

Paneuropska seizmička aktivnost u 2015. godini

SAŽETAK: U ovom radu obrađena je paneuropska seizmička aktivnost u prvih 10 i pol mjeseci 2015. godine, zaključno s 15. studenog. Rad je izrađen na temelju podataka preuzetih s internetske stranice servisa za praćenje potresa Europsko-mediteranskog seizmološkog centra. Podatci o potresima prvo su analizirani s obzirom na njihovu magnitudu i dubinu, a potom i s obzirom na njihovu lokaciju (povezujući je s granicama tektonskih ploča). Dani su prikazi potresa na paneuropskom području za spomenuto razdoblje te, usporedbe radi, prikazi potresa na istom području u ranijem razdoblju. Na kraju je kao rezultat izrađena karta koja prikazuje rizik od pojave potresa na temelju podataka iz 2015. godine.

KLJUČNE RIJEČI: potres, dubina potresa, magnituda, paneuropska seizmička aktivnost, tektonske ploče, divergentne granice, konvergentne granice.

Pan-European seismic activity in 2015

ABSTRACT: The paper presents pan-European seismic activity during the first 10 and half months of the year 2015 (by November 15). This study was made based on data downloaded from web page for registering earthquakes run by European-Mediterranean Seismological Centre. First, earthquake data were analyzed according to their magnitude and depth and after that based on their location (in relation to tectonic plate boundaries). Graphical representations of the earthquakes in the selected area were given (for the mentioned time period and for some earlier period of time). Result was a map showing the risk of occurring of earthquakes based on the data collected in the year 2015.

KEYWORDS: earthquake, earthquake depth, magnitude, pan-European seismic activity, tectonic plates, divergent boundaries, convergent boundaries.

1. UVOD

Potresi mogu uzrokovati velike materijalne štete, ali ono što je još gore, oni odnose prosječno 15000 ljudskih života godišnje. S druge strane, potresi su značajni s geoznanstvenog stajališta prvenstveno iz dva razloga. Događaj u žarištu potresa izraz je tektonike ploča i omogućava saznanja o pomacima i deformacijama unutar Zemlje, a kako se potresi šire kroz Zemljino tijelo u obliku elastičnih valova, u sebi sadrže informacije o elastičnim strukturama Zemljine unutrašnjosti (Bašić, 2015). Zbog ovih se razloga konstantno razvijaju tehnologije za mjerenje i predviđanje potresa te postoje mnogi servisi za njihovo praćenje.

U radu je obrađena seizmička aktivnost na paneuropskom području u 2015. godini (zaključno s 15. studenog 2015) s posebnim osvrtom na pomicanje i granice tektonskih ploča kao jednim od najčešćih uzročnika potresa. Područje promatranja obuhvaćalo je širi teritorij Europe omeđen pravokutnikom, čije su granice: s južne strane geografska širina 35,741°, sa sjeverne strane geografska širina 73,857°, na istoku geografska dužina 41,749° te na zapadu geografska dužina 24,634° (u daljnjem tekstu Paneuropa).

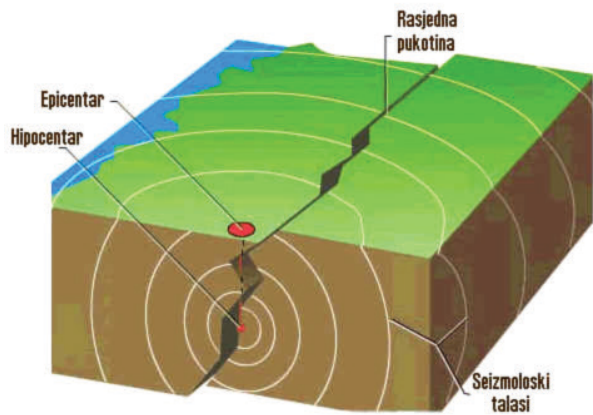
Cilj je rada bio proučiti paneuropsku seizmičku aktivnost u posljednjoj godini te vidjeti prati li ona uobičajeni trend ili su se dogodile kakve značajnije promjene. Pretpostavljeno je da će se potresi događati uglavnom na istim područjima kao i do sada. Glavni izvor informacija bio je

internetski servis Europsko-mediteranskog seizmološkog centra (engl. European-Mediterranean Seismological Centre - EMSC) odakle su prikupljeni svi podaci o potresima. EMSC, koji je pod upravom Laboratorija za geofizičku detekciju (franc. Laboratoire de Détection Géophysique - LDG) u Francuskoj, prikuplja i objedinjuje podatke različitih seizmoloških opservatorija (trenutno od 84 instituta iz 55 zemalja) (URL-1).

