

NAJMOČNEJŠI POTRESI PO SVETU LETA 2023

Tamara Jesenko¹

Povzetek

Leta 2023 je bilo po svetu 55 potresov magnitude 6,5 ali več. Noben potres ni imel magnitude, večje ali enake 8,0, devetnajst pa jih je imelo magnitudo med 7,0 in 7,9. Vsaj 29 potresov je zahtevalo človeška življenja, skupaj je bilo vsaj 64.343 žrtev, kar je največ po letu 2010. Večino življenj sta zahtevala dva močna potresa z žariščem v jugovzhodni Turčiji, v bližini meje s Sirijo, ki sta se zgodila 6. februarja le nekaj ur narazen na različnih segmentih Vzhodnoanatolskega prelomnega sistema. Prvi izmed njiju je bil z magnitudo 7,8 tudi najmočnejši potres leta 2023. Veliko življenj je bilo izgubljenih tudi septembra v Maroku in oktobra v Afganistanu. Najmočnejši potres v Evropi ($M_w = 5,6$) se je zgodil 14. februarja z žariščem v bližini kraja Lelești v Romuniji.

THE WORLD'S LARGEST EARTHQUAKES IN 2023

Abstract

In 2023, there were 55 earthquakes across the world which either reached or exceeded a moment magnitude (M_w) of 6.5. None had a magnitude greater than or equal to 8.0; nineteen were between 7.0 and 7.9. At least 29 earthquakes claimed human lives; in total there were at least 64,343 victims, which is the highest since 2010. Most of the lives were claimed by two large earthquakes with the epicentre in SE Turkey, near the border with Syria, which occurred only a few hours apart on 6 February, on different segments of the Eastern Anatolian Fault System. The first of these also ranked the highest in terms of released energy, with a moment magnitude of 7.8. Many lives were also lost in September in Morocco and in October in Afghanistan. The strongest earthquake of this year in Europe ($M_w = 5.6$) occurred in February (14th); the epicentre of the earthquake was in Romania, near Lelești.

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

UVOD

Čeprav potresi lahko nastanejo tudi zaradi padca meteoritov, človekove dejavnosti, udorov in podorov ter premikov magme pod vulkani, je večina potresov posledica nenadnega premika dveh tektonskih blokov ob prelomih. Ker so tektonski potresi najštevilčnejši (90 odstotkov), se izraz potres navadno naša na to vrsto dogodkov.

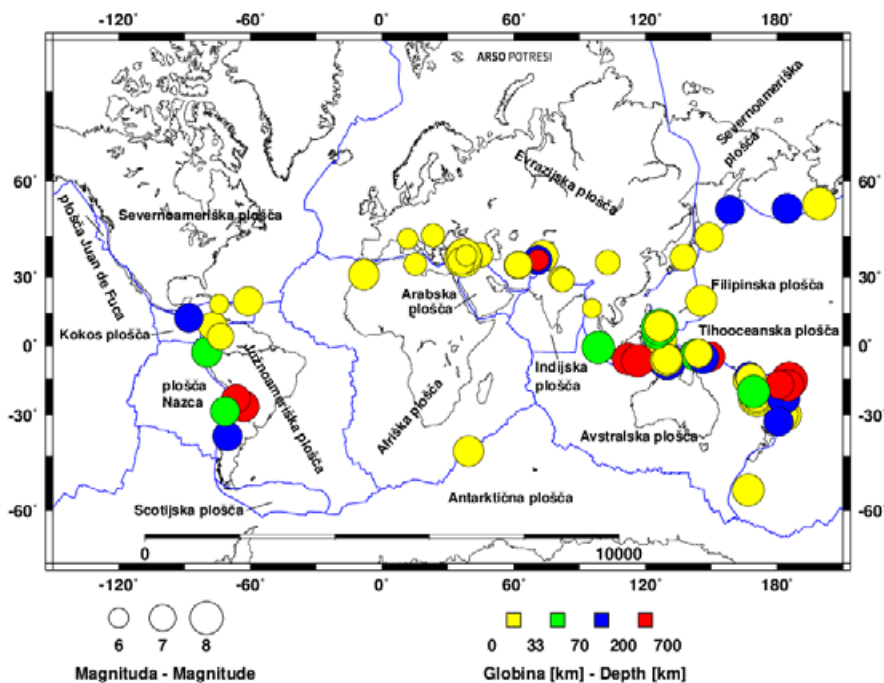
Potresi nastajajo predvsem zaradi pretrga na stikih in v bližini stikov tektonskih plošč. Tektonska plošča je tog del razlomljene litosfere (zunanjega trdnega dela Zemlje), ki se samostojno premika glede na druge tektonske plošče. Potencialna energija tektonskega bloka se spremeni v kinetično energijo potresnih valovanj, ki se širijo iz žarišča potresa in lahko povzročijo tresenje zemlje na oddaljenosti tudi več sto kilometrov od žarišča. Površino, ob kateri sta se premaknili prelomni krili, imenujemo prelomna ploskev, žarišče potresa je točka, v kateri se je pretrg začel, nadžarišče pa mesto na Zemljinem površju navpično nad žariščem (Lapajne, 2013).

V povprečju se vsak dan po svetu zgodi več sto potresov (ISC, 2023), a je večina šibkih in so zabeleženi le instrumentalno. Vsako leto pa je nekaj takih, ki vzbudijo pozornost ne le strokovne, temveč tudi širše javnosti. Predvsem so to potresi, ki povzročijo večje razdejanje, žrtve in trpljenje ljudi.

