

NAJMOČNEJŠI POTRESI PO SVETU LETA 2014

WORLD'S STRONGEST EARTHQUAKES IN 2014

UDK 550.34(100)"2014"

Tamara Jesenko

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

Povzetek

Leta 2014 je bilo po svetu 55 potresov, ki so dosegli ali presegli navorno magnitudo (M_w) 6,5. Navorna magnituda enega potresa je bila večja ali enaka 8,0, enajst potresov je imelo magnitudo med 7,0 in 7,9. Vsaj 15 potresov je zahtevalo človeška življenja, skupaj vsaj 658 žrtev. Najmočnejši ($M_w = 8,2$) potres leta 2014 je nastal 1. aprila pod oceanskim dnem blizu obale Čila. Žarišče potresa je bilo na globini 25 kilometrov. Največ žrtev je zahteval potres, ki se je zgodil 3. avgusta v pokrajini Junan na Kitajskem. Njegova magnituda je bila 6,2, zahteval je vsaj 617 življenj. Najgloblji potres, z žariščem na globini 616 kilometrov in navorno magnitudo 6,9, se je zgodil 21. julija pod oceanskim dnem na območju Fidžija. Najmočnejši potres v Evropi pa je bil 24. maja pod dnem Egejskega morja, njegova magnituda je bila 6,9.

Abstract

There were 55 earthquakes in the world in year 2014 that either reached or exceeded a moment magnitude (M_w) of 6.5. One earthquake had a moment magnitude greater than or equal to 8.0 and 11 of them were between 7.0 and 7.9. There were 15 earthquakes that claimed human lives; in total there were at least 658 victims. The most devastating earthquake in 2014 happened on 3 August in Yunnan province, China, where 617 people were killed. The 1 April earthquake offshore Chile ranked first in terms of the energy released, with a moment magnitude of 8.2. The deepest earthquake happened on 21 July near Fiji with a hypocentre 616 km below the surface and the moment magnitude of 6.9. The strongest earthquake in Europe with a moment magnitude of 6.9 happened on 24 May in the Aegean Sea.