1.1. PREGLED POJMOVA I TERMINOLOGIJE

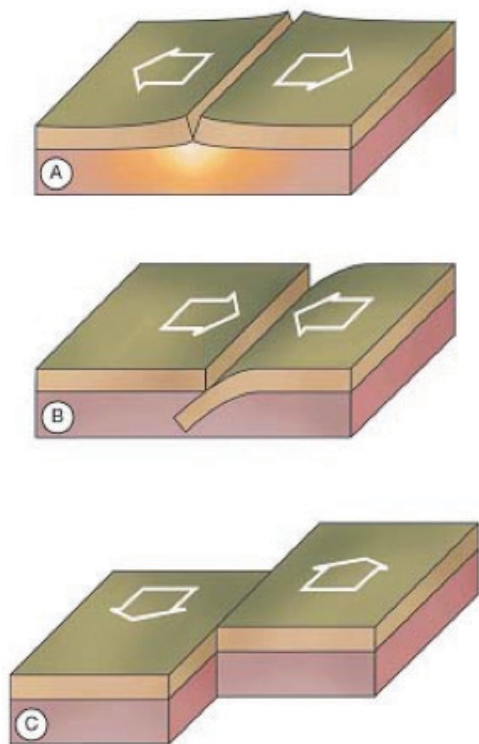
Potres je kratkotrajna vibracija prouzročena poremećajima i pokretima u Zemljinoj kori i litosferi zbog naglog oslobađanja energije u unutrašnjosti Zemlje (Bašić i Markovinović, 2015). Najčešće nastaje pucanjem stijena u Zemljinoj unutrašnjosti ili pomicanjem tektonskih ploča, a u manjem broju slučajeva potres može uzrokovati i vulkanska ili magmatska aktivnost. Potresi mogu biti prirodni ili umjetno izazvani. Prirodni potresi su tektonski, vulkanski i urušni, dok umjetne potrese mogu izazvati eksplozije prilikom miniranja, pražnjenja akumulacijskih jezera i sl. Razornost posljedica potresa ovisi o količini oslobođene energije te o mjestu i vremenu događaja.

Potres nastaje u unutrašnjosti Zemlje u mjestu koje nazivamo žarište ili hipocentar, dok se mjesto na površini Zemlje gdje se potres najjače osjeti zove epicentar. Na slici 1.1. prikazani su epicentar i hipocentar potresa te način na koji se šire seizmički valovi.



Slika 1.1. Epicentar i hipocentar potresa te način na koji se šire seizmički valovi.

Najmanji dio potresa (oko 3%) čine urušni potresi koji nastaju prilikom urušavanja šupljina u Zemljinoj kori zbog djelovanja vode. Takvi su potresi plitkog žarišta, malog potresnog područja i male energije. Vulkanski potresi, koji čine oko 7% svih potresa na Zemlji, uzrokovani su udarcem u Zemljinu koru tijekom erupcije vulkana. Imaju malu dubinu žarišta i malo potresno područje, no unatoč tome mogu biti dosta jaki. Najveći dio (čak 90%) svih potresa su tektonski potresi nastali uslijed tektonskih pokreta u litosferi (Bašić, 2015). Zemljina se litosfera sastoji od pomičnih tektonskih ili litosfernih ploča, a najsnažniji se potresi događaju upravo pri rubovima tih ploča. Gibanje ploča se ne događa glatko i postupno; rasjedi duž kojih ploče nalježu jedna na drugu nemaju glatke površine, već na njima ima mnogo neravnina, ispupčenja i udubljenja. Zbog toga se na kontaktnoj zoni dviju ploča javlja određen otpor koji utječe na mirovanje ploča. Duž rubova stalno raste tlak sve dok stijene napokon ne popuste i ploče se pomaknu. Pritom se pohranjena energija širi u svim smjerovima u obliku seizmičkih valova koji izazivaju potrese (URL-3).