PREGLED NAJMOČNEJŠIH POTRESOV LETA 2023

Leta 2023 je bilo 55 potresov, ki so imeli navorno magnitudo vsaj 6,5. Zgodilo se je 19 potresov z magnitudo vsaj 7,0, enako kot leta 2022 (Jesenko, 2023) pa ni bil zabeležen noben potres z magnitudo, večjo ali enako 8,0. Na sliki 1 so prikazani potresi, ki so leta 2023 dosegli ali presegli navorno magnitudo 6,5 oziroma 5,5 za evropsko in sredozemsko območje, in šibkejši, ki so zahtevali človeška življenja. Označene so tudi večje tektonske plošče, za svetovno potresno dejavnost pa so pomembne še številne manjše.

Potresi so leta 2023 po svetu zahtevali veliko življenj, skupaj vsaj 64.343, kar je največ po letu 2010, ko je



Slika 1: Porazdelitev najmočnejših svetovnih potresov leta 2023. Velikost krogov kaže potresno magnitudo, barva pa žariščno globino. Prikazane so glavne tektonske plošče (modra črta).

Figure 1: Distribution of the world's strongest earthquakes in 2023. The size of the circle indicates the magnitude, and the colour designates the focal depth. The main tectonic plates are also shown (blue line)

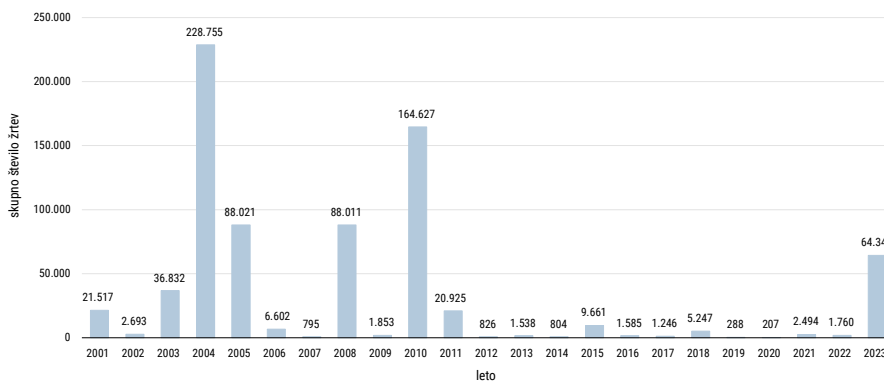
zaradi potresov umrlo več kot 160.000 ljudi (histogram na sliki 2; Wikipedia, 2024b). Trije potresi leta 2023 so uvrščeni med 20 najbolj smrtonosnih potresov v 21. stoletju (preglednica 2, slika 3; Wikipedia, 2024b), čeprav le trije izmed njih (26. decembra 2004, 28. marca 2005 in 11. marca 2011) spadajo tudi med 20 najmočnejših potresov v istem obdobju (NEIC, 2024b). Februar sta zaznamovala dva potresa v Turčiji, ki sta se zgodila v različnih segmentih Vzhodno-anatolskega prelomnega sistema, septembra so po do zdaj najmočnejšem instrumentalno zabeleženem potresu v državi preštevali mrtve v Maroku, oktobra pa je bilo veliko žrtev tudi v Afganistanu.

V preglednici 1 so podatki o najmočnejših potresih, ki so zaznamovali leto 2023 (NEIC, 2024a; NEIC, 2024b; Wikipedia, 2024a). Za vsak potres so navedeni datum, žariščni čas po svetovnem času oziroma Universal Time Coordinated – UTC, koordinati nadžarišča, globina žarišča in navorna magnituda

(M_w). Navorna magnituda je mera za velikost potresa, ki velja tudi za najmočnejše potrese in je določena s potresnim navorom. Ta je zmnožek strižnega modula (razmerja med strižno napetostjo in strižno deformacijo) kamnine prelomnega območja, površine potresnega pretrga in povprečne velikosti zdrsa ob prelomu. Lahko ga izračunamo iz zapisov potresnega valovanja ali iz geoloških opazovanj (Lapajne, 2013). V stolpcu o številu žrtev je navedeno skupno število žrtev za posamezni potres. Preglednica se konča z navedbo širšega nadžariščnega območja potresa.

Potres v Turčiji

Jugovzhod Turčije je 6. februarja ob 1.17 po UTC (4.17 po lokalnem času) strelsel rušilni potres z magnitudo 7,8, ki je bil tudi najmočnejši potres leta 2023. Nadžarišče potresa je bilo 37 km oddaljeno od turškega mesta Gaziantep z več kot milijon prebivalci. Devet



Slika 2: Skupno število žrtev potresov v posameznem letu v 21. stoletju

Figure 2: Total number of victims of earthquakes in each year of the 21st century

