

NAJMOČNEJŠI POTRESI PO SVETU LETA 2013

World's Largest Earthquakes in 2013

Tamara Jesenko *UDK 614.84(100)"2013"

Povzetek	Abstract
<p>Leta 2013 je bilo po svetu 61 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, sedemnajst pa jih jo je imelo med 7,0 in 7,9. Vsaj 13 potresov je zahtevalo človeška življenja, skupno vsaj 1511 žrtev. Najmočnejši ($M_w = 8,3$) potres leta 2013 je nastal 24. maja pod oceanskim dnem na območju Ohotskega morja. Žarišče potresa je bilo na globini 609 km. Nekaj ur pozneje je isto nadžariščno območje stresel še en močen potres ($M_w = 6,7$). Z žariščem na globini 623 km je bil to najgloblji potres leta 2013. Največ žrtev je zahteval potres, ki se je zgodil 24. septembra na jugovzhodu Pakistana. Magnituda potresa je bila 7,7. Zahteval je vsaj 825 življenj. Najmočnejši potres v Evropi se je zgodil 12. oktobra pod morskim dnem v bližini Krete v Grčiji. Magnituda potresa je bila 6,6.</p>	<p>There were 61 earthquakes in the world in 2013 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 a moment magnitude greater than 8.0, and 17 between 7.0 and 7.9. There were 13 earthquakes that claimed human lives; in total, there were at least 1511 victims. The most devastating earthquake in 2013 happened on 24th September in southeastern Pakistan where 825 people were killed. The 24 May earthquake in the Sea of Okhotsk ranked first in terms of released energy, with a moment magnitude of 8.3. The deepest earthquake happened few hours later in the same epicentral area (the Sea of Okhotsk) with a hypocentre 623 km below the surface and a moment magnitude of 6.7. The strongest earthquake in Europe with a moment magnitude of 6.6 happened on 12th October near Crete, Greece.</p>

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). Največje 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 v Zemljinem plašču 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 na območju oceanov (vdiranje magme iz astenosfere skozi razpoko med ploščama, pri čemer se iztisnjena magma strjuje v novo oceansko skorjo in nastanejo oceanski grebeni) ali na celinah (tektonsko ugrezanje ob nastajanju razsežnega tektonskega jarka ali razpoke v celinski plošči, ki končno postane meja plošč). Pri primikanju plošč se oceanska plošča podriva pod drugo oceansko ali celinsko ploščo, lahko pa celinski plošči trčita, kar

