š A N J E:	O D G V O R:
Ime kraja (vas, trg, mesto)	
1. Policijski okraj (srez)?	
2. Kateri dan v tednu se je pojavil potres? (nedelja, ponedeljak.....) Datum (dan, mesec in leto)?	
3. Ob kateri uri in koliko minut je bil najmočnejši potres? Kakšen čas se je vporabljal? (kolodvorski, krajevni, srednje-evropski).	
4. Ali je bil najmočnejši potres dopoldne ali popoldne, pred polnočjo ali po polnoči?	
5. Kje je bil in kaj je delal opazovalec začasa potresa (v hiši, na prostem i dr.).	
6. So čutili potres le pojedini, ali mnogi, ali vsi ljudje? V hiši ali na prostem? Bi bil zbuditi ljudi iz spanja? Ako je bil potres ponoči, ali je probudili pojedine, mnoge, vse? Ali so ga čutili samo bdeči?	
7. Se je prebivalstvo vstrašilo potresa in v koliki meri? (Ali so napravili luč (ponoči), pobežali iz hiš?).	
8. Koliko sekund je približno trajal potres?	
9. Kakšen je bil potres? Od spodaj ali od strani, gibajoč ali tresoč ali hitro trepetanje? Ali najprej brzi, slabotni zazibi in potem počasnejši pa močnejši? Ali je bil že prvi zazib (sunek udarec, val) najmočnejši? Od katere strani se je pojavil?	
10. Kako se je pojavil potres? Minljivi učinki: Ali so zazvenela okna in steklena posoda, zahnale visete svetilke, zaturečala vrata, se zatreslo pohištvo, se zamažile stenske podobe, zakrčipalo zidovje in tramovje, se ustavile ure nihalke? Se zamajala drevesa, zašumeli gozdovi? Zazvonil zvon v cerkvenem stolpu? Ali ni bilo nobenega teh učinkov? Trajni učinki: Ali je padel belež, ali celo omet od zidov, so se prevrtni predmeti na omara? So prepočili zidovi in oboki, poškodovane peči, padla opeka s streh (že poprej odlomljeni kosci ali vdeta cela opeka), se zruli kak dimnik (v trupu ali samo strešica), prepočila zemlja, so poškodovane hiše in kako?	
11. Se je čulo podzemeljsko bobnenje? Ali je bilo podobno drdranju voza po kameniti cesti, ali kakor da bi vozil vlak čez most, gromu (blizkemu, oddaljenemu), samsenju vetra, padajočemu dežju, razseju zida, padajočemu tremovju, puku, strelu, grmenju oddaljenih topov, eksploziji, ali kakor da bi se valilo skalovje z gor it. d.	
12. Se je čul isti dan še kak slabejši potres? Pred ali po najmočnejšem? Koliko jih je bilo po številu?	
13. Ob kateri uri in minuti se je pojavil vsaki slabejši potres in koliko sekund je vsak približno trajal?	
14. Kaj je še pripomniti k glavnem in slabejšim potresom?	
15. Ali vam je znano, če so se pojavili glavni in slabejši potresi tudi v okolici in v katerih krajih?	
16. Celotno ime (krstno in rodbinsko) opazovalca ter njegov poklic.	

<p>Ni treba zalepiti!</p>	<p>IZVEŠTJE  O POTRESU</p> <p>Državnomu Centralnomu Seizmološkemu zavodu</p> <p>SLUŽBENO (Poštomine prosto)</p> <p>Beograd Tašmajdan</p>	<p>Ni treba zalepiti!</p>
<p>Kraj</p> <p>Pol. okraj (Srez)</p> <p>Oblast</p>		

Priloga D: Prenovljeni spletni vprašalnik Appendix D: The new online questionnaire

Poročilo o učinkih potresa "Ali ste čutili potres"?

Za izpolnjevanje vprašalnika boste potrebovali do 10 minut časa. Podatke bomo uporabili za ocenjevanje učinkov potresov po naseljih in za izboljšanje predpisov o potresno odporni gradnji. Vsi vaši osebni podatki bodo varovani v skladu z Zakonom o varstvu osebnih podatkov (ZVOP-1).

Izbira datuma potresa

Datum potresa: izbira iz koledarčka

Izbira časa potresa (izberite točno uro ali približen čas)

Ura in minuta potresa: izbira v predpisanem formatu

Približen čas potresa (izpolnite v primeru, da ne poznate ure in minute potresa): izbira iz menija (tega dne nisem zaznal(a) potresa, zjutraj, dopoldne, popoldne, zvečer, ponoči)

Ali ste čutili potres

Ste vi ali drugi v vaši okolici zaznali potres? da / ne

Ali je potres v vaši okolici povzročil poškodbe? da / ne

Lokacija, kjer ste se tisti trenutek nahajali

Naslov: napišemo oz. izberemo naslov <ulica, naselje> (npr.: Dunajska cesta, Ljubljana)

Četrtna skupnost v Ljubljani: izbira iz menija

Drugo - izven naselij - opišite: polje za vpis

Učinki na osebo, ki je zaznala potres in na neposredno okolico

Kako bi ocenili tresenje tal?

- nisem čutil
- komaj zaznal
- šibko
- zmerno
- močno

Kje ste bili med potresom?

- v stanovanju, pisarni ali drugem mirnem okolju
- pri fizičnem delu, v industrijski zgradbi, v hrupnem okolju
- izven stavb
- drugje - opišite

Če ste bili v zgradbi, v katerem nadstropju?

- klet, pritličje
- prvo in drugo nadstropje
- od 3. do 5. nadstropja
- nad 5. nadstropjem

Tik pred potresom ste

- spali
- budni ležali ali sedeli ali mirno stali
- hodili ali opravljali lažja dela
- vozili ali se vozili
- kaj drugega – opišite

Vas je potres prebudil? da / ne

Vas je potres prestrašil? da / ne

Ali ste med potresom zbežali na prosto? da / ne

Ste imeli težave z ravnotežjem? da / ne

Podatki o poročevalcu (neobvezen podatek)

Ime in priimek:

Naslov:

E-pošta:

Ali ste že naš registrirani opazovalec? da / ne

Če ste, vpišite svojo evidenčno številko:

Ali želite postati naš registrirani opazovalec? da / ne

Če želite postati naš registrirani opazovalec, vas prosimo, da izpolnete zgornje podatke o poročevalcu. Kontaktirali vas bomo na vaš elektronski naslov.

Učinki na neposredno okolico

Ste slišali žvenket okenskih stekel?

- v bližini ni bilo okenskih stekel / ne vem
- ni bilo učinkov
- rahlo, komaj zaznavno
- srednje močno
- močno
- stekla so počila

Ste slišali žvenket kozarcev in posode?

- v bližini ni bilo kozarcev in posode / ne vem
- ni bilo učinkov
- rahlo, komaj zaznavno
- srednje močno
- močno

Ste slišali škripanje tal ali sten?