Datum	Čas (UTC)	Koordinati nadžarišča		Magnituda	Globina	Št. žrtev	Potresno območje
	ura.min	širina (°)	dolžina (°)				
8. 1.	12.32	14,95 S	166,88 E	7,0	29		pod morskim dnom, območje Vanuatuja
9. 1.	17.47	7,07 S	130,01 E	7,6	105		pod morskim dnom, Bandsko morje
18. 1.	6.06	2,74 N	127,03 E	7,0	29		pod morskim dnom, Moluško morje
20. 1.	22.09	26,75 S	63,10 W	6,8	597		Campo Gallo, Argentina
24. 1.	8.58	29,60 N	81,65 E	5,6	25	4	Jumla, Nepal
28. 1.	18.14	38,42 N	44,91 E	5,9	16	3	Zahodni Azerbajdžan, Iran
6. 2.	1.17	37,22 N	37,02 E	7,8	10	59.488	Kahramanmaras, Turčija
6. 2.	1.28	37,19 N	36,89 E	6,7	10	*	Kahramanmaras, Turčija
6. 2.	10.24	38,02 N	37,21 E	7,6	15	*	Kahramanmaras, Turčija
9. 2.	6.27	2,60 S	140,55 E	5,1	8	4	Abepura, Indonezija
14. 2.	13.16	45,10 N	23,19 E	5,6	10		Lelești, Romunija
20. 2.	17.04	36,16 N	36,02 E	6,3	16	13	Uzunbağ, Turčija
23. 2.	0.37	38,06 N	73,23 E	6,9	12		Murghob, Tadžikistan
27. 2.	9.04	38,23 N	38,28 E	5,2	10	2	Yeşilyurt, Turčija
1. 3.	5.36	4,83 S	149,50 E	6,6	601		pod morskim dnom, Bismarkovo morje
2. 3.	18.04	15,36 S	166,38 E	6,5	10		pod morskim dnom, območje otočja Vanuatu
4. 3.	6.41	29,50 S	178,80 W	6,9	210		pod morskim dnom, območje otočja Kermadec
16. 3.	0.56	30,17 S	176,20 W	7,0	10		pod morskim dnom, območje otočja Kermadec
18. 3.	17.12	2,84 S	79,85 W	6,8	64	18	pod morskim dnom, ob obali Ekvadorja
21. 3.	16.47	36,51 N	70,95 E	6,5	192	21	Hindukuš, Afganistan
22. 3.	16.00	23,48 S	66,51 W	6,5	210		Jujuy, Argentina
2. 4.	18.04	4,32 S	143,17 E	7,0	70	8	Ambunti, Papua Nova Gvineja
3. 4.	3.06	52,72 N	158,50 E	6,5	101		Kamčatka, Rusija
14. 4.	9.55	6,04 S	112,05 E	7,0	597	1	pod Javanskim morjem, območje Indonezije
18. 4.	4.31	22,32 S	179,43 E	6,7	596		pod morskim dnom, območje Fidžija
21. 4.	22.19	35,03 N	15,22 E	5,5	14		pod Sredozemskim morjem, v bližini Malte
24. 4.	0.41	29,99 S	177,81 W	7,1	29		pod morskim dnom, območje otočja Kermadec
24. 4.	20.00	0,80 S	98,52 E	7,1	34		pod morskim dnom, v bližini Zahodne Sumatre, Indonezija
28. 4.	3.13	25,19 S	178,46 E	6,6	563		pod morskim dnom, območje Fidžija
5. 5.	5.42	37,55 N	137,30 E	6,2	10	1	pod morskim dnom, območje Japonske
10. 5.	16.02	15,63 S	174,49 W	7,6	210		pod morskim dnom, območje Tonge
19. 5.	2.57	23,19 S	170,73 E	7,7	33		pod morskim dnom, območje otočja Loyalty
20. 5.	1.50	23,05 S	170,51 E	7,1	26		pod morskim dnom, območje otočja Loyalty
20. 5.	2.09	22,98 S	170,54 E	6,5	10		pod morskim dnom, območje otočja Loyalty
21. 5.	14.56	43,44 S	39,36 E	6,8	10		pod morskim dnom, območje otočja Prince Edward
25. 5.	3.05	8,92 N	77,09 W	6,5	13		pod morskim dnom, ob obali Paname
28. 5.	5.49	36,61 N	71,05 E	5,3	229	1	Afganistan
6. 6.	9.11	18,70 N	74,23 W	4,9	10	4	pod morskim dnom, ob obali Haitija
7. 6.	9.53	16,89 N	95,55 E	4,8	10	3	Mjanmar
15. 6.	18.06	22,99 S	177,11 W	7,2	179		pod morskim dnom, območje Tonge
2. 7.	10.27	17,88 S	174,95 W	6,9	229		pod morskim dnom, območje Tonge
10. 7.	20.28	20,05 N	61,07 W	6,6	14		pod morskim dnom, severno od Antigve in Barbude
16. 7.	6.48	54,39 N	160,76 W	7,2	25		pod morskim dnom, ob obali Aljaske
17. 7.	3.05	38,19 S	70,43 W	6,6	186		Loncopué, Argentina
19. 7.	0.22	12,80 N	88,08 W	6,5	71		pod morskim dnom, ob obali Salvadorja
16. 8.	12.47	13,89 S	167,23 E	6,5	188		pod morskim dnom, območje Vanuatov
17. 8.	17.04	4,35 N	73,58 W	6,2	10	2	Restrepo, Kolumbija