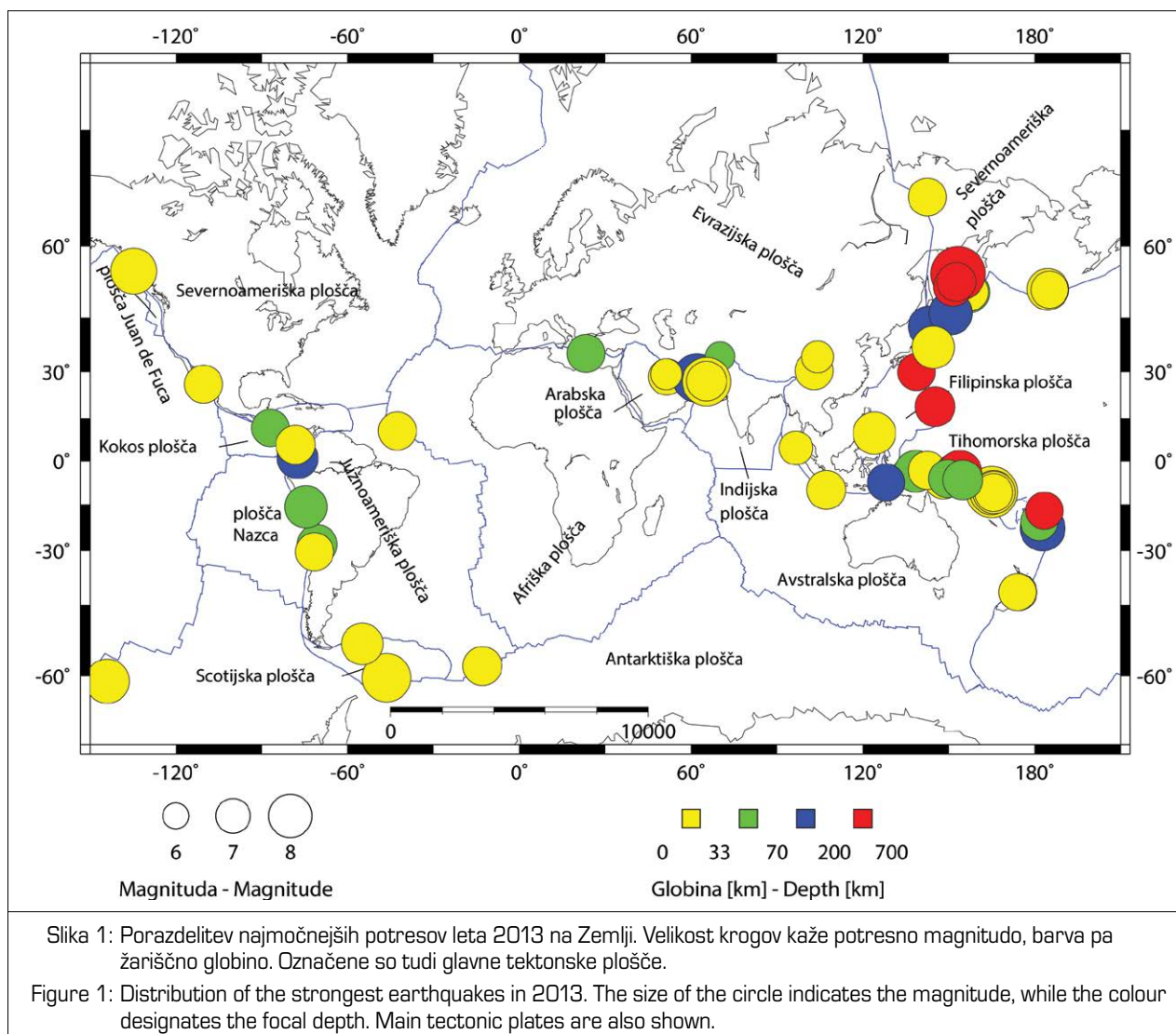
povzroči dviganje skorje in nastanek gorovij. Prelom, ob katerem plošči drsita druga ob drugi, imenujemo transformni prelom (Lapajne, 2013).

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 2013 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 bolj videli, da potresi nastajajo predvsem na stikih med posameznimi ploščami. Prav porazdelitev potresov je tudi razkrila potek mej ali stikov med ploščami in bila eden najpomembnejših podatkov pri oblikovanju teorije tektonike litosferskih plošč pred približno petdesetimi leti.

Pregled najmočnejših potresov

V preglednici 1 so podatki o najmočnejših potresih leta 2013 (NEIC, 2013a; NEIC, 2014a; ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, 2013). Našteti so le tisti, ki so

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



dosegli ali presegli navorno magnitudo 6,5, in tisti, ki so povzročili večjo materialno škodo ali zahtevali človeška življenja. M_w je oznaka za navorno magnitudo, ki velja tudi za najmočnejše potrese, in je določena s potresnim navorom. Globina potresov je izražena v kilometrih. V stolpcu Število žrtev je navedeno skupno število žrtev in pogrešanih za posamezen potres. Preglednica se konča z imenom širšega nadžariščnega območja potresa. Svet je namreč za statistične potrebe seizmologije razdeljen

na 729 Flinn-Engdahlovih geometrijskih območij (Flinn-Engdahl regions, 2014).