- v bližini ni bilo lesenih tal ali sten / ne vem
- ni bilo učinkov
- rahlo, komaj zaznavno
- srednje močno
- močno

Ste opazili nihanje luči:

- v bližini ni bilo visečih luči / ne vem
- ni bilo učinkov
- rahlo nihanje
- zmerno nihanje
- močno nihanje

Ste opazili nihanje vrat ali oken:

- v bližini ni bilo odprtih oken ali vrat / ne vem
- ni bilo učinkov
- rahlo nihanje
- zmerno nihanje
- močno nihanje
- zaprta vrata ali okna so se odprla

Ste opazili nihanje predmetov na steni:

- v bližini ni bilo visečih predmetov na steni / ne vem
- ni bilo učinkov
- rahlo nihanje
- zmerno nihanje
- močno nihanje

Katere učinke potresa na pohištvo ste opazili? (označite vse ustrezne odgovore)

- v bližini ni bilo pohištva / ne vem
- ni bilo učinkov
- zaškripalo je
- zatreslo se je
- nestabilno pohištvo se je prestavilo iz svoje lege
- nestabilno pohištvo se je prevrnilo
- stabilno pohištvo se je prestavilo iz svoje lege
- stabilno pohištvo se je prevrnilo

Katere učinke potresa na predmete ste opazili? (označite vse ustrezne odgovore)

- v bližini ni bilo predmetov / ne vem
- ni bilo učinkov
- manjši nestabilni predmeti so se prevrnili ali prestavili iz svoje lege
- tekočina v posodah je zapljuskala
- knjige in podobni predmeti so padali s polic
- kozarci / posoda se je razbila

Na kakšnih tleh stoji zgradba, v kateri ste zaznali potres ali kjer ste bili na prostem?

- ne vem
- mehka tla (močvirnat svet, nesprijet pesek ali prod, glina, ipd.)
- trša tla (zbit pesek ali prod, trda glina, ipd.)
- skalna tla (lapor, apnenec, dolomit, ipd.)

Iz česa je pretežno zgrajena zgradba, v kateri ste zaznali potres?

- neobdelan kamen (lomljen, nabran)
- obdelan kamen
- zidaki (opečni, betonski, plinobetonski)
- beton
- armiran beton
- les ali montažna gradnja

- jeklo
- drugo - opišite

Katere konstrukcijske elemente ima opisana zgradba? (označite vse ustrezne odgovore)

- ne vem
- lesene plošče / stropi
- armirano-betonske plošče / stropi
- armirano-betonske vezi
- stenasta armiranobetonska konstrukcija
- skeletna (okvirna) armiranobetonska konstrukcija

Kdaj je bila opisana zgradba sezidana?

- pred 1895
- 1896 – 1920
- 1921 – 1945
- 1946 – 1965
- 1966 – 1981
- 1982 – 2008
- po 2008

Število nadzemnih etaž zgradbe (vključno s pritličjem, brez kleti):

Kakšne so poškodbe opisane zgradbe (označite vse ustrezne odgovore)

- (0) ni bilo poškodb
- (1) razbita okna
- (1) lasaste razpoke v ometu / zidovih / predelnih stenah
- (1) odpadanje manjših kosov ometa iz sten / stropov
- (2) razpoke v ometu / zidovih / predelnih stenah
- (2) odpadanje večjih kosov ometa iz sten / stropov
- (2) odlomi in razpoke v dimnikih
- (3) porušitev dimnikov
- (3) odpadanje strešnikov
- (3) široke in globoke razpoke v zidovih/ stenah / stičiščih stebrov / gred
- (3) porušitev predelnih sten / zatrepov
- (4) obsežne porušitve zidov/ sten/ delna porušitev streh in stropov
- (5) porušitev zgradbe / pritličja zgradbe / trakta zgradbe
- (5) premik zgradbe iz temeljenja

Pretežna raba zgradbe:

- stanovanjska
- poslovna
- industrijska
- šola
- zdravstvena ustanova
- trgovina
- drugo – opišite

Učinki na širšo okolico

Poznam učinke potresa na ljudi in zgradbe v okolici:

- ne
- v soseški
- v ulici

- v vasi
- v kraju
- v četrtni skupnosti
- drugo - opišite

Koliko ljudi v vaši okolici je opazilo učinke potresa?

- ne vem
- nihče
- zelo redki (do 1 %)
- posamezni (do 10 %)
- mnogi (do 50 %)
- večina (več kot 50 %)

Koliko ljudi v vaši okolici je potres prebudil?

- potres se ni zgodil v času nočnega počitka / ne vem
- nikogar
- posamezni (do 10 %)
- mnogi (do 50 %)
- večina (več kot 50 %)

Koliko ljudi v vaši okolici je med potresom prestrašeno zbežalo na prosto?

- ne vem
- nikogar
- posamezni (do 10 %)
- mnogi (do 50 %)
- večina (več kot 50 %)

Ste opazili pojave na drevesih in grmih?

- v bližini ni dreves ali grmov / ne vem
- ni bilo učinkov
- veje so zanihale
- drevesa so zanihala
- veje so se odlomile
- drevesa so se podrla

Koliko zgradb v vaši okolici je poškodovanih?

- ne vem
- ni bilo poškodb
- posamezne (do 10 %)
- mnoge (do 50 %)
- večina (več kot 50 %)

Kakšne so pretežno zgradbe v vaši okolici, ki jih je potres poškodoval?

- samostojne družinske hiše
- vrste družinske hiše
- nizki stanovanjski bloki (manj kot 5 nadstropij)
- visoki stanovanjski bloki (5 nadstropij ali več)
- poslovno-industrijska zona

Opišite poškodbe zgradb v vaši okolici (označite vse ustrezne odgovore):

- (0) ni bilo poškodb
- (1) razbita okna
- (1) lasaste razpoke v ometu / zidovih / predelnih stenah

- (1) odpadanje manjših kosov ometa iz sten / stropov
- (2) razpoke v ometu / zidovih / predelnih stenah
- (2) odpadanje večjih kosov ometa iz sten / stropov
- (2) odlomi in razpoke v dimnikih
- (3) porušitev dimnikov
- (3) odpadanje strešnikov
- (3) široke in globoke razpoke v zidovih/ stenah / stičiščih stebrov / gred
- (3) porušitev predelnih sten / zatrepov
- (4) obsežne porušitve zidov/ sten/ delna porušitev streh in stropov
- (5) porušitev zgradbe / pritličja zgradbe / trakta zgradbe
- (5) premik zgradbe iz temeljenja

So nastale poškodbe na kamnitih ograjah in zidovih?

- v bližini ni kamnitih ograj ali zidov / ne vem
- ni bilo učinkov
- nastale so razpoke
- so prevrnjeni ali porušeni

So nastale poškodbe na spomenikih in nagrobnikih?

- v bližini ni spomenikov ali nagrobnikov / ne vem
- ni bilo učinkov
- so premaknjeni ali zasukani
- so prevrnjeni ali porušeni

So nastale poškodbe na cestah? (označite vse ustrezne odgovore)

- v bližini ni cest / ne vem
- ni bilo učinkov
- nastale so razpoke v asfaltu
- nastale so razpoke na makadamski cesti
- nastale so večje deformacije

Ste opazili valovanje tal na prostem?