Slika 1.2. Granice litosfernih ploča: A) divergentna, B) konvergentna, C) transformni rasjed (URL-4)

Postoje četiri tipa granica među pločama: konvergentne granice, divergentne granice, transformni rasjedi i zone granica ploča. Konvergentna granica je granica litosfernih ploča koja se javlja na mjestu gdje se dvije ploče pomiču jedna prema drugoj pri čemu dolazi do subdukcije (jedna ploča tone pod drugu) ili kontinentalne kolizije (između dvije kontinentalne tektonske ploče). Za zone subdukcije tipični su dubokomorski jarci, a česta je i pojava vulkanizma zbog trenja i zagrijavanja. Divergentne granice nastaju na mjestima širenja središta gdje se dvije ploče odvajaju te se stvara nova kora od izlazeće magme iz plašta. Područje između dviju ploča koje prolaze jedna pokraj druge zove se transformni rasjed dok zonama granica ploča nazivamo područja gdje granice nisu dobro definirane zbog toga što se deformacije uslijed pomicanja tektonskih ploča događaju na širem području (Bašić i Markovinović, 2015). Slika 1.2. prikazuje gibanje litosfernih ploča pri kojem nastaju divergentne i konvergentne granice litosfernih ploča te transformni rasjedi.

2. PRAĆENJE I PREDVIĐANJE POTRESA

Potresi su se sve do kraja 19. stoljeća bilježili pisanom riječi – opisima preživjelih. Izumom seizmografa (talijanski fizičar Filippo Cecchi 1875. godine) započinje sustavno bilježenje i praćenje razornih učinaka potresa. Preteča seizmografa je sprava korištena u Kini već 132. godine, koja je pokazivala smjer seizmičkih valova na Zemljinoj površini (URL-5). Danas se potresi mogu redovito pratiti, a djelomično i predvidjeti. Seizmograf registrira pomak, brzinu ili akceleraciju tla. Uvođenjem seizmografa započinje razdoblje proučavanja, mjerenja i praćenja potresa opisivanjem magnitude i intenziteta svakog potresa.

Jedna od mjera koja se često koristi za opisivanje potresa je njegova jakost ili magnituda. Ona predstavlja energiju oslobođenu prilikom potresa, a temelji se na njegovoj amplitudi. Najčešće se izražava stupnjevima Richterove ljestvice (ML ili lokalna magnituda) koja poprima vrijednosti od 0 do 9. Potresi se još mogu opisati pomoću magnitude površinskih valova (MS, engl. surface-wave magnitude), magnitude izvorišnih valova (Mb, engl. body-wave magnitude) i trenutne magnitude (Mw, engl. moment magnitude) (URL-6).

Iako mnogi pokazatelji najavljuju potres (promjena magnetskoga polja, vibracije, pojačano isparavanje nekih plinova, neobično ponašanje životinja), moderna tehnologija još uvijek nema pouzdanih načina za njegovo točno predviđanje. Današnje se procjene temelje na procjeni seizmičkog rizika, što u stvari znači povezivanje tektonske građe i seizmičnosti te, na osnovu toga, mikrozoniranje, kojim se procjenjuje očekivani intenzitet potresa na određenom području. Rezultat je tog procesa karta seizmičkog zoniranja koja definira potresima često pogođena područja (seizmička ili seizmički aktivna područja) i područja u kojima su potresi rijetki ili se uopće ne događaju (aseizmička područja). Najveći dio kontinenta i oceana je aseizmički, a najveći i najjači potresi događaju se u dvama seizmičkim pojasevima: cirkumpacifičkom i mediteransko-transazijskom. Na cirkumpacifički pojas otpada oko 81% potresima oslobođene energije. Mediteransko-transazijski pojas, koji uključuje europsko tlo (pa tako i Hrvatsku), proteže se od Kanarskih otoka preko Gibraltara, Sredozemnog mora, obuhvaća Apeninski i Balkanski poluotok te prolazi kroz Tursku u azijski dio gdje se nastavlja kavkaskim i armenskim planinama preko Iranske visoravni i Himalaje sve do Tajlanda te Sumatre i Jave, spajajući se ondje s cirkumpacifičkim pojaskom. Ovaj pojas uglavnom prati planinske masive i na njega se odnosi oko 17 % svjetske seizmičke aktivnosti. U Europi potresi najčešće pogađaju jugoistočni dio, koji uključuje brdska područja Apenina i Balkana (Nola i dr, 2013).