Potresi in tektonika plošč

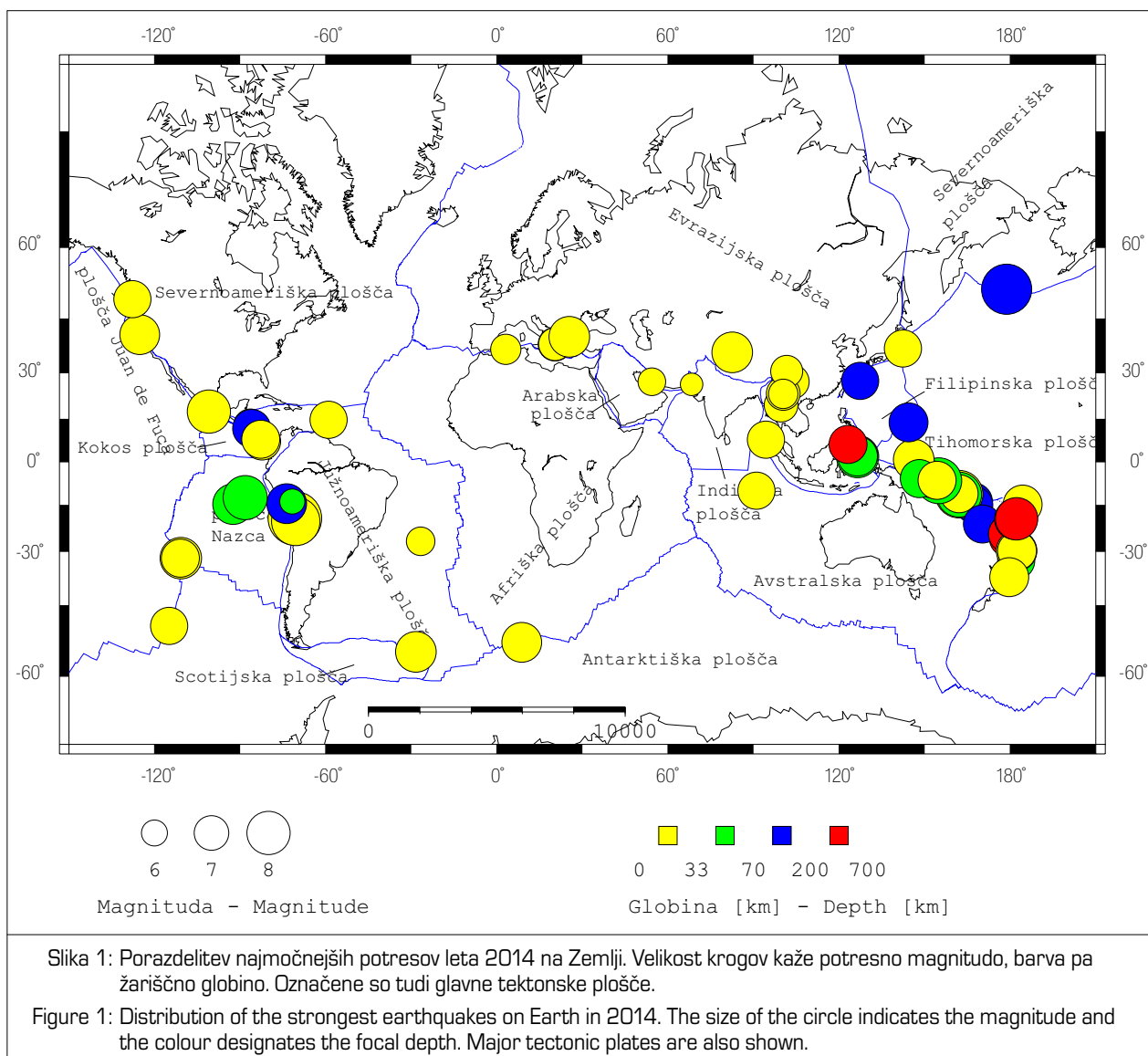
Zemljina trdna lupina, debela povprečno približno 100 kilometrov pod celinami in 50 pod oceani, se imenuje litosfera in je sestavljena iz več tektonskih plošč (slika 1). Največje so Tihomorska, Severnoameriška, Južnoameriška, Evrazijska, Afriška, Avstralska in Antarktična. Za svetovno potresno dejavnost 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 podirva 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 2014 dosegli ali presegli navorno magnitudo 6,5 (6,0 za evropsko-mediteransko območje), in tisti šibkejši, ki so zahtevali človeška življenja. Če bi narisali nadžarišča oziroma epicentre vseh potresov, bi videli, da potresi nastajajo predvsem na stikih med posameznimi ploščami. Prav prostorska porazdelitev potresov je tudi razkrila potek mej ali stikov med ploščami in je bila pred približno petdesetimi leti eden najpomembnejših podatkov pri oblikovanju teorije tektonike litosferskih plošč. Navorna magnituda je mera za velikost potresa, ki velja tudi za najmočnejše potrese. Določena je s potresnim navorom, ki je definiran kot zmnožek strižnega modula kamnine prelomnega območja, površine potresnega pretrga in povprečne velikosti zdrsa vzdolž preloma. Lahko ga izračunamo iz zapisov potresnega valovanja ali iz geoloških opazovanj (Lapajne, 2013).

Pregled najmočnejših potresov

V preglednici 1 so podatki o najmočnejših potresih leta 2014 (NEIC, 2014a; NEIC, 2015a; ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, 2014). Našteti so tisti, ki so dosegli ali presegli navorno magnitudo 6,5 (6,0 za evropsko-mediteransko območje), in tisti šibkejši (11), ki so zahtevali človeška življenja. M_w je oznaka za navorno magnitudo.



Globina potresov je podana v kilometrih. V stolpcu o številu 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 2014 je bilo 55 potresov, ki so dosegli ali presegli navorno magnitudo 6,5. Navorna magnituda enega je bila večja oziroma enaka 8,0, enajst pa jih je bilo z magnitudo med 7,0 in 7,9, kar pomeni, da leto 2014 ne odstopa od dolgoletnega povprečja. Po statističnih analizah, ki temeljijo na opazovanjih od leta 1900, se povprečno vsako leto zgodi en potres z magnitudo, večjo ali enako 8,0, 13 pa jih je z magnitudo med 7,0 in 7,9 (NEIC, 2015). Petnajst potresov je zahtevalo človeška življenja, vsi skupaj pa so leta 2014 zahtevali vsaj 658 življenj.

