

Милијана Ђорђевић*

Универзитет у Београду, Филолошки факултет

Животну средину угрожавају бројне и разноврсне опасности, којима се човек супротставља у границама својих умних и техничких могућности. Све опасности које угрожавају животну средину можемо поделити у две основне групе, и то мирнодопске и ратне. Ноторна је чињеница да постоји преминација мирнодопских над ратним опасностима и оне угрожавају нашу биосферу. Мирнодопске опасности се даље могу поделити на природне и техничко-технолошке опасности. Природне елементарне непогоде подразумевају ванредна стања која настају деловањем природних сила независно од људске воље. Закон о заштити од елементарних и других већих непогода дефинисао је ове појаве као: земљотрес, поплаву, бујице, атмосферске непогоде, суше, снежни наноси и лавине, нагомилавање леда на водотоку, одроњавање и клизање земљишта (клизишта), пожаре, експлозије, неконтролисано ослобађање, изливање или растурање штетних гасовитих, течних или чврстих хемијских и радиоактивних материја, саобраћајних незгода итд.

Кључне речи: *земљотрес, врсте земљотреса, скале за мерење потреса, ефекти и последице земљотреса*

Појмовно одређење и врсте земљотреса

Земљотреси прате еволуцију Земље као планете од самог почетка њеног постојања па до данас. Од свих опасности које угрожавају животну средину Земље 8% отпада на земљотресе, што можемо видети из графичког приказа природних елементарних непогода.

„Земљотрес или трус настаје услед померања тектонских плоча, кретања Земљине коре или појаве удара, а последица је подрхтавање Земљине коре због ослобађања велике енергије.“¹ На земљиној површини потрес се може манифестовати различито и то као дрмање, дислоцирање тла а у новије време могу изазвати појаву цунамија, разорног морског таласа висине 10–30 метара.

Земљотреси одавно заокупљају пажњу човека али развој сеизмологије као науке њено проучавање почиње тек у 19. веку. И у Србији развој сеизмологије почиње

* milijana.djordjevic@fil.bg.ac.rs

¹ Википедија.

после рушилачког земљотреса 7. априла 1893. године са епицентром код Свилајнца. Зачетницима сеизмологије код нас се сматрају академик Јован Жујовић и професор Светолик Радовановић.



Слика 1 – Графички приказ природних елементарних непогода²

Према начину настанка постоје две врсте земљотреса природни и вештачки. Природни се даље могу поделити на спонтане и изазване. Спонтани земљотреси су они који настају услед померања – кретања литосферних плоча, односно тектонских плоча па се зову и тектонски земљотреси. Природни спонтани земљотреси поред тектонских су и вулкански и урвински.

Тектонски земљотреси спадају у најјаче и најмногбројније и око 90–95% свих потреса на земљи припадају овој врсти. Настају ослобађањем сеизмичке енергије у Земљиној кори. Узроци ових потреса су разламање Земљине коре, померање већ раседнутих блокова и тако даље. Па зато они највише деградирају животну средину. Постоје сазнања и докази да су сви земљотреси који су десили на простору Србије били тектонског порекла.

Вулкански земљотреси су условљени вулканском активношћу у подручјима у којима има активних вулкана. Разорно дејство вулканских потреса може бити врло јако, али је просторно доста ограничено. Процентуално изражено на њих отпада око 7% свих потреса.

За урвинске потресе је карактеристично да се њихови узроци налазе на самој површини Земље и дејствују на врло малом простору. То су локални потреси који учествују са 3% свих трусева. Најчешћи узрок је обрушавање великих стенских маса, таваница пећина и подземних шупљина изазивају потресе који се не осећају на великим растојањима и имају мали снагу, па зато они најмање деградирају животну средину. Они се дакле, јављају у теренима у чијој структури преовлађује кречњак, гипс или друге стене које су подложне лакој разарању.

² М. Ђорђевић: *Увод у екологију*, Филолошки факултет, Београд, 2011, стр. 60.

Вештачки (антропогени) потреси настају због техничке делатности човека који је у току свог развоја успео да створи таква средства и производи такве количине енергије којом нарушава равнотежу у атмосфери, биосфери и коначно и у геосфери. Јачина ових земљотреса достиже вредност о 5° Меркалијеве скале.³ Узроци могу бити различити: снажне експлозије, нагло пражњење и пуњење акумулација.