3. PANEUROPSKA SEIZMIČKA AKTIVNOST U 2015. GODINI

3.1. PREUZIMANJE PODATAKA

Prilikom preuzimanja podataka definirana je granica područja obuhvata te vremenski interval koji su navedeni u uvodnom poglavlju. Servis nudi sljedeće podatke o potresima: datum, UTC vrijeme, geografsku širinu, geografsku dužinu, dubinu, tip dubine, magnitudu, tip magnituda, regiju, vrijeme zadnjeg obnavljanja podataka te identifikacijski broj. Geografska širina i dužina, odnosno podaci o lokaciji potresa, korišteni su za izradu karata koje prikazuju potrese (slike 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7. i 3.8) zajedno s podacima o magnitudi i dubini. Magnitude i dubine potresa korištene su pri numeričkoj analizi čiji su rezultati iskazani u obliku tablica (tablice 3.1. i 3.2) i grafičkih prikaza (slike 3.1. i 3.2). Datum, UTC vrijeme, tipovi dubine i magnitude nisu analizirani jer je istraživanje koncentrirano na povezivanje lokacija potresa s granicama litosfernih ploča.

	Broj potresa	Max. dubina [km]	Min. dubina [km]	Prosječna dubina [km]	Max. magnituda	Min. magnituda	Prosječna magnituda
Siječanj	336	0	0	15	5,4	1,2	2,5
Veljača	1111	309	1	14,8	4,8	0,8	2,5
Ožujak	1263	253	0	14,1	4,7	1,2	2,5
Travanj	1157	427	0	15,1	4,7	1,5	2,4
Svibanj	1091	667	0	17	4,9	1,5	2,5
Lipanj	1198	326	0	14,4	5,3	1	2,5
Srpanj	1231	304	0	13,8	5	1,5	2,5
Kolovoz	1056	290	0	16,2	4,6	1,5	2,4
Rujan	1048	328	0	15,4	4,8	0,9	2,4
Listopad	1083	287	0	15,7	5,1	1,5	2,5
Studeni	410	289	0	15,6	4,8	1,5	2,5
Σ	11795						

Tablica 3.1. Tablica s podacima o ukupnom broju potresa

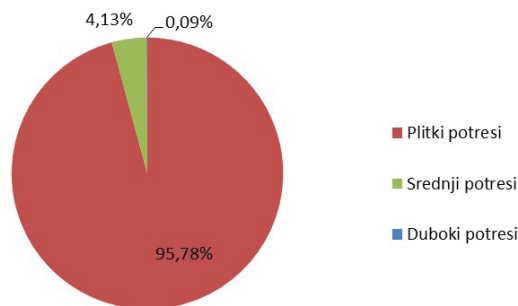
Mjesec	Dubina potresa	Broj potresa	Prosječna dubina [km]	Prosječna magnituda
Siječanj	Plitki	1097	9,6	2,5
	Srednji	48	125,1	3,2
	Duboki	2	330	3,8
Veljača	Plitki	1071	10,5	2,5
	Srednji	39	127,6	3
	Duboki	1	309	2,7
Ožujak	Plitki	1214	9,7	2,4
	Srednji	49	123,6	2,9
	Duboki	0	/	/
Travanj	Plitki	1118	10,6	2,4
	Srednji	37	134,5	2,8
	Duboki	2	369,5	3,3
Svibanj	Plitki	1036	10	2,4
	Srednji	52	133,2	2,7
	Duboki	3	436	2,9
Lipanj	Plitki	1146	9,1	2,4
	Srednji	51	127,5	2,7
	Duboki	1	326	3,1
Srpanj	Plitki	1189	9,6	2,5
	Srednji	41	128	2,8
	Duboki	1	304	2,9
Kolovoz	Plitki	1007	10,4	2,4
	Srednji	49	134,5	2,8
	Duboki	0	/	/
Rujan	Plitki	995	9,4	2,4
	Srednji	52	123,1	2,7
	Duboki	1	328	3
Listopad	Plitki	1035	10,3	2,5
	Srednji	48	134,1	2,7
	Duboki	0	/	/
Studeni	Plitki	389	9,2	2,5
	Srednji	21	133,6	2,8
	Duboki	0	/	/
Ukupno	Plitki	11297	9,9	2,5
	Srednji	487	129,2	2,8
	Duboki	11	361,3	3,1

Tablica 3.2. Tablica s potresima svrstanim u 3 razreda ovisno o njihovoj dubini.

3.2. OBRADA PODATAKA

U sklopu obrade podataka izrađena je tablica s podacima o ukupnom broju potresa, maksimalnom, minimalnom i prosječnom dubinom, maksimalnom, minimalnom i prosječnom magnitudom za svaki mjesec (tablica 3.1.).

Udio plitkih, srednjih i dubokih potresa



Slika 3.1. Udio pojedinog razreda.