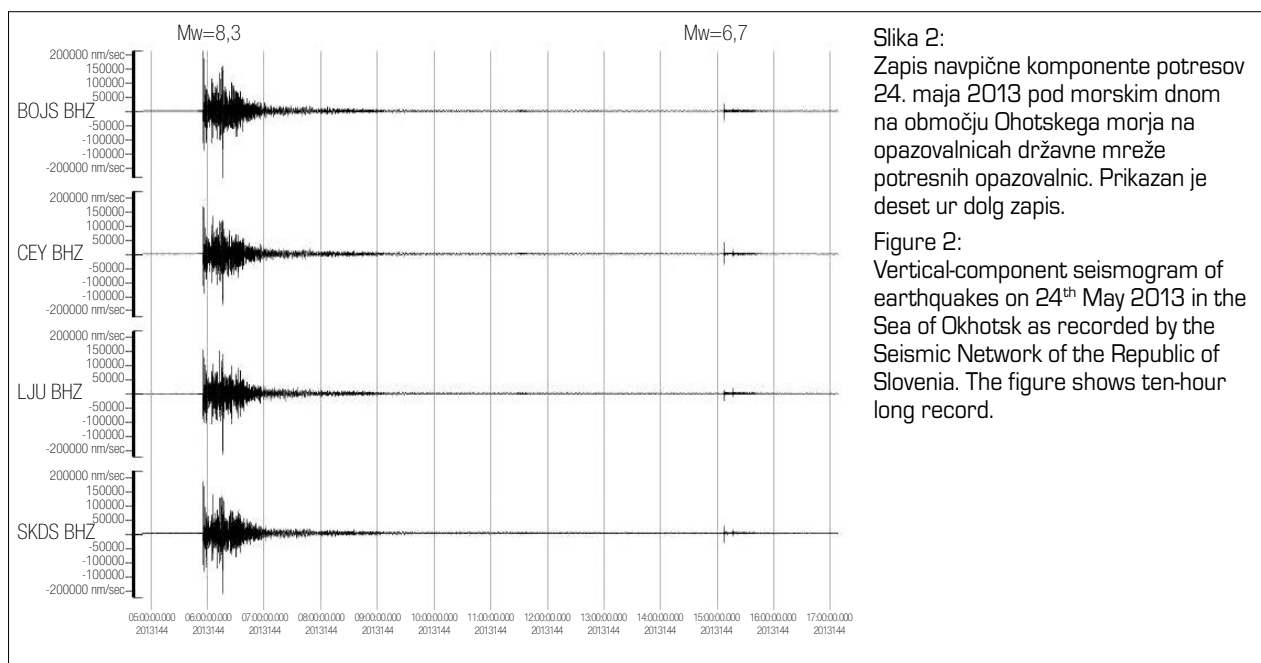
Leta 2013 je bilo 61 potresov, ki so dosegli ali presegli navorno magnitudo 6,5 oziroma so povzročili večjo materialno škodo ali zahtevali človeška življenja. Dva potresa sta imela navorno magnitudo večjo od 8,0, sedemnajst pa jih je bilo z magnitudo med 7,0 in 7,9. Po statističnih analizah, ki temeljijo na opazovanjih od leta 1900 naprej,

Datum	Čas (UTC)		Koordinati		Magnituda	Globina (km)	Število žrtev	Območje
	ura	min	širina	dolžina				
5. 1.	8.58		55,39 N	134,65 W	7,5	10		jugovzhodna Aljaska, ZDA
30. 1.	20.15		28,08 S	70,62 W	6,8	45		Atacama, Čile
2. 2.	14.17		42,76 N	143,10 E	6,9	107		Hokaido, Japonska
6. 2.	1.12		10,74 S	165,14 E	8,0	29	18	otočje Santa Cruz
6. 2.	1.23		11,25 S	164,93 E	7,1	10		otočje Santa Cruz
6. 2.	1.54		10,48 S	165,77 E	7,0	10		otočje Santa Cruz
7. 2.	18.59		11,00 S	165,66 E	6,7	10		otočje Santa Cruz
8. 2.	11.12		10,90 S	165,89 E	6,8	10		otočje Santa Cruz
8. 2.	15.26		10,91 S	165,96 E	7,1	27		otočje Santa Cruz
9. 2.	14.16		1,14 N	77,40 W	6,9	145		Kolumbija