Datum	Čas (UTC)	Koordinati nadžarišča		Magnituda	Globina	Št. žrtev	Potresno območje
	ura.min	širina (°)	dolžina (°)	M_w	km		
28. 8.	19.55	6,81 S	116,53 E	7,1	514		pod morskim dnom, območje Indonezije
8. 9.	9.09	32,80 S	179,37 W	6,6	90		pod morskim dnom, območje otočja Kermadec
8. 9.	22.11	31,06 N	8,39 W	6,8	19	2960	Al Haouz, Maroko
18. 9.	3.10	44,02 N	11,68 E	5,1	10	1	Marradi, Italija
3. 10.	1.56	29,49 N	81,24 E	5,7	20	1	Dipayal, Nepal
7. 10.	6.41	34,60 N	61,93 E	6,3	10	1482	Herāt, Afganistan
7. 10.	7.12	34,58 N	61,89 E	6,3	10	*	Herāt, Afganistan
7. 10.	8.34	5,60 S	146,14 E	6,7	55	1	Orinma, Papua Nova Gvineja
7. 10.	8.40	5,48 S	146,15 E	6,9	74		pod morskim dnom, ob obali Papue Nove Gvineje
11. 10.	0.41	34,54 N	62,05 E	6,3	9	3	Herāt, Afganistan
15. 10.	3.36	34,66 N	62,13 E	6,3	6	4	Herāt, Afganistan
16. 10.	11.35	53,10 N	175,50 W	6,7	187		pod morskim dnom, območje Aljaske
31. 10.	11.10	17,52 S	179,01 W	6,5	550		pod morskim dnom, območje Fidžija
31. 10.	12.33	28,75 S	71,57 W	6,6	34		pod morskim dnom, ob obali Čila
3. 11.	18.02	28,85 N	82,16 E	5,7	17	153	Dhime, Nepal
8. 11.	4.52	6,44 S	129,75 E	6,7	10		pod morskim dnom, Bandsko morje
8. 11.	4.53	6,42 S	129,55 E	7,1	10		pod morskim dnom, Bandsko morje
8. 11.	13.02	6,13 S	129,87 E	6,7	10		pod morskim dnom, Bandsko morje
17. 11.	8.14	5,57 N	124,99 E	6,7	52	11	pod morskim dnom, Celebeško morje
22. 11.	4.47	14,96 S	167,97 E	6,7	13		pod morskim dnom, območje Vanuatov
24. 11.	9.05	20,13 N	145,52 E	6,9	16		pod morskim dnom, območje Severnih Marianskih otokov
27. 11.	21.46	3,56 S	144,04 E	6,5	8		pod morskim dnom, območje Papue Nove Gvineje
2. 12.	14.37	8,53 N	126,42 E	7,6	40	3	pod morskim dnom, Filipinsko morje
3. 12.	10.35	8,49 N	126,75 E	6,6	56		pod morskim dnom, Filipinsko morje
3. 12.	19.49	8,93 N	126,59 E	6,9	31		pod morskim dnom, Filipinsko morje
7. 12.	12.56	20,62 S	169,31 E	7,1	48		pod morskim dnom, območje Vanuatov
18. 12.	15.59	35,74 N	102,81 E	5,9	10	151	Gansu, Kitajska
28. 12.	9.15	44,58 N	148,99 E	6,5	24		pod morskim dnom, območje Kurilskih otokov

Preglednica 1: Seznam potresov leta 2023, katerih navorna magnituda M_w je bila enaka ali večja od 6,5 oziroma 5,5 za evropsko in sredozemsko območje. Dodani so potresi (17), katerih magnituda je bila sicer manjša od 6,5 oziroma 5,5, vendar so zahtevali smrtno žrtve. * – vse žrtve so pripisane k prvemu potresu.

Table 1: The earthquakes in 2023 with a moment magnitude (M_w) equal to or greater than 6.5 (5.5 for the European-Mediterranean region). Earthquakes with magnitudes below 6.5 (5.5) which claimed human lives are also included.

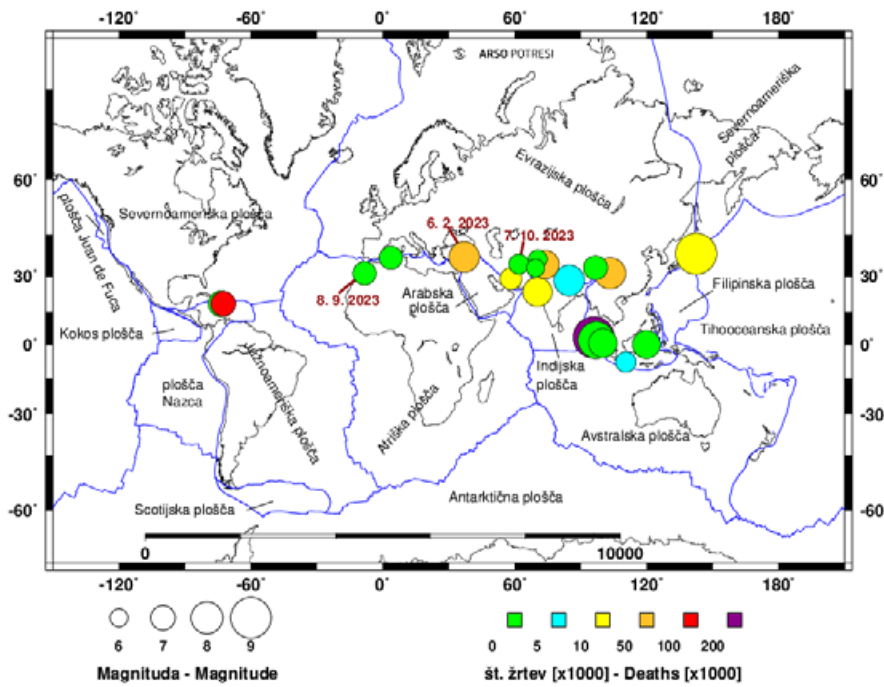
J = South; S = North; Z = West; V = East; * – all victims are attributed to the first earthquake

ur pozneje (ob 10.24 po UTC) mu je sledil še en zelo močen potres z magnitudo 7,6, katerega žarišče je bilo 95 km severovzhodno od prvega. Obema so sledili številni popotresi, v roku enega dne več kot 570 in več kot 30.000 do maja 2023. Nekateri izmed njih so imeli magnitudo nad 6,0 (Wikipedia, 2024c).