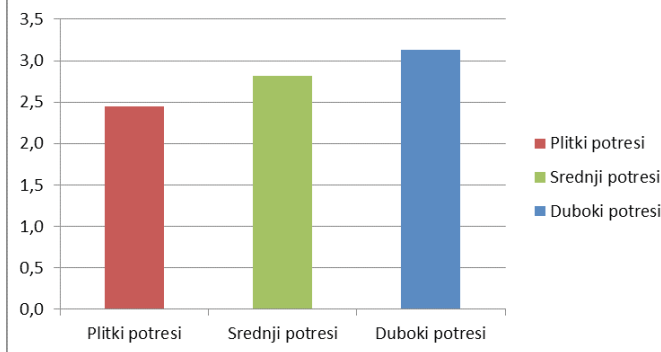
Dubina je izražena u kilometrima, a magnituda u stupnjevima. Zatim je izrađena tablica s potresima svrstanim u 3 razreda ovisno o njihovoj dubini: plitki (dubine 0 – 70 km), srednji (dubine 70 – 300 km) i duboki potresi (dubine 300 – 700 km). U toj su tablici prikazani broj potresa, prosječna dubina i prosječna magnituda svakog razreda potresa po mjesecima (tablica 3.2).

Na temelju te obrade izrađena su i dva grafička prikaza, jedan koji prikazuje udio pojedinog razreda (slika 3.1) i drugi koji prikazuje prosječnu magnitudu po razredima potresa (slika 3.2).

Karte prikaza potresa i karta rizika od potresa (slike 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7. i 3.8) izrađene su u računalnom programu Golden Surfer verzija 9.

Slike 3.5, 3.6. i 3.7. prikazuju raspored i jačinu potresa kroz četiri mjeseca 2015. godine (izuzev slike 3.7. isključivo iz razloga što u vrijeme preuzimanja podataka nisu bili dostupni podaci za ostatak 2015. godine). Razlog tome je što se može vidjeti i vremenska komponenta, odnosno mijenja li se znatno područje najčešćih potresa s vremenom. Na slici 3.4. prikazani su svi potresi na paneuropskom području u definiranom vremenskom intervalu kako bi se mogli usporediti sa slikom 3.3. na kojoj su prikazani potresi u razdoblju od 2004. do 2015. godine. Navedene karte izrađene su na način da je za svaku kategoriju dubine potresa kreirana grid datoteka. Pri tome su za Y i X koordinate uzete geodetska širina i dužina epicentra potresa, a za Z koordinatu magnituda potresa. Nakon toga je za svaku kategoriju dubine kreirana karta na kojoj su kružićima označena mjesta potresa, pri čemu radijus kružića ovisi o magnitudi. Karta rizika od potresa (slika 3.8) izrađena je korištenjem alata za statističku analizu. Oko svake točke unutar promatranog područja, a u radijusu od 5°, izvršeno je prebrojavanje potresa. Na osnovu broja potresa određene su četiri zone rizika od potresa: niski (0 – 10 potresa), umjereni (11 – 30 potresa), visoki (31 – 50 potresa) te vrlo visoki (>51 potresa).

Prosječna magnituda po razredima potresa



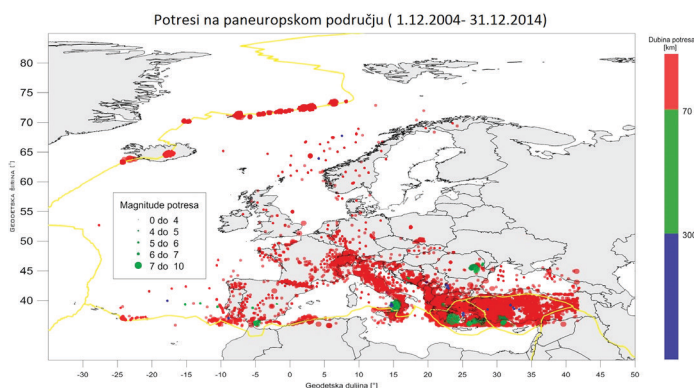
Slika 3.2. Prosječna magnituda po razredima potresa.