Datum	Čas (UTC)	Koordinati		Magnituda	Globina	Število žrtev	Območje
9. 2.	21.02	10,96 S	165,79 E	6,6	16		otočje Santa Cruz
14. 2.	13.13	67,58 N	142,56 E	6,6	10		severovzhod Republike Saha, Rusija
28. 2.	14.05	50,93 N	157,34 E	6,9	41		Kurilsko otočje
1. 3.	13.20	50,95 N	157,48 E	6,5	29		Kurilsko otočje
10. 3.	22.51	6,65 S	148,16 E	6,5	29		Nova Britanija, Papua Nova Gvineja
6. 4.	4.42	3,53 S	138,47 E	7,0	66		Papua, Indonezija
9. 4.	11.52	28,48 N	51,58 E	6,4	10	37	jug Irana
14. 4.	1.32	6,48 S	154,58 E	6,6	31		Bougainville, Papua Nova Gvineja
16. 4.	10.44	28,11 N	62,05 E	7,7	82	35	meja Iran-Pakistan
16. 4.	22.55	3,22 S	142,54 E	6,6	13		pod morjem blizu obale Nove Gvineje, Papua Nova Gvineja
19. 4.	3.05	46,18 N	150,79 E	7,2	122		Kurilsko otočje
20. 4.	0.02	30,33 N	102,99 E	6,6	20	193	zahod Sečuana, Kitajska
23. 4.	23.14	3,78 S	152,19 E	6,5	10		New Ireland, Papua Nova Gvineja
24. 4.	9.25	34,53 N	70,22 E	5,5	64	18	vzhod Afganistana
14. 5.	0.32	18,82 N	145,26 E	6,8	602		Pagan, Severni Marianski otoki
23. 5.	17.19	23,03 S	177,11 W	7,4	171		Tonga
24. 5.	5.44	54,87 N	153,28 E	8,3	609		Ohotsko morje
24. 5.	14.56	52,22 N	151,52 E	6,7	623		Ohotsko morje
13. 6.	16.47	9,99 S	107,24 E	6,7	9		pod morjem, južno od Jave, Indonezija
15. 6.	17.34	11,73 N	86,98 W	6,5	36		pod morjem, blizu obale Nikaragve
24. 6.	22.04	10,70 N	42,59 W	6,6	10		severni del Srednjeatlantskega grebena
2. 7.	7.37	4,69 N	96,69 E	6,1	10	35	Aceh, Indonezija
7. 7.	18.35	3,92 S	153,92 E	7,3	386		New Ireland, Papua Nova Gvineja
7. 7.	20.30	6,02 S	149,72 E	6,6	62		New Britain, Papua Nova Gvineja
15. 7.	14.03	60,87 S	144,00 W	7,3	31		otok Bristol, Južni Sandwichevi otoki
21. 7.	5.09	41,71 S	174,44 E	6,5	14		Cookova ožina, Nova Zelandija
21. 7.	23.45	34,50 N	104,24 E	5,9	10	95	Gansu, Kitajska
13. 8.	15.43	5,78 N	78,20 W	6,6	12		pod morjem blizu obale Kolumbije
16. 8.	2.31	41,77 S	174,06 E	6,5	10		Cookova ožina, Nova Zelandija
30. 8.	16.25	51,61 N	175,36 W	7,0	33		otočje Andreanof, Aleuti
1. 9.	11.52	7,44 S	128,22 E	6,5	112		Kepulauan Barat Daya, Indonezija
4. 9.	0.18	29,96 N	138,77 E	6,5	407		otočje Izu, Japonska
4. 9.	2.32	51,56 N	174,77 W	6,5	20		otočje Andreanof, Aleuti
7. 9.	0.13	14,60 N	92,10 W	6,4	66	1	Gvatemala
24. 9.	11.29	26,97 N	65,52 E	7,7	15	825	jugovzhod Pakistana
25. 9.	16.42	15,84 S	74,51 W	7,1	40	3	pod morjem blizu obale juga Peruja
28. 9.	7.34	27,18 N	65,50 E	6,8	12	22	jugovzhod Pakistana
30. 9.	5.55	20,88 S	178,38 W	6,5	42		pod morjem blizu Nove Zelandije
1. 10.	3.38	53,21 N	152,77 E	6,7	580		Ohotsko morje
12. 10.	13.11	35,52 N	23,26 E	6,6	40		pod morjem blizu Krete, Grčija
15. 10.	0.12	9,88 N	124,12 E	7,1	21	222	Bohol, Filipini
16. 10.	10.31	6,49 S	154,93 E	6,8	54		pod morjem ob obali otoka Bougainville, Papua Nova Gvineja
19. 10.	17.54	26,16 N	110,29 W	6,5	12		pod morjem v Kalifornijskem zalivu, Mehika
24. 10.	19.25	58,21 S	12,95 W	6,7	26		Južni Sandwichevi otoki
25. 10.	17.10	37,15 N	144,68 E	7,1	26		pod morjem ob vzhodni obali Honšuja, Japonska
31. 10.	23.03	30,29 S	71,57 W	6,6	27		Coquimbo, Čile
16. 11.	3.34	60,21 S	47,11 W	6,8	10		Škotsko morje
17. 11.	9.04	60,27 S	46,40 W	7,7	10		Škotsko morje
23. 11.	7.48	17,11 S	176,54 W	6,5	371		Fidži
25. 11.	6.27	53,88 S	54,88 W	7,0	10		Južni Atlantski ocean
28. 11.	13.51	29,32 N	51,31 E	5,8	8	7	jug Irana