Према дубини на којима се налази жариште земљотреса разликујемо следеће групе: Плитка од 0–70 km дубине, нормална од 70–120 km, средње дубока од 120–300 km и дубока жаришта на 700 km испод површине Земље.

Према распореду жаришта земљотреса на земљиној површини можемо издвојити четрнаест трусних области у свету (табела 1).

Табела 1 – Трусне области у свету

Ред. бр.	Област земљотреса	Јачина потреса те области
1.	Средоземноморска (од Португалија до Анадолије у Турској)	до 10° МКС ⁴
2.	Турска, Кавказ, Иран, Авганистан, Пакистан	до 12° МКС
3.	Западни (централни Хималаји, Хиндикус, Памир)	до 11° МКС
4.	Источни Хималаји, Бурма	до 11° МКС
5.	Анданска и Никобарска острва, Суматра и Јава	до 11° МКС
6.	Целбес и Источна половина Сундског архипелага	до 11° МКС
7.	Боруко	под врло слабом је сеизмичком активношћу
8.	Филипини, Нова Гвинеја, Соломонска острва, Фиди, Тонга, Каролинска и Маријанска острва	карактеристике ове области је: велики број земљотреса од слабих до најјачег интензитета
9.	Јапан, Кореја, Аелутска острва, Аљаска	чести и јаки вулкански земљотреси
10.	Западни обод С. Америке и Централне Америке	до 10° МКС
11.	Западни обод Ј. Америке (појас Кордиљен-Анди)	до 12° МКС
12.	Арапско-афрички појас Рифтова	земљотреси плитких дубина
13.	Средњоатлански и Атланско-Индијски подморски гребен	до 10° МКС
14.	Подводни гребен Индијског океана	до 10° МКС

Из табеле 1 да се закључити да је савремена сеизмологија дефинисала 14 трусних области у свету које се разликују према дубини и јачини потреса.

³ Пример за ову врсту земљотреса су потреси који су настали бомбардовањем Београда 1941. и 1944. године. Ова бомбардовања извођена су у виду „тепиха“, тако да су стварала веома снажна колебања тла, која су одговарала потресима од 9° и 10° МКС. Потрес и Индији 1967. године који настао при пуњењу акумулационог језера као и потреси коју су настали при нуклеарним пробним експлозијама (атомска бомба бачена на Хирошиму 1945. године одговарала је интензитету земљотреса од 7° МКС).

⁴ Наша земља припада овој трусној области.

Мерење јачине потреса

На јачину земљотреса утиче више чинилаца као што су: количина ослобођене енергије, дубина хипоцентра, удаљености епицентра и грађа Земљине коре. Јачина земљотреса мери се по два различита основа, међусобно зависна, али суштински различита, тако да се изражавају различитим скалама: 1. Рихтеровом скалом се мери јачина енергије у жаришту земљотреса. Та скала има 0–9°. 2. Меркали–Канкани–Сиберговом (МКС) скалом од 0–12° се мере рушилачки ефекти земљотреса на површини земље. То је тзв. скала интензитета која је била код нас у употреби до 1989. године. Од 1989. године је званично у употреби код нас Медведев–Спонхојер–Карника скала интензитета такође од 12°, која је уствари модификована МКС скала.

У XX веку било је доста земљотреса, различите јачине са различитим последицама како по становништво тако и животну средину. У табели 2 набројани су најјачи земљотреси од 1900–2000. године.

Табела 2 – Најјачи земљотреси од 1900. до 2000. године

Датум	Локација	Јачина
22. мај 1960.	Чиле	9,5
28. март 1964.	Аљаска	9,2
09. март 1957.	Аљаска	9,1
04. новембар 1952.	Камчатка	9,0
31. јануар 1906.	Еквадор	8,8
11. новембар 1922.	Чиле–Аргентина граница	8,7
04. фебруар 1965.	Рт Исланд, Аљаска	8,7
16. децембар 1920.	Кина	8,6
15. август 1950.	Асам–Тибет	8,6
13. октобар 1963.	Курилска острва	8,6
26. јун 1917.	Тонга	8,5
03. фебруар 1923.	Камчатка	8,5
јул 1976.	Кина	8,2

Из табеле три можемо закључити да су земљотреси у прошлом веку били различите јачине, од 8,2 до 9,5° и да су се ти земљотреси десили ван простора Европе.