3.3. ANALIZA PODATAKA

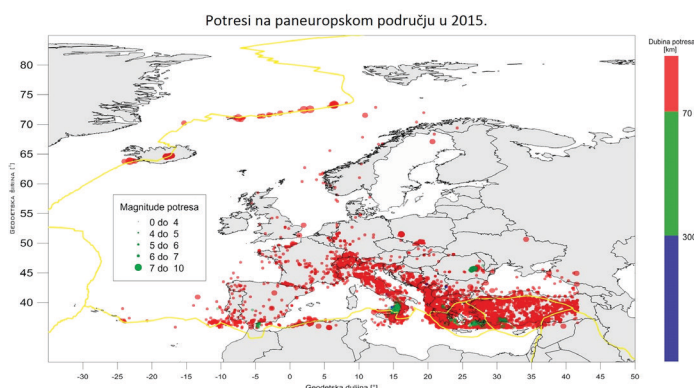
Nakon preuzimanja i obrade podataka može se pristupiti i analizi istih. Iz tablice 3.1. može se vidjeti da do 15. studenog 2015. godine nije bilo potresa magnitude veće od 5,4, a da prosječna magnituda iznosi oko 2,5 te da je najslabiji potres bio magnitude 0,8. Drugim riječima, potresi u 2015. godini bili su većinom umjereni ili slabije osjetni.

Osim magnitude, potresi su razmatrani i uspoređeni preko dubine njihova hipocentra. Kao što se vidi na Slici 3.1, najveći broj potresa u 2015. godini na području Paneurope bili su plitki potresi, njih čak 95,78 %, a prema Tablici 3.2. njihova prosječna dubina bila je 9,9 km ispod površine Zemlje. Udio srednje dubokih potresa je 4,13 %, a njihova prosječna dubina bila je 129,2 km. Dubokih potresa je bilo najmanje, tek 0,09 %, s prosječnom dubinom od 361,3 km. Dobiveni rezultati su u skladu s očekivanjima.

Na slici 3.2. može se primijetiti kako duboki potresi imaju najveću prosječnu magnitudu, srednje duboki srednju, a plitki najmanju te se kao zaključak može izvući ovisnost magnitude o dubini potresa.

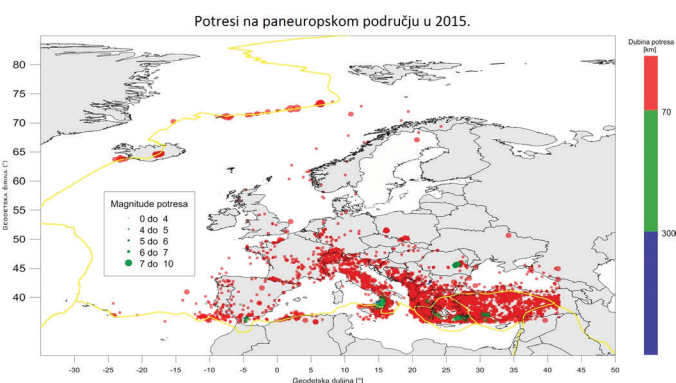


Slika 3.3. Potresi na paneuropskom području

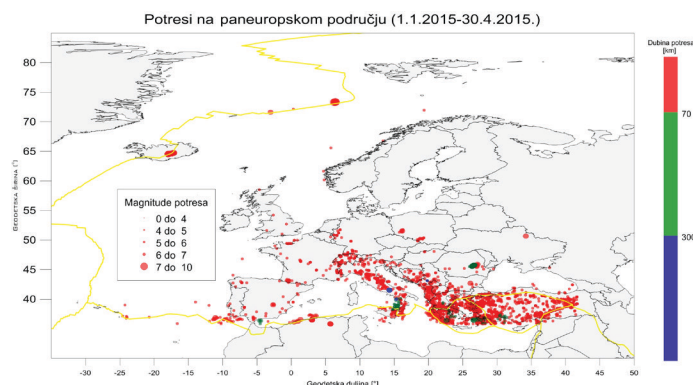


Slika 3.4. Svi potresi na paneuropskom području u definiranom vremenskom intervalu.

U nastavku slijede prikazi izrađeni u računalnom programu Golden Surfer verzije 9 na kojima se može vidjeti raspored potresa na paneuropskom području. Na slikama 3.3. i 3.4. može se uočiti kako su se potresi u 2015. godini događali na približno sličnim lokacijama, kao i najveći potresi u razdoblju od 2004. do 2015. godine. Razlog tome je vjerojatno to što je većina potresa uzrokovana pomicanjem tektonskih ploča. Drugim riječima, potresi se većinom događaju na mjestima gdje se dvije tektonske ploče sudaraju, razmiču ili se događa smicanje.



Slika 3.5. Raspored i jačina potresa kroz četiri mjeseca 2015. godine.