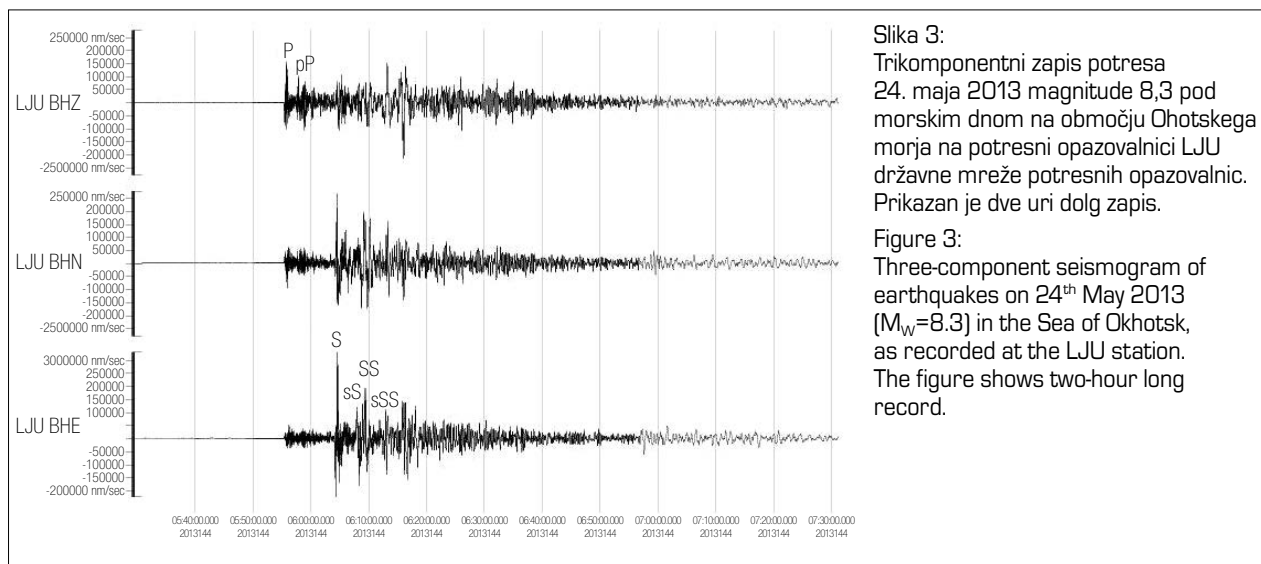
Preglednica 1: Seznam potresov leta 2013, katerih navorna magnituda M_w je bila enaka ali večja od 6,5. Dodani so potresi, katerih magnituda je bila sicer manjša, vendar so povzročili večjo gmotno škodo ali smrtne žrtve.