Potresa sta se zgodila na različnih segmentih Vzhodnoanatolskega prelomnega sistema. Vzhodnoanatolski prelom je 600 kilometrov dolg zmični prelom, ki loči manjšo Anatolsko ploščo od Arabske. Ta se premika proti severu in potiska Anatolsko ploščo proti zahodu (modri puščici na sliki 4). Karta potresne

nevarnosti Turčije jasno prikazuje visoko potresno nevarnost vzdolž tega preloma. Kmalu po potresih 6. februarja so meritve in primerjave satelitskih posnetkov, terenske raziskave ter lokacije popotresov potrdile, da je potres magnitude 7,8 pretrgal 300 km dolg odsek Vzhodnoanatolskega preloma med Antiohijo in Çelikhanom. Drugi potres z magnitudo 7,6 se je zgodil na ločni, 150 km dolgi prelomni coni, ki je vključevala preloma Çardak in Doğanşehir na severu (Hussain in sod., 2023; Rajh in Cecić, 2023).

Potresi so razdejali cela naselja v Turčiji in Siriji, zahtevali so vsaj 62.013 življenj (53.537 v Turčiji in 8476



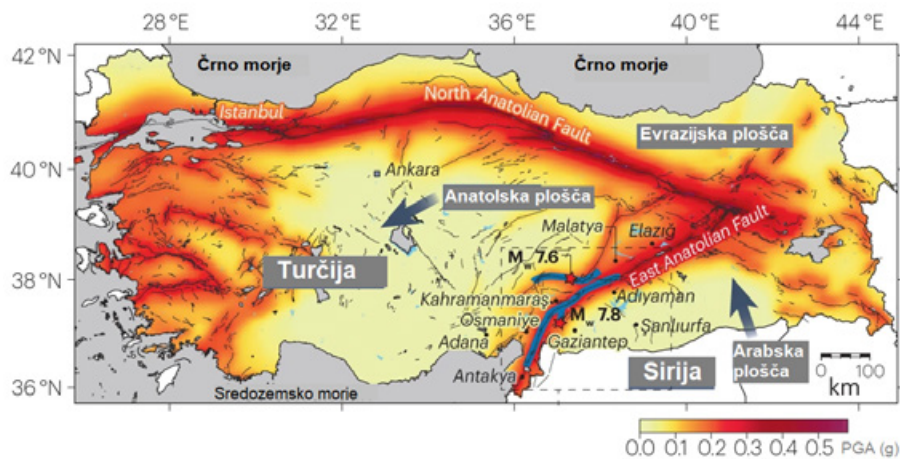
Slika 3: Porazdelitev 20 najbolj smrtonosnih potresov v 21. stoletju (po podatkih do 13. 5. 2024). Velikost krogov kaže potresno magnitudo, barva pa število žrtev. Prikazane so glavne tektonske plošče (modra črta).

Figure 3: Distribution of the twenty deadliest earthquakes of the 21st-century (according to data up to 13.5.2024). The size of the circle indicates the magnitude, and the colour designates the total number of victims. The main tectonic plates are also shown (blue line)

	Št. žrtev	Magnituda	Lokacija	Datum potresa
1	227.898	9,1*	Sumatra, Indonezija**	26. 12. 2004
2	160.000	7,0	Port-au-Prince, Haiti	12. 1. 2010
3	87.587	7,9*	Sečuan, Kitajska	12. 5. 2008
4	87.351	7,6	Kašmir, Pakistan	8. 10. 2005
5	62.013	7,8*	Kahramanmaras, Turčija	6. 2. 2023
6	34.000	6,6	Bam, Iran	26. 12. 2003
7	20.085	7,7	Gujarat, Indija	26. 1. 2001
8	19.759	9,1*	Honšu, Japonska**	11. 3. 2011
9	8.964	7,8	Gorkha, Nepal	25. 4. 2015
10	5.782	6,4	Java, Indonezija	26. 5. 2006
11	4.340	7,5	Palu, Indonezija	28. 9. 2018
12	2.960	6,8	Al Haouz, Maroko	8. 9. 2023
13	2.698	6,9	Činghai, Kitajska	3. 4. 2010
14	2.266	6,8	Boumerdès, Alžirija	21. 5. 2003
15	2.248	7,2	Petit-Trou-de-Nippes, Haiti	14. 8. 2021
16	1.482	6,3	Herāt, Afganistan	7. 10. 2023
17	1.313	8,6*	Sumatra, Indonezija**	28. 3. 2005
18	1.200	6,1	Hindukuš, Afganistan	25. 3. 2002
19	1.163	6,0	Srah Kandah, Afganistan	21. 6. 2022
20	1.115	7,6	Sumatra, Indonezija**	30. 9. 2009

Preglednica 2: Seznam 20 najbolj smrtonosnih potresov v 21. stoletju (po podatkih do 13. 5. 2024). Poudarjeni so trije, ki so se zgodili leta 2023. * – tudi najmočnejši potres v tem letu; ** – žarišče potresa je bilo pod morskim dnom.

Table 2: The twenty deadliest earthquakes of the 21st-century (according to data up to 13.5.2024). Three that occurred in 2023 are coloured. * – also the strongest earthquake of the year; ** – the epicentre of the earthquake was under the sea



Slika 4: Karta potresne nevarnosti Turčije. Z rdečo zvezdico sta označena potresa, ki sta se zgodila 6. februarja 2023, z modro črto pa del aktiviranega preloma (prirejeno po: Hussain in sod., 2023). North Anatolian Fault – Severnoanatolski prelom, East Anatolian Fault – Vzhodnoanatolski prelom.