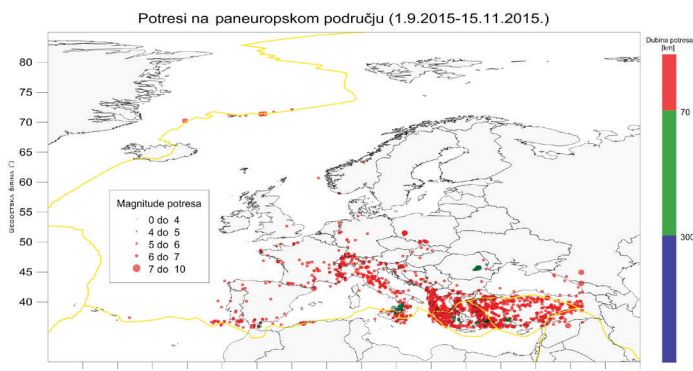
Slika 3.6. Raspored i jačina potresa kroz četiri mjeseca 2015. godine.

Na slikama 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, i 3.7. može se primijetiti kako su u blizini divergentne granice (gdje se Sjevernoamerička tektonska ploča udaljava od Euroazijske tektonske ploče), poznatije kao Srednjeatlantska brazda, potresi gušće raspoređeni. Također se može vidjeti da se na Islandu, vulkanskoj državi kroz koju prolazi baš Srednjeatlantska brazda, događa čitav niz potresa na istom mjestu. Na ovom su području potresi uglavnom bili plitki i to dubine do 40 km.

Euroazijska i Afrička tektonska ploča kreću se jedna prema drugoj tvoreći tako konvergentnu granicu na kojoj se, za razliku od prethodno spomenute divergentne granice, može primijetiti i određen broj malo dubljih potresa, čak i preko 300 km dubine. Između Euroazijske i Afričke ploče smještene su Arapska, Anatolijska i Iranska mikroplača (URL-7). Značajan broj paneuropskih potresa događa se na grčkom i turskom tlu i uzrokovan je pomicanjem Egejske i Anatolijske ploče. Velik dio turskog kopna nalazi se upravo na Anatolijskoj ploči, koja je stisnuta između dvije velike tektonske ploče: Euroazijske na sjeveru i Arapske na zapadu (URL-8). Sudar Arapske i Anatolijske tektonske ploče uzrokuje kretanje Anatolijske ploče prema zapadu. Egejska ploča nalazi se većim dijelom ispod Egejskog mora, a manjim dijelom ispod Grčke. Odgovor na pritisak Anatolijske ploče je pomicanje Egejske ploče prema jugu gdje se javlja subdukcijska zona ili zona podvlačenja, odnosno podvlačenje Afričke ploče pod Egejsku. Na sjeveru se nalazi granica Egejske i Euroazijske ploče gdje se javlja zona razmicanja tih dviju tektonskih ploča.

Također se može uočiti i određen broj potresa na području Italije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Crne Gore i Albanije. Uzrok tome su pomaci Jadranske mikroplače za koju se pretpostavlja da se nalazi na ovom području.

Na slikama se vidi kontinuirana pojava jačih, srednje dubokih potresa na području Karpata. Uzrok tome mogla bi biti činjenica da se Karpati nalaze na granici Panonskog bazena. Panonski bazen je neogenski bazen smješten u jugoistočnom dijelu srednje Europe, okružen orogenskim pojasevima Alpa, Karpata i Dinarida. Sastoji se od većeg broja manjih

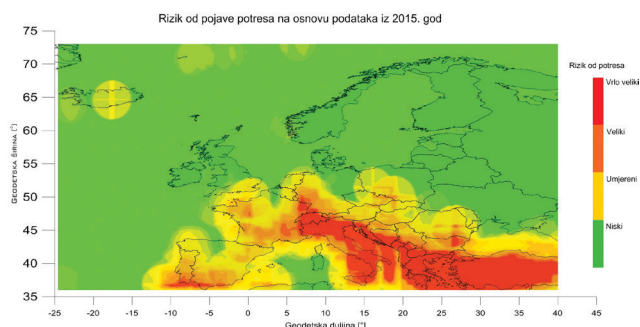


Slika 3.7. Raspored i jačina potresa.

pod-bazena, stoga predstavlja bazenski sustav kompleksne geološke građe (Gruić Jukić i Pavičić, 2013). Na tom se području, kao i na cijelom području Karpata, događa jedan oblik subdukcije ploča zbog čega dolazi do pojave plitkih, ali i znatno dubljih potresa (preko 100 km dubine). U paneuropskom se području takvi potresi, osim na području Karpata, događaju i na tzv. Helenskom luku. To je područje gdje se Afrička ploča podvlači pod Euroazijsku, približno područje oko Krete i šire okolice.