- v bližini so vse površine umetne (npr. beton) / ne vem
- v bližini so mehka tla, a ni bilo učinkov
- nastali so valovi na mehkih tleh
- nastali so valovi na zelo mehkih tleh

Ste opazili nenavadno obnašanje domačih živali? (označite vse ustrezne odgovore)

- nimamo domačih živali / ne vem
- ni bilo učinkov
- živali v stanovanju so postale nemirne ali so se prestrašile
- živali v hlevu so postale nemirne ali so se prestrašile
- živali na prostem so postale nemirne ali so se prestrašile
- drugo - opišite

Drugi učinki in komentar

Označite še druge učinke potresa, ki ste jih zaznali (označite vse ustrezne odgovore)

- zemeljski plazovi, udori, podori, zdrsi,...
- spremembe na studencih in vodnjakih
- valovi na večjih vodnih površinah
- drugo - opišite

KOMENTAR Prosim opišite še druge pojave v zvezi s potresom, kot npr. večkratne sunke (podajte čas!) in zvočne pojave ter po potrebi dopolnite odgovore iz vprašalnika.

Zahvaljujemo se vam za sodelovanje.

Tamara Jesenko, Manfred Deterding

MOČNEJŠI POTRESI PO SVETU LETA 2012 WORLD'S LARGEST EARTHQUAKES IN 2012

Povzetek

Leta 2012 je bilo po svetu 62 potresov, ki so dosegli ali presegli navorno magnitudo (M_w) 6,5 oziroma so povzročili večjo gmotno škodo ali zahtevali človeška življenja. Dva potresa sta imela navorno magnitudo večjo od 8,0, trinajst pa jo je imelo med 7,0 in 7,9. Vsaj 17 potresov je zahtevalo človeška življenja, skupno vsaj 768 žrtev. Najmočnejši ($M_w = 8,6$) potres leta 2012 je nastal 11. aprila pod oceanskim dnem blizu zahodne obale severnega dela Sumatre. Največ žrtev je zahteval potres, ki se je zgodil 11. avgusta na severozahodu Irana. Magnituda potresa je bila 6,4. Zahteval je vsaj 306 življenj. Najgloblji potres z žariščem na globini 626 km in navorno magnitudo 7,7 se je zgodil 14. avgusta pod oceanskim dnem na območju Ohotskega morja. Najmočnejši potres v Evropi se je zgodil 20. maja v italijanski provinci Emilija - Romanja. Navorna magnituda potresa je bila 6,0. Devet dni pozneje, 29. maja, se je na istem nadžariščnem območju zgodil še en močen potres z navorno magnitudo 5,8. Potresa sta skupaj zahtevala 24 življenj, oba so čutili tudi v Sloveniji.

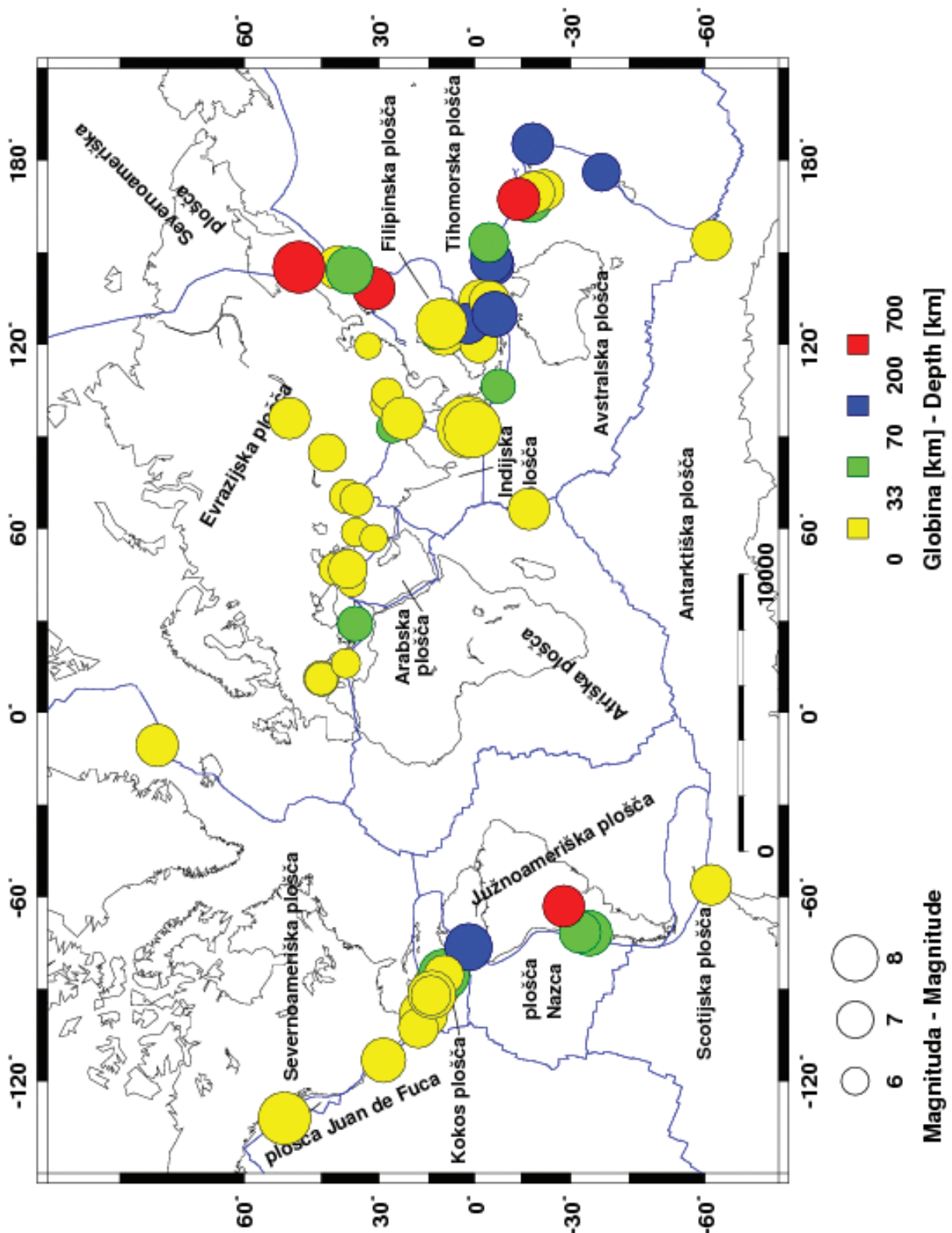
Abstract

There were 62 earthquakes in the world in year 2012 that either reached or exceeded a moment magnitude (M_w) of 6.5, caused major damage to buildings and other structures, or claimed human lives. Two earthquakes had moment magnitude greater than 8.0 and 13 in-between 7.0 and 7.9. There were 17 earthquakes that claimed human lives; in total there were at least 768 victims. The most devastating earthquake in 2012 happened on 11 August in Northwestern Iran where 306 people were killed. The 11 April earthquake offshore the west coast of Northern Sumatra ranked first in terms of released energy, with a moment magnitude of 8.6. The deepest earthquake happened on 14 August in the Sea of Okhotsk with a hypocentre 626 km below the surface and the moment magnitude of 7.7. The strongest earthquake in Europe with moment magnitude 6.0 happened on 20 May in Northern Italy. Nine days later, on 29 May, another strong earthquake hit the same area ($M_w = 5.8$). In both earthquakes 24 people were killed. These two earthquakes were felt also in Slovenia.