Najmočnejši potres leta 2014 je nastal 1. aprila ob 23.46 po svetovnem času – UTC (ob 18.46 po lokalnem času), njegova navorna magnituda je bila 8,2. Zgodil se je pod oceanskim dnom, 94 kilometrov severozahodno

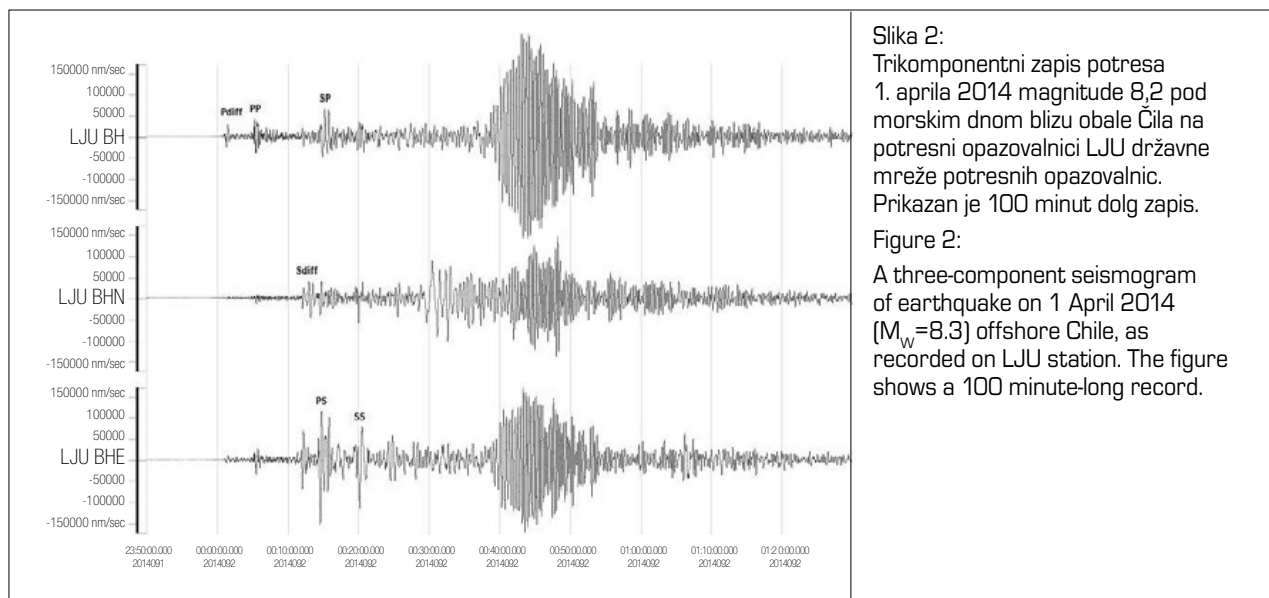
od čilskega mesta Iquique. Točka, v kateri se je sevanje energije potresnega valovanja začelo, imenovana tudi žarišče potresa, je bila 25 kilometrov pod morskim dnom. Potres je nastal na primični ali konvergentni meji med ploščama Nazca in Južnoameriško, na območju Perujsko-čilskega jarka. Tu se plošča Nazca proti vzhodu podriva (subdukcija) pod Južnoameriško s povprečno hitrostjo 65 milimetrov na leto. Nastanek Andov je posledica primikanja teh dveh plošč (NEIC, 2014a; NEIC, 2014b). Perujsko-čilski jarek je oceanski jarek na vzhodnem delu Tihega oceana in poteka ob obali Južne Amerike. Dolg je približno 5900 kilometrov, največjo globino 8065 metrov pod morskim dnom pa doseže na območju Richardsove globeli, imenovane po britanskem admiralu siru Georgeu Henryju Richardsu (1820–1896). Na območju jarka so se zgodili številni zelo močni potresi, med njimi tudi potres 22. maja 1960, ki je z navorno magnitudo 9,5 najmočnejši do zdaj instrumentalno izmerjeni potres na svetu. Njegovo nadžarišče je bilo približno 2000 kilometrov južno od tokratnega potresa (Peru-Chile Trench, 2015). Potres 1. aprila 2014 je nastal na območju, na katerem zelo močnih potresov že dolgo ni bilo (od potresa magnitude 8,8 leta 1877). Imenuje se tudi severnočilska oziroma iquiqueška