Generalno možemo reći da se plitki potresi najčešće događaju gdje se litosferne ploče razmiču jedna od druge, a srednji i duboki potresi u zonama subdukcije ili podvlačenja, odnosno na mjestima gdje se litosferne ploče kreću jedna prema drugoj te prilikom sudaranja jedna podilazi pod drugu.

Slika 3.8. prikazuje kartu rizika od pojave potresa izrađenu na temelju podataka iz 2015. godine. Na karti se vidi kako su ugrožena područja upravo ona već spomenuta, koja se nalaze na granicama tektonskih ploča.



Slika 3.8. Karta rizika od potresa.

4. ZAKLJUČAK

Na temelju podataka preuzetih sa spomenute stranice, potresi su obrađeni s obzirom na njihovu dubinu i magnitudu. Kao što je bilo i očekivano, najveći broj potresa u 2015. godini na paneuropskom području bili su plitki potresi, njih čak 95,78 % . Udio srednje dubokih potresa bio je 4,13%, a dubokih samo 0,09%. Također se pokazalo da su duboki potresi imali najveću prosječnu magnitudu, srednje duboki srednju, a plitki najmanju. Obradena je i opisana očita korelacija granica tektonskih ploča s pojavom potresa. Naime, uočljiva je kontinuirana pojava potresa na području Islanda, Grčke, Turske i Sredozemnih zemalja koje se sve nalaze na područjima dodira tektonskih ploča. Usporedbom seizmičke aktivnosti u 2015. godini s potresima u ranijim razdobljima te provedbom prethodno opisanih analiza može se zaključiti kako je u ovoj godini sve bilo u skladu s pretpostavkama, te da nije bilo značajnijih odstupanja ili anomalija.

LITERATURA

- Bašić, T. 2015. Fizikalna geodezija. Interna skripta. Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Zagreb.
- Bašić, T; Markovinović, D. 2015. Geofizička geodezija. Interna skripta, Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Zagreb.
- Gruić Jukić, A; Pavičić, I. 2013. Tektonska evolucija Panonskog bazena u zapadnom dijelu Savske depresije. Znanstveni rad. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Zagreb.
- Nola, I.A; Doko Jelinić, J; Žuškin, E; Kratochvil, M. 2013. Earthquakes – A historical review, environmental and health effects, and health care measures. Archives of industrial hygiene and toxicology, vol. 64, no. 2. str. 327–337

POPIS URL-OVA:

- URL-1: CSEM, <raspoloživo na: www.emsc-csem.org/#2>, [pristupljeno 16. studenog 2015]
- URL-2: Što je zemljotres, seizmologija i kako se dijele zemljotresi?, <raspoloživo na: www.znanje.org/i/125/05iv02/05iv0210/zemljotresi%201.htm>, [pristupljeno 14. studenog 2015]
- URL-3: Potresi, <raspoloživo na: www.zemljopis.com/potresi.html>, [pristupljeno 14. studenog 2015]
- URL-4: Plate Boundaries, <raspoloživo na: www.thinglink.com/scene/624364241293410305>, [pristupljeno 14. studenog 2015]
- URL-5: Seizmograf, <raspoloživo na: www.geologija.org/recnik/recnik.php?fi=seizmograf>, [pristupljeno 14. studenog 2015]
- URL-6: Measuring Earthquakes FAQs, <raspoloživo na: www.usgs.gov/faq/categories/9828/3357>, [pristupljeno 16. studenog 2015]
- URL-7: Tektonika ploča, <raspoloživo na: www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=60700>, [pristupljeno 20. studenog 2015]
- URL-8: Global plate tectonic, <raspoloživo na: hr.glosbe.com/en/hr/global%20plate%20tectonic>, [pristupljeno 20. studenog 2015]

AUTORI | AUTHORS

Majda Ivić, univ. bacc. ing. geod.et geoinf., diplomski studij, Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, e-mail: ivicm@geof.hr

Vicko Mikulić, univ. bacc. ing. geod.et geoinf., diplomski studij, Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, e-mail: vimikulic@geof.hr

Gorazd Prašnikar, preddiplomski studij, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (smer: Geodezija in geoinformatika), Univerza v Ljubljani, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana, e-mail: gorazd.prasnikar@gmail.com

Katija Špika, univ. bacc. ing. geod.et geoinf., diplomski studij, Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, e-mail: kaspika@geof.hr