Potresi in tektonika plošč

Zemljina trdna lupina, debela povprečno približno 100 kilometrov pod celinami in 50 kilometrov pod oceani, se imenuje litosfera in je sestavljena iz več tektonskih plošč (slika 1). Najpomembnejše plošče so Tihomorska, Severnoameriška, Južnoameriška, Evrazijska, Afriška, Avstralska in Antarktična. Za svetovno potresno dejavnost so pomembne tudi številne manjše plošče. Tektonske plošče se zaradi konvekcijskih tokov v astenosferi, viskozni plasti pod litosfero, nenehno počasi premikajo. Med seboj se lahko razmikajo (razmične ali divergentne meje), primikajo (primične ali konvergentne meje) ali drsijo druga ob drugi (zmične ali transformne meje plošč). Razmikanje tektonskih plošč je lahko oceansko (vdiranje magme iz astenosfere skozi razpoko med ploščama, pri čemer se iztisnjena magma strjuje v novo oceansko skorjo in nastanejo oceanski grebeni) ali celinsko (tektonsko ugrezanje ob nastajanju razsežnega tektonskega jarka ali razpoke v celinski plošči, ki končno postane meja plošč). Pri primikanju plošč se podriva oceanska plošča pod drugo oceansko ali celinsko ploščo, lahko pa trčita celinski plošči, kar povzroči dviganje skorje in nastanek gorovij. Prelom, ob katerem plošči drsita druga ob drugi, imenujemo transformni prelom (Lapajne, 2008).

Posledice gibanja celinskih in oceanskih plošč oziroma tektonike litosferskih plošč so burni geološki pojavi, kot so vulkani in potresi, ki nastajajo predvsem na stikih in v bližini stikov plošč. Slika 1 kaže povezanost tektonike plošč s potresno dejavnostjo, saj je večina močnejših potresov nastala na stikih tektonskih plošč. Narisani so le tisti, ki so leta 2012 dosegli ali presegli navorno magnitudo 6,5, in šibkejši, ki so povzročili večjo gmotno škodo ali zahtevali človeška življenja. Če bi narisali nadžarišča oziroma epicentre vseh potresov, bi še boljše videli, da potresi nastajajo predvsem na stikih med posameznimi ploščami. Prav porazdelitev potresov je razkrila potek mej ali stikov med ploščami.



Slika 1: Porazdelitev najmočnejših potresov leta 2012 na Zemlji. Velikost krogov kaže potresno magnitudo, barva pa žariščno globino. Označene so tudi glavne tektonske plošče.

Figure 1: Distribution of the strongest earthquakes in 2012. The size of the circle indicates the magnitude and the colour designates the focal depth. Main tectonic plates are also shown.

Pregled najmočnejših potresov

V Preglednici 1 so podatki o najmočnejših potresih leta 2012 (NEIC, 2012a; NEIC, 2012b; ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, 2012). Našteti so le tisti, ki so dosegli ali presegli navorno magnitudo 6,5, in tisti, ki so povzročili večjo materialno škodo ali zahtevali človeška življenja. Vrednosti za m_b in M_s so srednje vrednosti, določene iz podatkov potresnih opazovalnic, ki so potres zapisale. Prostorskovalovna magnituda m_b (angl. body wave magnitude) je določena na podlagi največjega odklona na zapisu navpične komponente telesnega valovanja v prvih 20 sekundah po prihodu vzdolžnega telesnega valovanja. Površinskovalovna magnituda M_s (angl. surface wave magnitude) je določena na podlagi navpične komponente dolgoperiodnega površinskega valovanja. To se razvije pri potresih, katerih žarišče ni bilo globlje od približno 50 kilometrov. Magnitudi m_b in M_s imata zaradi zasičenosti pri zelo velikih potresih omejeno uporabo. M_w je navorna magnituda, ki velja tudi za najmočnejše potrese, in je določena s potresnim navorom (v nadaljevanju so vse navedene magnitude navorne magnitude). Globina potresov je izražena v kilometrih. V stolpcu število žrtev je navedeno skupno število žrtev in pogrešanih za posamezni potres. Preglednica se konča z imenom širšega nadžariščnega območja potresa. Svet je namreč za statistične potrebe seizmologije razdeljen na 729 Flinn-Engdahlovih geometrijskih območij (ISC, 2013).

Leta 2012 je bilo 62 potresov, ki so dosegli ali presegli navorno magnitudo 6,5 oziroma so povzročili večjo materialno škodo ali zahtevali človeška življenja. Dva potresa sta imela navorno magnitudo večjo od 8,0, trinajst pa jih je bilo z magnitudo med 7,0 in 7,9. Po statistiki, ki temelji na opazovanjih od leta 1900 naprej, se povprečno vsako leto zgodi en potres z magnitudo enako ali večjo kot 8,0 in 15 takih, ki imajo magnitudo med 7,0 in 7,9 (NEIC, 2013a). Skupno so potresi leta 2012 zahtevali več kot 768 življenj.

Preglednica 1: Seznam potresov leta 2012, katerih navorna magnituda M_w je bila enaka ali večja od 6,5. Dodani so potresi, katerih magnituda je bila sicer manjša, vendar so povzročili večjo gmotno škodo, ranjene ali smrtne žrtve.
Table 1: List of the earthquakes in 2012 with moment magnitudes M_w equal or greater than 6.5. Earthquakes with magnitudes below 6.5, which caused significant material damage, injuries or victims, are also included.

datum	čas (UTC)	koordinati		magnituda			globina	število žrtev	območje
	ura:min	širina	dolžina	m_b	M_s	M_w	km		
date	time (UTC)	coordinates		magnitude			depth	number of victims	area
	hh:min	lat	lon	m_b	M_s	M_w	km		
1. 1.	5:27	31,44 N	138,11 E	6,2		6,8	361		otočje Izu, Japonska
10. 1.	18:36	2,45 N	93,21 E	6,6	7,0	7,2	21		ob zahodni obali severneg dela Sumatre
15. 1.	13:40	60,95 S	56,11 W	6,5	6,4	6,6	8		Južni Shetlandski otoki
19. 1.	12:35	36,29 N	58,84 E	5,6		5,1	8		severovzhodni Iran
27. 1.	14:53	44,48 N	10,03 E			5,0	60		severna Italija
2. 2.	13:34	17,83 S	167,11 E		6,8	7,1	55		Vanuatu
6. 2.	3:49	9,99 N	123,21 E	6,3	6,6	6,7	11	113	Negros in Cebu, Filipini
26. 2.	6:17	51,72 N	95,98 E	6,4	6,6	6,7	12		jugozahodna Sibirija, Rusija
27. 2.	18:48	31,43 N	56,78 E	5,2			10		osrednji Iran
3. 3.	12:19	22,15 S	170,34 E	6,5	6,4	6,6	14		jugovzhodno od otočja Loyalty
5. 3.	23:06	12,35 N	123,70 E	5,2	5,1	5,6	37		Masbate, Filipini