Datum	Čas (UTC)	Koordinati		Magnituda	Globina	Število žrtev	Območje
		ura.min	širina				
1. 1.	16.03	13,86 J	167,25 V	6,5	187		otočje Vanuatu
2. 1.	13.54	27,15 S	54,45 V	5,2	8	1	Lar, Iran
26. 1.	13.55	38,21 S	20,45 V	6,1	8		Lixourion, Grčija
2. 2.	9.26	32,91 J	177,88 Z	6,5	44		v bližini Nove Zelandije
3. 2.	3.08	38,26 S	20,39 V	6,0	5		Lixourion, Grčija
7. 2.	8.40	15,07 J	167,37 V	6,5	122		Vanuatu
12. 2.	9.19	35,91 S	82,59 V	6,9	10		Sinkiang, Kitajska
18. 2.	9.27	14,67 S	58,93 Z	6,5	15		Karibsko morje, vzhodno od otoka Martinique
2. 3.	20.11	27,43 S	127,37 V	6,5	119		Nago, Japonska
10. 3.	5.18	40,83 S	125,13 Z	6,8	17		Ferndale, Kalifornija, ZDA
16. 3.	21.16	19,98 J	70,70 Z	6,7	20		pod morskim dnem ob obali Čila
21. 3.	14.41	7,77 S	94,33 V	6,5	10		Mohean, Indija
26. 3.	3.29	26,09 J	179,28 V	6,5	493		Fidži
1. 4.	23.46	19,61 J	70,77 Z	8,2	25	6	pod morskim dnem ob obali Čila
1. 4.	23.57	19,89 J	70,95 Z	6,9	28		pod morskim dnem ob obali Čila
3. 4.	1.58	20,31 J	70,58 Z	6,5	24		pod morskim dnem ob obali Čila
3. 4.	2.43	20,57 J	70,49 Z	7,7	22		pod morskim dnem ob obali Čila
10. 4.	23.37	12,51 S	86,38 Z	6,1	13	2	Nikaragva
11. 4.	7.07	6,59 J	155,05 V	7,1	61	1	Panguna, Papua Nova Gvineja
11. 4.	8.16	6,79 J	154,95 V	6,5	20		Panguna, Papua Nova Gvineja
11. 4.	20.29	11,64 S	85,88 Z	6,6	135		Belen, Nikaragva
12. 4.	20.14	11,27 J	162,15 V	7,6	23		Salomonovi otoki
13. 4.	12.36	11,46 J	162,05 V	7,4	39		Salomonovi otoki
13. 4.	13.24	11,13 J	162,05 V	6,6	10		Salomonovi otoki
15. 4.	3.57	53,50 J	8,72 V	6,8	12		otok Bouvet
18. 4.	14.27	17,40 S	100,97 Z	7,2	24		Guerrero, Mehika
19. 4.	1.04	6,66 J	155,09 V	6,6	29		Panguna, Papua Nova Gvineja
19. 4.	13.28	6,75 J	155,02 V	7,5	44		Panguna, Papua Nova Gvineja
24. 4.	3.10	49,64 S	127,73 Z	6,5	10		Port Hardy, Kanada
1. 5.	6.36	21,45 J	170,36 V	6,6	106		Nova Kaledonija
4. 5.	9.15	24,61 J	179,09 V	6,6	527		Fidži
5. 5.	11.08	19,66 S	99,67 V	6,1	6	1	Phan, Tajska
8. 5.	22.51	26,39 S	68,36 V	4,5	15	2	Daur, Pakistan
12. 5.	18.38	49,94 J	114,80 Z	6,5	10		Vzhodnopacifiški hrbet
13. 5.	6.35	7,21 S	82,30 Z	6,5	10		pod morskim dnem južno od Paname
24. 5.	9.25	40,31 S	25,45 V	6,9	7		Egejsko morje
14. 6.	10.59	10,12 J	91,09 V	6,5	4		Južni Indijski ocean
23. 6.	19.19	29,98 J	177,73 Z	6,9	20		otočje Kermadec, Nova Zelandija
23. 6.	19.21	29,94 J	177,52 Z	6,5	10		otočje Kermadec, Nova Zelandija
23. 6.	20.06	29,94 J	177,61 Z	6,7	27		otočje Kermadec, Nova Zelandija
23. 6.	20.53	51,84 S	178,73 V	7,9	107		otočje Rat, Aljaska
29. 6.	7.52	55,47 J	28,37 Z	6,9	8		Južni Sandwichevi otoki
29. 6.	17.15	14,98 J	175,57 Z	6,7	18		Tonga
4. 7.	15.00	6,23 J	152,81 V	6,5	20		Nova Britanija, Papua Nova Gvineja
7. 7.	11.23	14,72 J	92,46 Z	6,9	53	5	Puerto Madero, Mehika
11. 7.	19.22	37,01 S	142,45 V	6,5	20		pod morskim dnem, zahodno od Honšuja, Japonska
21. 7.	14.54	19,80 J	178,40 Z	6,9	615		Fidži
1. 8.	4.11	36,85 S	3,16 V	5,6	10	6	Alžirija
3. 8.	0.22	0,83 S	146,17 V	6,9	13		pod morskim dnem, območje Mikronezije
3. 8.	8.30	27,19 S	103,41 V	6,2	12	617	Venping, Kitajska
5. 8.	10.22	26,97 J	26,71 Z	5,4	4	1	Orkney, Južnoafriška republika
24. 8.	23.21	14,60 J	73,57 Z	6,8	101		Tambo, Peru
17. 9.	6.14	13,76 S	144,43 V	6,7	130		otok Guam
28. 9.	2.35	13,81 J	71,74 Z	4,9	43	8	Urcos, Peru