Table 1: List of the earthquakes in 2013 with a moment magnitude M_w equal to or greater than 6.5. Earthquakes with magnitudes below 6.5, which caused significant damage or victims, are also included.



Slika 2:
Zapis navpične komponente potresov 24. maja 2013 pod morskim dnom na območju Ohotskega morja na opazovalnicah državne mreže potresnih opazovalnic. Prikazan je deset ur dolg zapis.

Figure 2:
Vertical-component seismogram of earthquakes on 24th May 2013 in the Sea of Okhotsk as recorded by the Seismic Network of the Republic of Slovenia. The figure shows ten-hour long record.



Slika 3:
Trikomponentni zapis potresa 24. maja 2013 magnitude 8,3 pod morskim dnom na območju Ohotskega morja na potresni opazovalnici LJU državne mreže potresnih opazovalnic. Prikazan je dve uri dolg zapis.

Figure 3:
Three-component seismogram of earthquakes on 24th May 2013 ($M_w=8.3$) in the Sea of Okhotsk, as recorded at the LJU station. The figure shows two-hour long record.

se povprečno vsako leto zgodi en potres z magnitudo, enako ali večjo, kot je 8,0, in 16 takih, ki imajo magnitudo med 7,0 in 7,9 (NEIC, 2014a). Skupno so potresi leta 2013 zahtevali vsaj 1511 življenj.

Najmočnejši ($M_w = 8,3$) potres leta 2013 je nastal 24. maja ob 5.44 po svetovnem času – UTC (ob 15.44 po lokalnem času). Zgodil se je pod oceanskim dnom na območju Ohotskega morja. Točka, v kateri se je sevanje energije potresnega valovanja začelo, imenovana tudi žarišče potresa, je bila 609 kilometrov pod morskim dnom. Nekaj ur pozneje (ob 14.56 po UTC oziroma 25. 5. ob 0.56 po lokalnem času) je isto nadžariščno območje stresel še drug močnen potres ($M_w = 6,7$). Z žariščno globino 623 km pod morskim dnom je bil to najgloblji potres leta 2013. Oba potresa sta nastala na območju Kurilsko-kamčatskega podmorskega jarka, kjer se Tihomorska plošča v smeri zahod–severozahod podriva pod Severnoameriško s povprečno hitrostjo 78 mm na leto.

Uvrščamo ju med globoke potrese, ki so navadno posledica deformacije znotraj plošče, ki tone, in ne deformacije na njenih robovih. Tihomorska plošča je na območju majskih potresov potresno dejavna tudi do 650 kilometrov globoko. Z globino postaja njena struktura vedno kompleksnejša, prisotne so lahko tudi interakcije med ploščo in njenimi odlomljenimi deli (NEIC, 2013a; NEIC, 2013b).

Potresni valovi P (vzdolžni ali longitudinalni valovi) so do potresne opazovalnice na Golovcu v Ljubljani (LJU), ene izmed 26 opazovalnic državne mreže potresnih opazovalnic RS (Sinčič in drugi, 2012), potovali približno 11 minut. Seizmografi so jih zaznali ob 5.55.21 po UTC pri prvem oziroma ob 15.07.13 po UTC pri drugem potresu (slika 2). Oddaljenost opazovalnice LJU od izvora potresa je približno 74 stopinj oziroma okoli 8214 kilometrov ($1^\circ \approx 111$ km). Na sliki 3 je prikazan dve uri dolg trikomponentni zapis prvega potresa na potresni opazo-