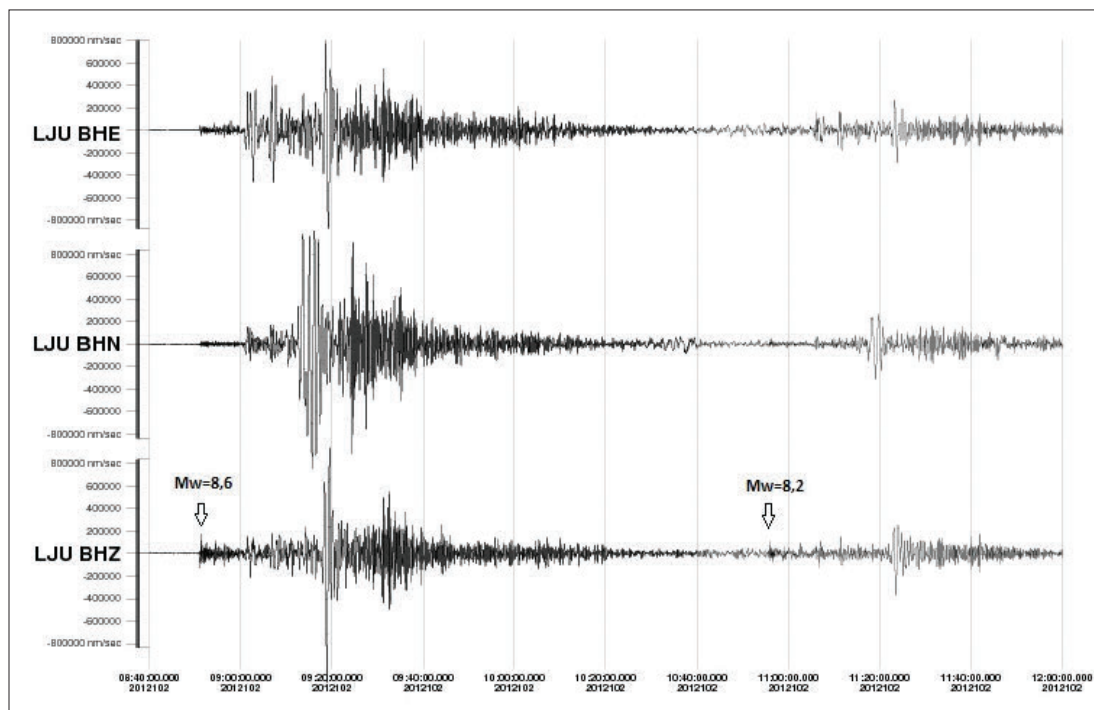
datum	čas (UTC)	koordinati		magnituda			globina	število žrtev	območje
	ura:min	širina	dolžina	m_b	M_s	M_w	km		
date	time (UTC)	coordinates		magnitude			depth	number of victims	area
	hh:min	lat	lon	m_b	M_s	M_w	km		
9. 3.	7:09	19,13 S	169,61 E	6,1	6,7	6,7	16		Vanuatu
14. 3.	9:08	40,89 N	144,94 E	6,7	6,9	6,9	12		pod morjem ob vzhodni obali Honšuja, Japonska
16. 3.	7:58	10,04 N	125,63 E	5,8	5,3	5,8	18		Leyte, Filipini
20. 3.	18:02	16,52 N	98,24 W	6,6		7,4	20	2	Oaxaca, Mehika
21. 3.	22:15	6,24 S	145,96 E	6,3		6,6	118		Nova Gvineja, Papua Nova Gvineja
25. 3.	22:37	35,18 S	71,79 W			7,1	35	1	Maule, Čile
11. 4.	8:38	2,29 N	93,08 E	7,4	8,5	8,6	20	10	pod morjem ob zahodni obali severnega dela Sumatre
11. 4.	10:43	0,80 N	92,46 E	7,2		8,2	25		pod morjem ob zahodni obali severnega dela Sumatre
11. 4.	22:55	18,22 N	102,68 W	5,8		6,5	20		Michoacan, Mehika
12. 4.	7:15	28,62 N	113,12 W			7,0	13		Kalifornijski zaliv, Mehika
17. 4.	3:50	32,70 S	71,48 W			6,7	37	2	pod morjem ob obali Valparaisa, Čile
17. 4.	7:13	5,46 S	147,12 E	6,5		6,8	198		vzhodni del Nove Gvineje, Papua Nova Gvineja
21. 4.	1:16	1,60 S	134,28 E	6,3	6,6	6,7	16		pod morjem blizu severne obale Papue, Indonezija
28. 4.	10:08	18,68 S	174,71 W	6,4		6,7	132		Tonga
7. 5.	4:40	41,55 N	46,79 E			5,6	11		Azerbajdžan
11. 5.	12:41	26,18 N	92,89 E	5,2		5,4	43		Asam, Indija
12. 5.	23:28	38,63 N	70,38 E	6,0	5,7	5,9	10	1	Tadžikistan
20. 5.	2:03	44,90 N	11,23 E			6,0	8	7	severna Italija
28. 5.	5:07	28,06 S	63,08 W			6,7	588		Santiago del Estero, Argentina
29. 5.	7:00	44,83 N	11,10 E	5,9		5,8	9	17	severna Italija
4. 6.	11:18	7,69 S	106,37 E	5,9	5,2	5,9	50		Java, Indonezija
10. 6.	12:44	36,42 N	28,88 E	5,8	5,9	6,0	35		Dodekaneški otoki, Grčija
11. 6.	5:29	36,02 N	69,35 E	5,6	5,6	5,7	16	75	Hindukuš, Afganistan
14. 6.	5:52	37,29 N	42,33 E	5,3			5		meja Turčija-Sirija-Irak
24. 6.	7:59	27,77 N	100,78 E	5,5	5,3	5,5	10	4	meja Sečuan-Junan, Kitajska
29. 6.	21:07	43,43 N	84,70 E	6,2		6,3	18		severni Xinjiang, Kitajska
20. 7.	12:11	32,97 N	119,60 E	4,9			10	1	Jiangsu, Kitajska
26. 7.	5:33	17,61 S	66,37 E	5,8	6,3	6,7	10		Mauritius-Reunion
28. 7.	20:03	4,66 S	153,16 E			6,5	41		New Ireland, Papua Nova Gvineja
11. 8.	12:23	38,36 N	46,81 E	6,2	6,7	6,4	10	306	severozahodni Iran
14. 8.	2:59	49,78 N	145,13 E			7,7	626		Ohotsko morje
18. 8.	9:41	1,31 S	120,10 E	5,8	6,1	6,3	10	6	Sulavezi, Indonezija
26. 8.	15:05	2,20 N	126,84 E	6,3		6,6	92		Moluško morje