Datum	Čas (UTC) ura.min	Koordinati		Magnituda M_w	Globina km	Število žrtev	Območje
		širina	dolžina				
7. 10.	13.49	23,38 S	100,47 V	6,1	9	1	Weiyuan, Kitajska
9. 10.	2.14	32,11 J	110,82 Z	7,0	17		Vzhodnopacifiški hrbet
9. 10.	2.32	32,09 J	110,87 Z	6,6	10		Vzhodnopacifiški hrbet
14. 10.	3.51	12,53 J	88,12 Z	7,3	40	1	pod morskim dnom, blizu obale Salvadorja
1. 11.	18.57	19,69 J	177,76 Z	7,1	434		Fidži
7. 11.	3.33	5,99 J	148,23 V	6,6	53		Nova Britanija, Papua Nova Gvineja
15. 11.	2.31	1,89 S	126,52 V	7,1	45		Moluško morje
16. 11.	22.33	37,65 J	179,66 V	6,7	22		pod morskim dnom v bližini Severnega otoka Nove Zelandije
21. 11.	10.10	2,28 S	127,06 V	6,5	38		Moluško morje
22. 11.	8.55	30,34 S	101,72 V	5,9	17	5	Kangding, Kitajska
26. 11.	14.33	1,96 S	126,53 V	6,8	39		Moluško morje
2. 12.	5.11	6,16 S	123,13 V	6,6	614		Filipini
6. 12.	18.43	23,32 S	100,47 V	5,5	11	1	Weiyuan, Kitajska
7. 12.	1.22	6,51 J	154,46 V	6,6	23		Papua Nova Gvineja
8. 12.	8.54	7,94 S	82,69 Z	6,6	20		Punta de Burica, Panama

Preglednica 1: Seznam potresov leta 2014, katerih navorna magnituda M_w je bila enaka ali večja od 6,5 (6,0 za evropsko-mediteransko območje). Dodani so potresi, katerih magnituda je bila sicer manjša, A so zahtevali smrtno žrtve.

Table 1: List of the earthquakes in 2014 with a moment magnitude M_w greater than or equal to 6.5 (6.0 for European-Mediterranean region). Earthquakes with magnitudes below 6.5 that claimed human lives are also included.



Slika 2:
Trikomponentni zapis potresa 1. aprila 2014 magnitude 8,2 pod morskim dnom blizu obale Čila na potresni opazovalnici LJU državne mreže potresnih opazovalnic. Prikazan je 100 minut dolg zapis.