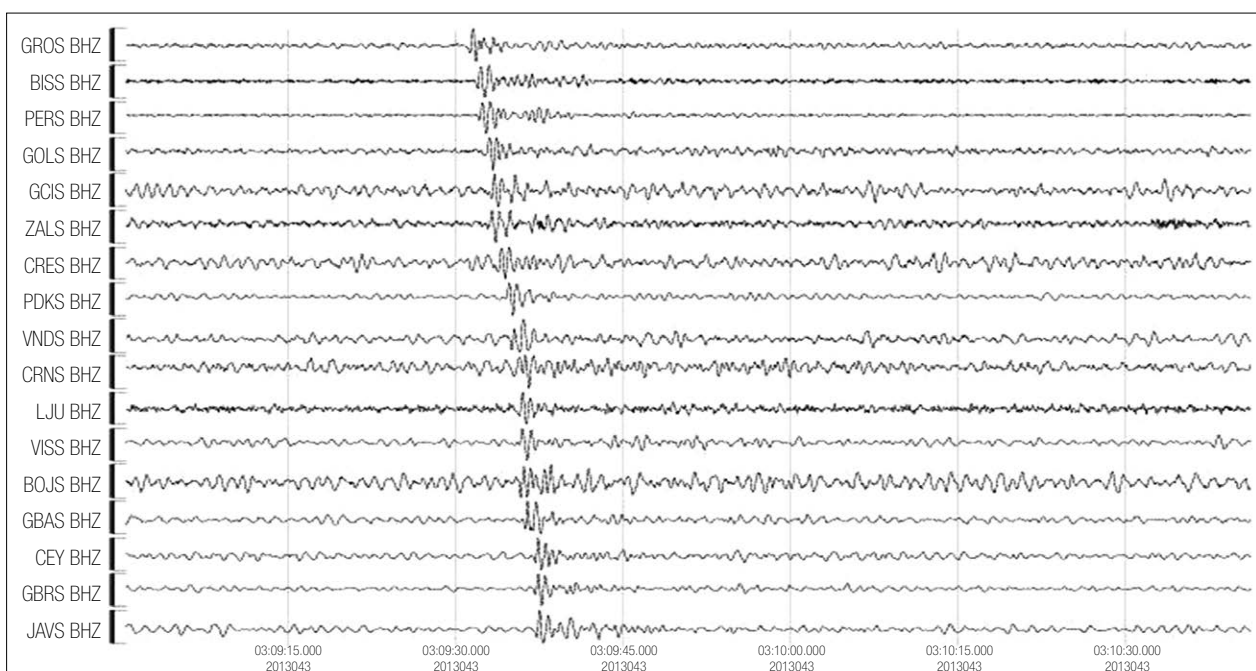
Slika 4: Satelitski posnetek otoka, ki se je pojavil blizu mesta Gwadar v Pakistanu po tamkajšnjem potresu 25. maja 2013
 (vir: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pakistan_Earthquake_Island.png)

Figure 4: Satellite image of the island which appeared off the coast of Gwadar, Pakistan following the 2013 Pakistan earthquake.
 (Source: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pakistan_Earthquake_Island.png)

valnici LJU z označenimi prihodi nekaterih faz potresnega valovanja.

Največ žrtev leta 2013 je zahteval potres, ki se je zgodil 24. septembra ob 11.29 po svetovnem času (ob 16.29 po lokalnem času) na jugovzhodu Pakistana. Magnituda potresa je bila 7,7. Nadžarišče potresa je bilo 69 km severno od mesta Awaran, na širšem območju katerega prebiva okoli 120.000 prebivalcev. Za paki-stanske razmere je to območje redko poseljeno, zato je bilo žrtev razmeroma malo, 825 mrtvih in več sto ranjenih. Večina zgradb (80 odstotkov v okrožju mesta Awaran), zgrajenih predvsem z opeko iz blata, se je med potresom porušila. Potres so čutili po vsem Paki-stanu, pa tudi v Afganistanu, Indiji, Omanu, Iraku, Iranu, Katarju in Združenih arabskih emiratih (2013 Pakistan earthquake, 2014). Potres je nastal na poševnem prelomu (angl. oblique-strike-slip fault) znotraj Evrazijske plošče, blizu območja, kjer se Arabska plošča podriva pod Evrazijsko (podmorski jarek Makran), in območja trka med Indijsko in Evrazijsko ploščo. (NEIC, 2013c). Po potresu se je v Arabskem morju blizu pakistanskega pristaniškega mesta Gwadar pojavil majhen otoček (slika 4), ki je bil 200 m dolg in 100 m širok. Poimenovali so ga Zalzala Jazeera (potresni otok). Sestavljen je večinoma iz blata in peska in so ga zato morski valovi hitro erodirali. Tu so se tudi že v preteklosti ob močnejših potresih pojavili otočki, ki pa so zaradi mehke sestave in morskega spodjedanja sčasoma izginili (2013 Pakistan earthquake, 2014).