datum	čas (UTC)	koordinati		magnituda			globina	število žrtev	območje
	ura:min	širina	dolžina	m_b	M_s	M_w	km		
date	time (UTC)	coordinates		magnitude			depth	number of victims	area
	hh:min	lat	lon	m_b	M_s	M_w	km		
27. 8.	4:37	12,09 N	88,59 W	6,0	6,9	7,3	28		pod morjem blizu obale Salvadorja
30. 8.	13:43	71,44 N	10,58 W			6,8	14		otok Jan Mayen
31. 8.	12:47	10,82 N	126,63 E	7,2	7,6	7,6	28	1	Filipini
5. 9.	14:42	10,10 N	85,31 W	6,8	7,7	7,6	35	2	Kostarika
7. 9.	3:19	27,58 N	103,99 E	5,6	5,4	5,5	10	81	območje Sečuan–Juna–Guizhou, Kitajska
30. 9.	16:31	1,93 N	76,36 W	7,0		7,3	170		Kolumbija
9. 10.	12:32	61,03 S	153,96 E			6,6	10		otočje Balleny
12. 10.	0:31	4,89 S	134,03 E	6,3		6,6	13		pod morjem blizu južne obale Papue, Indonezija
24. 10.	0:45	10,08 N	85,39 W	6,0	6,2	6,5	17		Kostarika
25. 10.	23:05	38,88 N	16,01 E	5,2		5,3	6		južna Italija
28. 10.	3:04	52,78 N	132,10 W			7,8	20		otočje Queen Charlotte
7. 11.	16:35	13,98 N	91,88 W	6,6	7,4	7,4	24	139	pod morjem blizu obale Gvatemale
11. 11.	1:12	23,01 N	95,88 E			6,8	14		Mjanmar
11. 11.	22:15	14,16 N	92,17 W			6,5	27		pod morjem blizu obale Gvatemale
7. 12.	8:18	37,89 N	144,09 E			7,3	36		pod morjem ob vzhodni obali Honšuja, Japonska
7. 12.	18:19	38,32 S	176,09 E			6,3	167		Severni otok, Nova Zelandija
10. 12.	16:53	6,54 S	129,82 E			7,1	159		Bandsko morje
21. 12.	22:28	14,38 S	167,26 E			6,8	208		Vanuatu

Najmočnejši ($M_w = 8,6$) potres v letu 2012 je nastal 11. aprila ob 8.38 po svetovnem času (ob 14.38 po lokalnem času) pod oceanskim dnom blizu zahodne obale severnega dela Sumatre. Točka, v kateri se je sevanje energije potresnega valovanja začelo, imenovana tudi žarišče potresa, je bila 20 kilometrov globoko 382 kilometrov jugozahodno od mesta Meulaboh v indonezijski provinci Aceh. Zaradi potresa je življenje izgubilo 10 oseb, 8 izmed njih zaradi srčnega zastoja. Čutili so ga po vsej Sumatri in Javi, pa tudi v Bangladešu, Butanu, Bruneju, Mjanmaru, Indiji, Maleziji, Singapurju, Vietnamu, na Laosu, Šrilanki in Tajske. Potres je nastal zaradi zmičnega znotraj Indijske plošče (CSEM, 2012a). Po moči je to 13 najmočnejši potres na svetu po letu 1900, ko so začeli po svetu s seizmografii sistematično opazovati potresno dejavnost. Je nenavadno močen za znotrajploščni (angl. intraplate) potres in najmočnejši do zdaj instrumentalno zabeležen potres na zmičnem prelomu (2012 Indian ocean earthquakes, 2013). Žarišče potresa je bilo 300 km jugozahodno od žarišča izjemno močnega potresa decembra 2004 (CSEM, 2012a). Ta je nastal na stiku med Indijsko in Burmansko ploščo (medploščni potres, angl. interplate), v območju, kjer se Indijska plošča podriva pod Burmansko, z žariščem na 30 kilometrih globine, nenaden dvig oceanskega dna pa je takrat povzročil uničujoč cunami. Ob vodoravnem premiku (zmični ali transformni prelom), kot se je zgodil ob potresu leta 2012, je na srečo verjetnost za nastanek večjega cunamija manjša kot pri potresih v območjih podrivanja.

Potresni valovi so do potresne opazovalnice na Golovcu v Ljubljani (LJU), ene izmed opazovalnic državne mreže potresnih opazovalnic RS (Sinčič in drugi, 2013), potovali približno 12 mi-

nut. Seizmografi so jih zaznali ob 8.50 po UTC. Oddaljenost opazovalnice LJU od izvora potresa je približno 80 stopinj oziroma okoli 8880 kilometrov ($1^\circ \approx 111$ km). Malo več kot dve uri pozneje mu je sledil še en zelo močen potres z magnitudo 8,2. Tudi ta je nastal na zmičnem prelomu. Na sliki 2 je prikazan tri ure in dvajset minut dolg trikomponentni zapis potresov na potresni opazovalnici LJU z označenima prihodoma P-valov.



Slika 2: Trikomponentni zapis potresov 11. aprila 2012 pod morskim dnom blizu obale Severne Sumatre na potresni opazovalnici LJU državne mreže potresnih opazovalnic. Prikazan je tri ure in 20 minut dolg zapis.

Figure 2: Three-component seismogram of earthquakes on 11 April 2012 offshore the west coast of Northern Sumatra, as recorded on LJU station. The figure shows three hour and 20 minutes long record.

Največ žrtev v letu 2012 je zahteval potres, ki se je zgodil 11. avgusta ob 12.23 po svetovnem času (ob 15.53 po lokalnem času) na severozahodu Irana. Magnituda potresa je bila 6,4. Nadzarišče potresa je bilo 23 km zahodno od mesta Ahar z več kot 94 tisoč prebivalci in 58 km severovzhodno od Tabriza z več kot 1,4 milijona prebivalcev. Enajst minut pozneje je isto območje stresel še en močan potres z magnitudo 6,3. Zaradi majhnega časovnega intervala med njima je težko določiti, katere posledice (žrtve, ranjeni, poškodbe objektov, infrastrukture itn.) je povzročil prvi oz. drugi, zato so vse pripisane prvemu. Iran leži na območju trka celin (angl. continental collision) – Arabske in Evrazijske plošče. Potres je nastal na območju, kjer se Arabska plošča v smeri proti severu približuje Evrazijski s povprečno hitrostjo 26 mm na leto (NEIC, 2012c). Potres je povzročil veliko gmotno škodo (slika 3) in zahteval vsaj 306 življenj, več kot 2000 ljudi je bilo ranjenih. Številne vasi so bile popolnoma uničene. Potres so čutili tudi v Armeniji, Gruziji in Turčiji (NEIC, 2012a).