Figure 2:
A three-component seismogram of earthquake on 1 April 2014 ($M_w=8.3$) offshore Chile, as recorded on LJU station. The figure shows a 100 minute-long record.

seizmična vrzel. Povečana potresna dejavnost tega dela preloma se je začela 16. marca 2014 s potresom magnitude 6,7. Sledilo mu je več deset potresov z magnitudo več kot 4,0, 16 z magnitudo več kot 5,0 in trije z magnitudo 6,2 17., 22. in 23. marca. Pričakovani je bil močan potres, pri katerem bi se lahko aktiviral tudi do 600 kilometrov dolg prelom. Potres na srečo ni imel take razsežnosti, saj se je aktiviralo le okoli 200 kilometrov preloma. Glavnemu potresu 1. aprila ob 23.46 po UTC so nato sledili številni popotresi, najmočnejši 3. aprila z magnitudo 7,7. Potres je povzročil tudi cunami, ki je 20 minut po potresu zadela obalo pri mestu Iquique (največja višina valov je bila 2,11 metra). Štiri osebe so izgubile življenje zaradi srčnega zastoja, dve pa zaradi poškodb, ki so jih povzročili padajoči predmeti. Motena je bila dobava elektrike in vode. Potres

so čutili v Čilu, Peruju in Boliviji (2014 Iquique earthquake, 2015; NEIC 2014b).

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 (Vidrih in drugi, 2006), potovali približno 14 minut. Oddaljenost opazovalnice LJU od izvora potresa je približno 101 stopinja oziroma okoli 11.210 kilometrov ($1^\circ \approx 111$ km). Na sliki 2 je prikazan 100 minut dolg trikomponentni zapis tega potresa na potresni opazovalnici LJU z označenimi prihodi nekaterih faz potresnega valovanja.

Največ žrtev leta 2014 je zahteval potres, ki se je zgodil 3. avgusta ob 8. uri in 30 minut po svetovnem času (ob 16.30



Slika 3: Zhoujiaping, po potresu 3. avgusta 2014
Vir: http://en.wikipedia.org/wiki/2014_Ludian_earthquake#/media/File:Zhoujiaping_after_Ludian_earthquake.jpg

Figure 3: Zhoujiaping, after the earthquake 3 August 2014. [source:http://en.wikipedia.org/wiki/2014_Ludian_earthquake#/media/File:Zhoujiaping_after_Ludian_earthquake.jpg]

po lokalnem času) na jugozahodu Kitajske, v pokrajini Junan. Magnituda potresa je bila 6,2. Nadžarišče potresa je bilo 11 km zahodno od mesta Venping v okrožju Ludian. Potres je zahteval 617 življenj. Poškodovanih ali uničenih je bilo več kot 40 tisoč zgradb (2014 Ludian Earthquake, 2015). Potres je nastal na zmičnem prelomu znotraj Evrazijske plošče, blizu območja trka med Indijsko in Evrazijsko ploščo, katerega posledica sta nastanek in dvigovanje Himalaje. Močni potresi so v pokrajini Junaj precej pogosti. V zadnjem stoletju se je tu zgodilo 27 potresov z magnitudo enako ali večjo 6,0. Potresi so tu pogosto

rušilni in zahtevajo človeška življenja, saj so zgradbe tega pretežno agrarnega območja zaradi slabe gradnje zelo ranljive (slika 3) (NEIC, 2014c).

Enaindvajsetega julija ob 14. uri in 54 minut po svetovnem času (ob 2.54 po lokalnem času) je območje otočja Fidži stresel potres z navorno magnitudo 6,9. Z žariščem na globini 616 km je bil to najgloblji potres leta 2014. Nastal je na območju primičnega stika med Avstralsko in Tihomorsko ploščo, ki je eno izmed potresno najbolj dejavnih na Zemlji. Na območju Tongovskega jarka se Tihomorska plošča podriva pod Avstralsko s hitrostjo od 75 mm na leto na južnem delu do 90 mm na leto na severnem delu jarka (NEIC, 2015d). Hladna oceanska litosfera na območju subdukcije ohranja svojo togost do globine več kot 700 km, zato v Wadati-Benioffovi coni nastajajo najgloblji znani potresi. Od leta 1950 je območje Fidžija streslo več tisoč potresov z magnitudo, večjo od 4,0, in z globino žarišča, večjo od 600 kilometrov (NEIC, 2015).