Figure 4: Earthquake hazard map of Turkey. The earthquakes that occurred on 6 February 2023 are marked with a red star; part of the activated fault is marked with a blue line (Hussain et al., 2023)

v Siriji), poškodovanih je bilo več kot 121.000 ljudi, 1,5 milijona pa jih je ostalo brez strehe nad glavo. S poškodbami prizadeto območje se je raztezalo na 350.000 km² površine, kar ustreza površini približno sedemnajstih Slovenij (Wikipedia, 2024c).

Več dejavnikov je vplivalo, da so bile posledice tako tragične. Prvi potres se je zgodil ponoči, ko so ljudje še spali in bili zato večinoma doma. Drugi močen potres je stanje ujetih pod ruševinami samo še poslabšal. Poškodovane ceste, zimske razmere in motnje v komunikacijah so ovirale reševanje. Pri potresih se je aktiviralo veliko območje ob Vzhodnoanatolskem prelomnem sistemu, ki je večje od Slovenije in gosto poseljeno zaradi naravnih danosti (voda, rodovitna zemlja). Potresi so bili plitvi (žarišče približno 10 km globoko), prelomni pretrgi so segali tudi do površja, kjer so se pojavile razpoke in zdrsi tal, prišlo je tudi do obsežne likvifikacije oziroma utekočinjenja tal (Gosar, 2017). Ti učinki so skupaj z intenzivnim tresenjem tal imeli obsežen vpliv na stavbe in infrastrukturo

prizadetih stanovanjskih območij, kar ni povzročilo le konstrukcijske in nekonstrukcijske škode, temveč zahtevalo tudi veliko življenj. Zgradbe so v kratkem času prestale zelo velike premike, zato so se poškodbe hitro kopičile (slika 5). Številne, tudi armirano betonske, zgradbe na območjih, ki sta jih prizadela dva močna potresa, so bile zgrajene s slabšimi materiali in mnogimi konstrukcijskimi nepravilnostmi, kar je v nasprotju s turškimi predpisi o potresno odporni gradnji. Slike popolnoma porušeni stavb in veliko smrtnih žrtev so oster opomin, da slabe gradbene prakse zelo prispevajo, da so posledice potresov katastrofalne. Stavbe iz armiranega betona v Turčiji naj bi bile zgrajene v skladu s standardi, ki so bili nazadnje posodobljeni leta 2018. Ti predpisi zagotavljajo največjo verjetnost reševanja življenj, saj omogočajo, da zgradbe prenesejo potres ali se porušijo na predvidljive načine, da se prebivalcem omogoči pobeg skozi znane »varne« poti. Vendar pa je uveljavljanje gradbenih predpisov vedno izziv, še posebej v veliko državah z nizkimi in srednjimi dohodki. Od leta 1960



Slika 5: Avtomobili pod močno poškodovano zgradbo v kraju Gölbaşı v Turčiji (levo), uničenje v kraju Jindires v Siriji (desno) (Wikipedia, 2024c).

Figure 5: Cars under a heavily damaged building in Gölbaşı, Turkey (left); Destruction in Jindires, Syria (right) (Wikipedia, 2024c)

turška vlada tudi redno podeljuje tako imenovane gradbene amnestije, pri katerih se lahko v zameno za plačilo izvajalci izogonejo obveznosti izpolnjevanja gradbenih predpisov. Po podatkih turškega ministrstva za okolje, urbanizacijo in podnebne spremembe je bilo po letu 2018 na območju, ki ga je prizadel potres februarja 2023, legaliziranih 294.165 neustreznih zgradb, največ prav v provinci Hatay, kjer se je porušilo največ zgradb.

Dodaten dejavnik je revščina. V najbolj prizadetih turških provincah je stopnja revščine višja kot v zahodnem delu Turčije. Poleg tega je na tem območju, tako na turški kot sirski strani, zaradi vojnih razmer v Siriji zelo veliko beguncev. Begunci in obubožani domačini so tudi bolj ranljivi za naravne nesreče, saj zaradi razmer pogosteje živijo v prenatrpanih stanovanjih slabše kakovosti. Prav zaradi državljanske vojne v Siriji je pomoč do Sircev, prizadetih v potresu, prihajala zelo počasi (slika 5). Tudi poročila o škodi in umrlih s tega območja so bila sprva zelo skopa (Mavroulis in sod., 2023; Hussain in sod., 2023; Wikipedia, 2024c).

Potres v Maroku

Septembra je močen potres prizadel tudi Maroko. Zgodil se je 8. septembra pozno zvečer ob 22.11 po UTC (ob 23.11 po lokalnem času) 74 km jugozahodno od Marakeša, ki ima približno 929.000 prebivalcev in leži ob vznožju Visokega Atlasa. Maroko je blizu Azorsko-Gibraltarskega transformnega preloma, ki je meja med Afriško ploščo in Evrazijsko ploščo. Potres z magnitudo 6,8 je zahteval skoraj 3000 žrtev (večino zunaj mest), več kot 5600 je bilo ranjenih.

To je najmočnejši instrumentalno zabeležen potres v Maroku in najsmrtonosnejši v državi po potresu v Agadirju leta 1960, ko je umrlo več kot 12.000 ljudi. Poškodovanih je bilo najmanj 40.759 hiš in 2930 vasi. Večina škode je nastala zunaj mest, kjer so bile nekatere vasi popolnoma porušene. Pomemben dejavnik k velikemu številu žrtev je bil tudi v tem primeru nočni čas potresa. Agadirski potres je sicer spodbudil spremembe v gradbenih pravilih v Maroku, vendar številne, zlasti podeželske zgradbe, še vedno niso zgrajene tako, da bi zdržale take tresljaje (Wikipedia, 2023č).