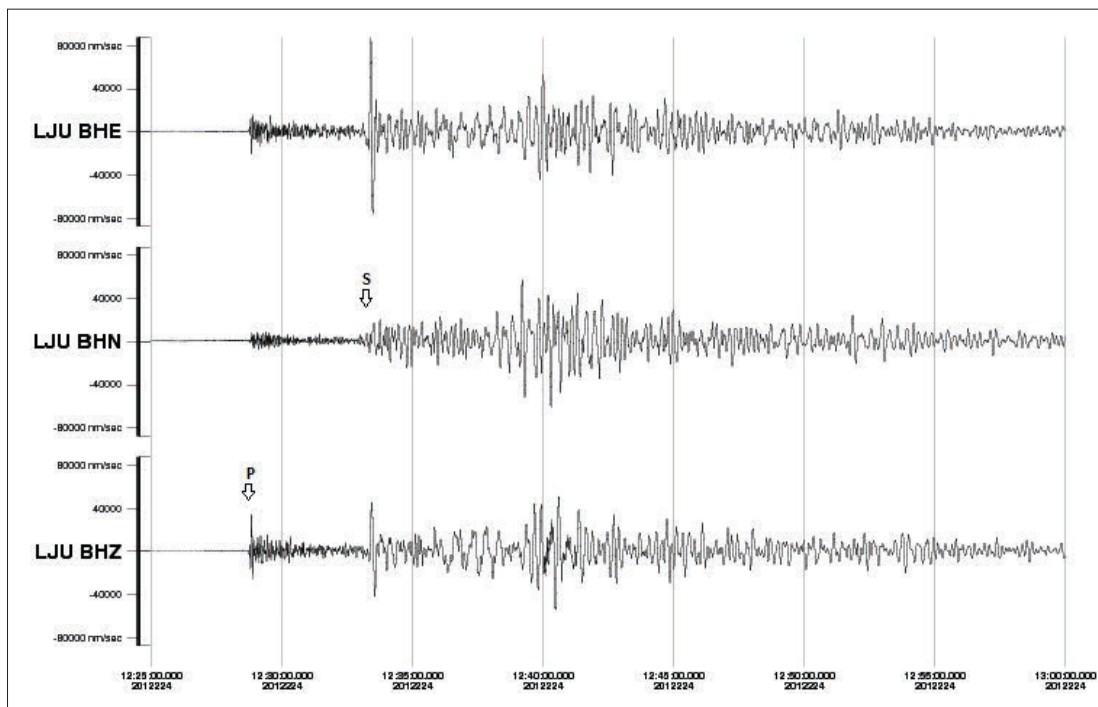
Potresni valovi so do potresne opazovalnice na Golovcu v Ljubljani (LJU) potovali nekaj več kot 5 minut. Seizmografi so jih zaznali ob 12.28 po UTC. Oddaljenost opazovalnice LJU od izvora potresa je približno 25 stopinj oziroma okoli 2775 kilometrov. Na sliki 4 je prikazan petintrideset minut dolg trikomponentni zapis potresov na potresni opazovalnici LJU z označenima prihodoma P-valov in S-valov.

Najgloblji potres z žariščem v globini 626 km se je zgodil 14. avgusta ob 2.59 po svetovnem času (ob 12.59 po lokalnem času) pod oceanskim dnom na območju Ohotskega morja. Nastal je v



*Slika 3: Veliko vasi je bilo v potresu 11. avgusta uničenih, vas Ishikhli blizu mesta Varzaqan, Iran.
(Vir: http://www.boston.com/bigpicture/2012/08/iran_earthquakes.html)*

*Figure 3: Many villages have been destroyed in 11. August earthquake; Ishikhli village near town of Varzaqan, Iran.
(Source: http://www.boston.com/bigpicture/2012/08/iran_earthquakes.html)*

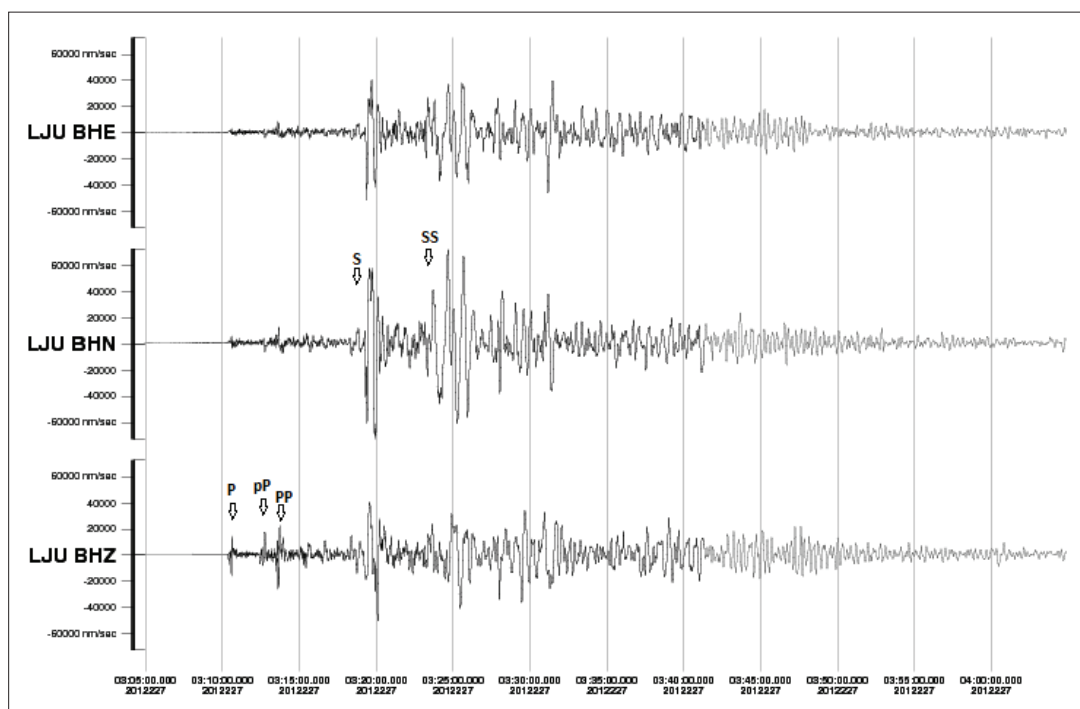


Slika 4: Trikomponentni zapis potresa 11. avgusta 2012 v Iranu na potresni opazovalnici LJU državne mreže potresnih opazovalnic. Prikazan je 35 minut dolg zapis.