Najmočnejši potres v Evropi se je zgodil 24. maja 25 minut čez 9. uro po svetovnem času (11.25 po lokalnem času) v bližini grškega otoka Samothraki, 22 km jugozahodno od mesta Kamariotissa. Magnituda potresa je bila 6,9, globina pa 7 km pod dnom severnega dela Egejskega morja (NEIC, 2014e). Potres je povzročil nekaj škode na turškem otoku Gökçeada in v mestih Edrine in Çanakkale, kjer je bilo poškodovanih 13 mošej in dve cerkvi. Nekaj poškodb je bilo tudi na grškem otoku Lemnos. Potres so čutili v Grčiji, Turčiji, Bolgariji in na jugu Romunije (2014 Aegean Sea earthquake, 2014).

Viri in literatura

- 2014 Aegean Sea earthquake. Wikipedia [online] [posodobljeno 3. 12. 2014]. http://en.wikipedia.org/wiki/2014_Aegean_Sea_earthquake (uporabljeno 23. 3. 2015).
- 2014 Iquique earthquake. Wikipedia [online] [posodobljeno 1. 3. 2015]. http://en.wikipedia.org/wiki/2014_Iquique_earthquake (uporabljeno 23. 3. 2015).
- 2014 Ludian earthquake. Wikipedia [online] [posodobljeno 12. 1. 2015]. http://en.wikipedia.org/wiki/2014_Ludian_earthquake# (uporabljeno 23. 3. 2015).
- ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, 2014. Preliminarni seizmološki bilten, 2014. Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana.
- 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>
- Flinn-Engdahl regions. Wikipedia [online] [posodobljeno 29. 11. 2014]. http://en.wikipedia.org/wiki/Flinn-Engdahl_regions (uporabljeno 17. 3. 2015).
- NEIC, 2014a. 2014 Significant Earthquakes Archive. US Department of the Interior: Geological Survey, National Earthquake Information Center: <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2014/> (uporabljeno 17. 3. 2015).
- NEIC, 2014b. M8.2 – 94km NW of Iquique, Chile (BETA). US Department of the Interior: Geological Survey, National Earthquake Information Center (posodobljeno 18. 3. 2015). <http://comcat.cr.usgs.gov/earthquakes/eventpage/usc000nzvd#summarysummary> (uporabljeno 19. 3. 2015).
- NEIC, 2014c. M6.2 – 11 km W of Wenping, China (BETA). US Department of the Interior: Geological Survey, National Earthquake Information Center (posodobljeno 30. 1. 2015). <http://comcat.cr.usgs.gov/earthquakes/eventpage/usb000rzm#summary> (uporabljeno 23. 3. 2015).
- NEIC, 2014d. M6.9 – 99 km NNE of Ndoi Island, Fiji (BETA). US Department of the Interior: Geological Survey, National Earthquake Information Center (posodobljeno 11. 11. 2014). <http://comcat.cr.usgs.gov/earthquakes/eventpage/usb000ruz#summary> (uporabljeno 30. 3. 2015).
- NEIC, 2014e. M6.9 – 22 km SSW of Kamariotissa, Greece (BETA). US Department of the Interior: Geological Survey, National Earthquake Information Center (posodobljeno 28. 1. 2015). <http://comcat.cr.usgs.gov/earthquakes/eventpage/usb000r2hc#summary> (uporabljeno 23. 3. 2015).
- NEIC, 2015. Search Earthquake Archive. US Department of the Interior: Geological Survey, National Earthquake Information Center: <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/> (uporabljeno 17. 3. 2015).
- Peru-Chile Trench. Wikipedia [online] [posodobljeno 16. 3. 2015]. http://en.wikipedia.org/wiki/Peru%E2%80%93Chile_Trench (uporabljeno 19. 3. 2015).
- Vidrih, R., Sinčič, P., Tasič, I., Gosar, A., Godec, M., Živčič, M., 2006. Državna mreža potresnih opazovalnih. Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, 287.