Potres v Afganistanu

Oktober 2023 so štirje močni potresi in številni šibkejši popotresi prizadeli provinco Herāt v zahodnem delu Afganistana. Afganistan leži znotraj širokega in zapletenega območja trka med Arabsko ploščo, Indijsko ploščo in Evrazijsko ploščo. Je ena izmed najbolj potresno dejavnih območij na svetu, s številnimi aktivnimi prelomi (Shnizai in sod., 2022). Prva dva potresa, z magnitudo 6,3, sta se zgodila 7. oktobra ob 6.11 in 6.42 po UTC (ob 11.11 in 11.42 po lokalnem času). V potresih naj bi izgubilo življenje 1482 oseb. 90 odstotkov žrtev so bile ženske in otroci, ki so bili v času potresa doma. Uničenih naj bi bilo več kot 21.500 domov (slika 7), še vsaj 17.080 pa močno poškodovanih. Poškodovanih je bilo tudi veliko bolnišnic in šol. Nekaj vasi je bilo zravnanih s tlemi. Dodatno sta k uničenju prispevala še potresa, ki sta se zgodila 11. oktobra ob 5.11 in 15. oktobra ob 8.06 po lokalnem času, oba z magnitudo 6,3. Na tem območju so uničujoči učinki potresov zelo pogosti.



Slika 6: Uničena vas v Atlaškem gorovju (Wikipedia, 2024č)

Figure 6: Earthquake damage in the Atlas Mountains (Wikipedia, 2024č)



Slika 7: Uničena hiša v Haratu v Afganistanu (EMSC, 2023)

Figure 7: A destroyed house in Harat, Afghanistan (EMSC, 2023)

Poleg plitvega žarišča tokratnih potresov so vzroki za to bližina gosto naseljenih območij in nizka kakovost gradnje (npr. hiše iz blata) ter težke vsesplošne razmere v državi, kjer se spoprijemajo z dolgoletno sušo, humanitarno krizo, pomanjkanjem sredstev in razseljevanjem, ki ga povzročajo desetletja vojne. Pomoč je po potresu zelo težko prišla pravočasno do prizadetih ljudi. Na tisoče ljudi je pred zimo ostalo brez strehe nad glavo.

Niz potresov s podobno magnitudo, brez izrazito močnejšega, ki bi bil glavni potres na istem območju, imenujejo tudi potresni roj (Lapajne, 2013). Vendar se v primeru oktobrskih potresov zaradi magnitude nad 6,0 znanstveniki bolj nagibajo k hipotezi o učinku domin, tj. prenosu napetosti z enega preloma na drugega, a bodo za njeno potrditev potrebne še obširnejše analize dogodka (Shapou 2023; Wikipedia, 2023d).

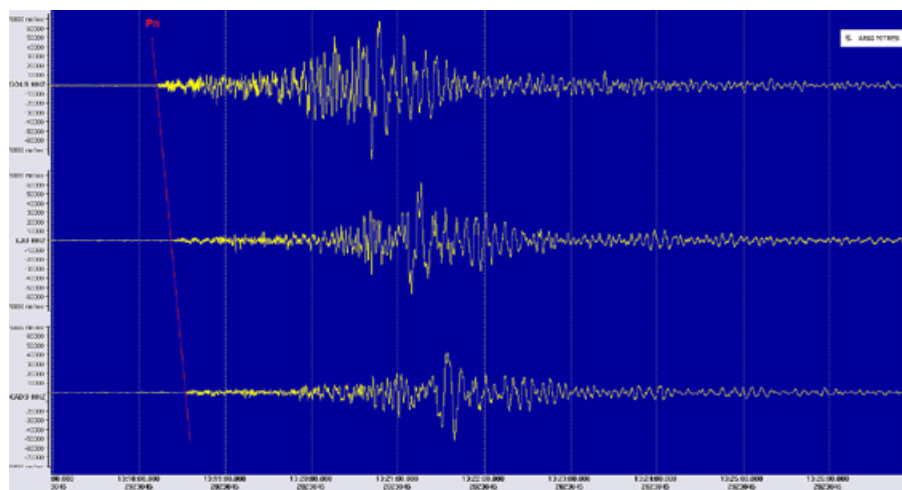
Najmočnejši potres v Evropi ($M_w = 5,6$) se je zgodil 14. februarja ob 13.16 po UTC (ob 15.16 po lokalnem

času) v bližini kraja Lelești v Romuniji. V potresu so bila prizadeta okrožja Dolj, Hunedoara in Mehedinți, najbolj pa okrožje Gorj, kjer je bilo poškodovanih najmanj 484 hiš in dve cerkvi. Skalni podori so se sprožili v narodnem parku Defileul Jiului. Devetnajst ljudi je bilo poškodovanih, na srečo pa potres ni zahteval življenj (Wikipedia, 2023a).

Potresno valovanje potresa, ki se je širilo od žarišča potresa v Romuniji, so zabeležile tudi potresne opazovalnice v Sloveniji. Na sliki 8 je prikazan seizmični zapis navpične komponente potresa na treh slovenskih potresnih opazovalnicah. Opazovalnica GOLŠ v Pavlovi vasi je od nadžarišča potresa oddaljena približno 600 km in primarno potresno valovanje (Pn) je do nje potovalo 82 sekund, do opazovalnice LJU v Ljubljani na razdalji 685 km pa 93 sekund in do 748 oddaljene opazovalnice CADŠ v Čadrgu 101 sekundo.