Najmočnejši potres v Evropi se je zgodil 12. oktobra ob 13.11 po UTC (15.11 po lokalnem času) v bližini grškega otoka Kreta, 31 km zahodno od mesta Platanos. Magnituda potresa je bila 6,6, globina pa 40 km pod morskim



Slika 5: Severnokorejski podzemni jedrski poskus, zapisan na opazovalnicah državne mreže potresnih opazovalnic
 Figure 5: North Korea nuclear test as recorded by the Seismic Network of the Republic of Slovenia.

dnom. Razen panike med ljudmi ni povzročil večje škode ali zahteval človeških življenj.

Dvanajstega februarja 2013 so v Severni Koreji ob 2.57 po UTC (11.57 po lokalnem času) izvedli podzemni jedrski poskus. Moč eksplozije je bila ekvivalentna potresu magnitude 5,1 (2013 North Korean nuclear test, 2014). Poskus so zabeležile tudi opazovalnice državne mreže potresnih opazovalnic RS (slika 5). Podzemni jedrski poskusi Severne Koreje in seizmološko nadzorovanje sporazuma o prepovedi poskusov so v tej številki Ujme podrobneje predstavljeni v članku Andreja Gosarja.

Viri in literatura

1. 2013 North Korean Nuclear Test. Wikipedia [online] (posodobljeno 23. 4. 2014). http://en.wikipedia.org/wiki/2013_North_Korean_nuclear_test (uporabljeno 5. 5. 2014).
2. 2013 Pakistan earthquake. Wikipedia [online] (posodobljeno 2. 5. 2014). http://en.wikipedia.org/wiki/2013_Pakistan_earthquake (uporabljeno 5. 5. 2014).
3. ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, 2013. Preliminarni seizmološki bilten, 2013. Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana.
4. Lapajne, J., 2013. Inženirsko seizmološki terminološki slovar [Elektronski vir], Amebis d.o.o., Kamnik in Agencija RS za okolje, Ljubljana (Zbirka Termania). <http://www.termania.net/slovarji/131/seizmoloski-slovar>.
5. Flinn-Engdahl regions. Wikipedia [online] (posodobljeno 30. 1. 2014). http://en.wikipedia.org/wiki/Flinn-Engdahl_regions (uporabljeno 30. 4. 2014).
6. NEIC, 2013a. 2013 Significant Earthquakes Archive. US Department of the Interior. Geological Survey, National Earthquake Information Center (posodobljeno 23. 10. 2013). <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2013/> (uporabljeno 30. 4. 2014).
7. NEIC, 2013b. M8.3 – Sea of Okhotsk. US Department of the Interior. Geological Survey, National Earthquake Information Center (posodobljeno 21. 3. 2014). <http://comcat.cr.usgs.gov/earthquakes/eventpage/usb000h4jh#summary> (uporabljeno 30. 4. 2014).
8. NEIC, 2013c. M7.7 – 6.1 NNE of Arawan, Pakistan. US Department of the Interior. Geological Survey, National Earthquake Information Center (posodobljeno 13. 12. 2013). <http://comcat.cr.usgs.gov/earthquakes/eventpage/usb000jyiv#summary> (uporabljeno 5. 5. 2014).
9. NEIC, 2014a. Earthquake Archive Search & URL Builder. US Department of the Interior. Geological Survey, National Earthquake Information Center (posodobljeno 7. 11. 2013). <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/> (uporabljeno 30. 4. 2014).
10. Sinčič, P., Tasič, I., Živčič, M., Prosen, T., 2012. Potresne opazovalnice v Sloveniji v letu 2011. Potresi v letu 2011, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, 9–16. http://www.arso.gov.si/potresi/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/publikacija_2011_l.pdf.