Figure 4: Three-component seismogram of earthquakes on 11 August 2012 in Iran, as recorded on LJU station. The figure shows 35 minutes long record.

območju, kjer se Tihomorska plošča v smeri zahod-severozahod podriva pod Severnoameriško s povprečno hitrostjo 81 mm na leto. O globokih potresih govorimo, kadar so žarišča potresov več kot 300 kilometrov globoko. Tiste z žariščem na globini med 70 in 300 kilometri imenujemo srednje globoki potresi, plitvi potresi pa imajo svoje žarišče na globini do 70 kilometrov. Takšna delitev velja za svetovne razsežnosti. Globoki in srednje globoki potresi so navadno posledica deformacije znotraj plošče, ki tone, in ne deformacije na njenih robovih. Tihomorska plošča je na območju avgustovskega potresa potresno dejavna tudi do 650 kilometrov globoko (NEIC, 2012d). Z globino postaja njena struktura vedno kompleksnejša, prisotne so lahko tudi interakcije med ploščo in njenimi odlomljenimi deli. Globoki potresi v nasprotju s plitvimi navadno ne povzročijo veliko škode na površju Zemlje, se pa čutijo na zelo velikih razdaljah od njihovega nadžarišča.

Potresni valovi so do potresne opazovalnice na Golovcu v Ljubljani (LJU) potovali približno 11 minut, seizmografi so jih zaznali ob 3.10 po UTC. Oddaljenost opazovalnice LJU od izvora potresa je približno 75 stopinj (8327 kilometrov). Na sliki 5 je prikazan eno uro dolg trikomponentni zapis potresov na potresni opazovalnici LJU z označenimi prihodi P-valov in S-valov, valov, ki so se na poti do opazovalnice enkrat odbili od proste površine Zemlje (PP, SS) ter globinske faze pP (Deterding in Jesenko, 2005). Če primerjamo med seboj zapise potresov, prikazanih na slikah 2, 4 in 5, opazimo, da se med seboj razlikujejo, saj je zapis odvisen od oddaljenosti žarišča potresa od opazovalnice, od njegove globine in magnitude.



Slika 5: Trikomponentni zapis potresa 14. avgusta 2012 pod morskim dnom na območju Ohotskega morja na potresni opazovalnici LJU državne mreže potresnih opazovalnic. Prikazan je eno uro dolg zapis.

Figure 5: Three-component seismogram of earthquakes on 14 August 2012 beneath the Sea of Okhotsk, as recorded on LJU station. The figure shows one hour long record.

Najmočnejši potres v Evropi se je zgodil 20. maja tri minute čez drugo uro zjutraj po svetovnem času (4.03 po lokalnem času) v bližini Bologne (Emilija - Romanja). Magnituda potresa je bila 6,0. Potres je zahteval 7 življenj, povzročil je veliko škode na objektih (tudi številnih zgodovinskih, slika 6). Čutili so ga do Foggie in Neaplja na jugu Italije ter tudi v Monaku, delih Avstrije, Slovenije, Hrvaške, jugovzhodne Francije, južne Nemčije in Švice. Sledilo mu je veliko popotresnih sunkov. Zelo močen potres z magnitudo 5,8 je isto območje stresel 29. maja ob 7. uri po sve-

tovnem času (9.00 po lokalnem času). Potres je povzročil še dodatno škodo na objektih in zahteval še 17 življenj. Čutili so ga vse do Neaplja na jugu Italije pa tudi ponekod v zahodni Avstriji, na Hrvaškem, v jugovzhodni Franciji, kneževini Lihtenštajn, Sloveniji in Švici (NEIC, 2012a). Nekaj več o tem, kako so oba potresa čutili v Sloveniji, je opisano v članku Potresi v Sloveniji 2012 (Jesenko in drugi, 2013).



Slika 6: Poškodovana cerkev Sv. Pavla v Mirabellu, Ferrara, Italija.

(vir: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Chiesa_di_San_Paolo_-_Mirabello_-_Province_of_Ferrara_-_2012_Northern_Italy_earthquake_-__\(1\).jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Chiesa_di_San_Paolo_-_Mirabello_-_Province_of_Ferrara_-_2012_Northern_Italy_earthquake_-__(1).jpg))

Figure 6: The damaged church of Saint Paul in Mirabello, Ferrara, Italy.

(source: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Chiesa_di_San_Paolo_-_Mirabello_-_Province_of_Ferrara_-_2012_Northern_Italy_earthquake_-__\(1\).jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Chiesa_di_San_Paolo_-_Mirabello_-_Province_of_Ferrara_-_2012_Northern_Italy_earthquake_-__(1).jpg))

Literatura

2012 Indian ocean earthquakes. Wikipedia The Free Encyclopedia [online] (posodobljeno 28. 4. 2013). Dostopno na naslovu: http://en.wikipedia.org/wiki/2012_Indian_Ocean_earthquake (uporabljeno 6. 5. 2013).

ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, 2012. Preliminarni seizmološki bilten, 2012. Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana.

CSEM, 2012a. Mw 8.6 off W coast of Northern Sumatra on April 11th 2012 at 08:38UTC. Centre Sismologique Euro-Méditerranéen (posodobljeno 16. 4. 2012). <http://www.emsc-csem.org/Earthquake/208/Mw-8-6-OFF-COAST-OF-NORTH-SUMATRA-April-11th-2012-at-08-38-UTC> (uporabljeno 6. 5. 2013).

Deterding, M., Jesenko, T., 2005. Najmočnejši in najgloblja potresa v svetu v letu 2003, Potresi v letu 2003 (ur. R. Vidrih), Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, 123–132.

ISC, 2013. Flinn-Engdahl regions. International Seismological Centre. <http://www.isc.ac.uk/standards/FEregions/> (uporabljeno 6. 5. 2013).

- Jesenko, T., Šket Motnikar, B., Živčič, M., Čarman, M., Prosen, T., 2013. Potresi v Sloveniji 2012. Potresi v letu 2012 (ur. dr. A. Gosar), Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, X-Y.
- Lapajne, J., 2008. Nekateri tektonski, seizmotektonski in seizmološki termini – 1. del, Ujma 22, 316–323.
- NEIC, 2012a. Significant Earthquakes of the World 2012. US Department of the Interior. Geological Survey, National Earthquake Information Center (posodobljeno 19. 11. 2012). http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/significant/sig_2012.php (uporabljeno 6. 5. 2013).
- NEIC, 2012b. 2012 Significant Earthquakes and News Headlines Archive. US Department of the Interior. Geological Survey, National Earthquake Information Center. <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2012/> (uporabljeno 6. 5. 2013).
- NEIC, 2012c. Poster of the Ahar, Iran Earthquake of August 2012 – magnitude 6,4. US Department of the Interior. Geological Survey, National Earthquake Information Center. <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/poster/2012/20120811.php> (uporabljeno 6. 5. 2013).
- NEIC, 2012d. Magnitude 7.7 – Sea of Okhotsk August 14, 2012. US Department of the Interior. Geological Survey, National Earthquake Information Center. <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2012/usc000bz29/#summary> (uporabljeno 6. 5. 2013).
- NEIC, 2013a. Earthquake Facts and Statistics. US Department of the Interior. Geological Survey, National Earthquake Information Center (posodobljeno 27. 11. 2012). <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/year/eqstats.php> (uporabljeno 6. 5. 2013).
- Sinčič, P., Tasič, I., Živčič, M., Prosen, T., 2013. Potresne opazovalnice v Sloveniji v letu 2012. Potresi v letu 2012 (ur. dr. A. Gosar), Agencija RS za okolje Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, 7–14.