SKLEPNE MISLI

Leta 2023 je bilo po svetu 55 potresov, ki so dosegli ali presegli navorno magnitudo 6,5. Med njimi jih je bilo le dvanajst, ki svojega žarišča niso imeli pod morskim dnom. 29 potresov je zahtevalo človeška življenja, skupaj je umrlo vsaj 64.343 ljudi, kar je največ po letu 2010. Februarja 2023 so svet pretresle posledice dveh močnih potresov z žariščem v bližini turško-sirske meje. Prvi je bil z magnitudo 7,8 tudi najmočnejši potres leta 2023. Veliko žrtev je bilo tudi septembra v Maroku in oktobra v Afganistanu. Najmočnejši potres v Evropi z navorno magnitudo 5,6 je februarja stresel Romunijo.



Slika 8: Seizmični zapis navpične komponente potresa 14. februarja 2023 (Romunija) na potresni opazovalnici v Pavlovi vasi (GOLŠ), Ljubljani (LJU) in v Čadrgu (CADŠ). Prikazan je 10-minutni zapis, zrisan v enakem merilu amplitude nihanja tal. Na zapisu je označen vstopni čas Pn faze potresnega valovanja.

Figure 8: Z-component seismogram of the earthquake on 14 February 2023 in Romania, as recorded at a station in Pavlova vas (GOLŠ), Ljubljana (LJU) and Čadrg (CADŠ). The figure shows a 10-minute record of the earthquake, drawn to the same ground motion amplitude scale. The arrival times of the Pn phase are marked on the record

Viri in literatura

- EMSC, 2023. Earthquake sequence in Western Afghanistan, October 2023. Euro-Mediterranean Seismological Centre. https://emsc-csem.org/Special_reports/?id=318, 15. 5. 2024.
- Hussain, E., Kalaycıoğlu, S., Milliner, C. W. D., Çakir, Z., 2023. Preconditioning the 2023 Kahramanmaraş (Türkiye) earthquake disaster. *Nat Rev Earth Environ* 4, 287–289. <https://doi.org/10.1038/s43017-023-00411-2>, 13. 5. 2024.
- Gosar, A. 2017. Likvifikacija sedimentov ob potresu, *Ujma* št. 31, 151–156.
- ISC, 2023. International Seismological Centre, *Summ. Bull. Intern. Seismol. Cent.*, July - December 2020, Vol 57 (No II), Thatcham, United Kingdom, 2023, <http://publications.isc.ac.uk/index.php/summary>, 14. 5. 2024.
- Jesenko, T., 2023. Močnejši potresi po svetu 2022, *Ujma*, št. 37, 108–115.
- 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>.
- Mavroulis, S., Agryropoulos, I., Vassilakis, E., Cayridis, P., Lekkas, E., 2023. Controlling Damage Caused by the 6 February 2023 Earthquakes in East Anatolia. *Geosciences* 2023, 13, 303. <https://doi.org/10.3390/geosciences13100303>, 15. 5. 2024.
- NEIC, 2023a. M 7.8 - Pazarcik earthquake, Kahramanmaraş earthquake sequence. US Department of the Interior. Geological Survey, National Earthquake Information Center. <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000jllz/executive>, 13. 5. 2024.
- NEIC, 2023b. M 7.5 - Elbistan earthquake, Kahramanmaraş earthquake sequence. US Department of the Interior. Geological Survey, National Earthquake Information Center. <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000jlqa/executive>, 13. 5. 2023.
- NEIC, 2024a. Significant Earthquakes – 2023. US Department of the Interior. Geological Survey, National Earthquake Information Center. <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/browse/significant.php?year=2023>, 13. 5. 2024.
- NEIC, 2024b. Search Earthquake Catalogue. US Department of the Interior. Geological Survey, National Earthquake Information Center. <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>, 13. 5. 2024.
- NEIC, 2023c. Lists, Maps and Statistics. US Department of the Interior. Geological Survey, National Earthquake Information Center. <https://www.usgs.gov/natural-hazards/earthquake-hazards/lists-maps-and-statistics>, 15. 5. 2024.
- Rajh, G., Cecić, I., 2023. Potresi v jugovzhodni Turčiji 6. februarja 2023. *Življenje in tehnika*, 2023, 74 (4), 24–35.
- Shapou, R., 2023. Nature's Fury: The Herat earthquakes of 2023, Afghanistan Analysts Network. <https://www.afghanistan-analysts.org/en/reports/economy-development-environment/natures-fury-the-herat-earthquakes-of-2023/>, 15. 5. 2024.
- Shnizai, Z., Talebian, M., Valkanotis, S., Walker, R., 2022. Multiple factors make Afghan communities vulnerable to earthquakes, Temblor, <http://doi.org/10.32858/temblor.266>.
- Wikipedia, 2024a. List of earthquakes in 2023. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_earthquakes_in_2023, 13. 5. 2024.
- Wikipedia, 2024b. Lists of 21st-century earthquakes. https://en.wikipedia.org/wiki/Lists_of_21st-century_earthquakes#List_of_deadliest_earthquakes, 13. 5. 2024.
- Wikipedia, 2024c. 2023 Turkey–Syria earthquakes. https://en.wikipedia.org/wiki/2023_Turkey-Syria_earthquakes, 15. 5. 2024.
- Wikipedia, 2024č. 2023 Al Haouz earthquake. https://en.wikipedia.org/wiki/2023_Al_Haouz_earthquake, 15. 5. 2024.
- Wikipedia, 2023d. 2023 Herat earthquakes. https://en.wikipedia.org/wiki/2023_Herat_earthquakes, 15. 5. 2024.