Земљотреси су се дешавали и почетком XXI века, дешавају се и даље.⁵ (табела 3).

⁵ Према мишљењу неких научника подрхтавање Земље се дешава сваке секунде на различитим локацијама.

Табела 3 – Земљотреси у XXI веку

Датум	Локација	Јачина	Број жртава
26. јануар 2001.	Индија	7,9	20.000
21. мај 2003.	Алжир	7,3	2.000
26. децембар 2003.	Иран	6,5	26.000
26. децембар 2004.	Суматра	8,9-9,1	230.000
22. фебруар 2005.	Иран	6,4	500
28. март 2005.	Суматра	8,7	1.300
8. октобар 2005.	Пакистан и Индија	7,6	73.000 до 75.000
27. мај 2006.	Јава	6,2	близу 6.000
17. јул 2006.	Јава	7,7	650
15. август 2007.	Перу	7,9	650 до 900
12. мај 2008.	Сечуан, Кина	8,0	близу 87.000
30. септембар 2009.	Суматра	7,6	више од 1100
12. јануар 2010.	Хаити	7,0	30.000-50.000 ⁶
27. фебруар 2010.	Чиле	8,8	више од 520
14. април 2010.	Кина	6,9	близу 3000
11. март 2011.	Јапан	9,0	19.000
23. октобар 2011.	Турска	7,2	више од 600
2. август 2014.	Кина	6,1	600
25. април 2015.	Непал, део Индије и Бангладеша		1.341
24. август 2016.	Италија	6,1	300
29. октобар	Италија	6,6	0 ⁷
децембар 2016.	Суматра	6,8	100
15. мај 2017.	Папуа Нова Гвинеја	6,2	-
12. јул 2017.	Северна Кореја	6	-
7. септембар 2017.	Мексико	8,2	100
19. септембар 2017.	Мексико	7,4	305-400

Из табеле три можемо закључити да су земљотреси у 21 веку били различите јачине од 6–9° Рихтера и да је број жртава страдалих у њима различит и износио је од 300 до 230.000 људи.

Међу шест најјачих земљотреса у свету, са магнитудом од 8,2–9–9,5° Рихтера, који су изазвали и цунами где су таласи достизали висину 25–60 метара су се десили од 1952. до 2017. године (табела 4).

⁶ Неки извори кажу да је било можда и 100.000 жртава.

⁷ Медији преносе информације да је до 3. 11. 2016. године било око 120 мањих потреса на истом локалитету у Италији што је узроковано накнадним кретањем тла а јачина тих потреса била је од 2–5° Рихтера.

Табела 4 – Најјачи земљотреси у свету

Датум	Локација	Јачина	Цунами
22. мај 1960.	Чиле	9,5	25 метара ⁸
28. март 1964.	Аљаска	9,2	60 метара
26. децембар 2004.	Суматра	8,9–9,1 ⁹	30 метара
4. новембар 1952.	Камчатка	9	је погодио Чиле, Аљаску и Нови Зеланд
11. март 2011.	Јапан	9	10–30 метара ¹⁰
7. септембар 2017.	Мексико	8,2	0,7 метара

Инструменти за регистровање земљотреса

Постоје више инструмената за мерење земљотреса. Међу њима се издвајају сеизмоскопи и сеизмографи. Сеизмоскоп је претеча сеизмографа и настао је у Кини и то 4000 године пре нове ере. Он региструје само потресе, а било је могуће и одредити правац одакле долазе трусни таласи.

Сеизмографи су новије датума и они региструју временску историју потреса. Осцилације се механички преносе на траку која се креће уједначеном брзином, и то 60 или 120 mm у минути. Постоје и оптички сеизмографи који региструју временску историју потреса на фото осетљивом папиру.

Сеизмограм је папирна трака на којој сеизмограф исписује линију потреса из које се очитава временска историја потреса (време и јачина потреса).

Сеизмометар је инструмент који региструје померање земљишта за време потреса.

Промене које прате земљотресе су бројне а у пракси су најчешће:

- „промене брзине сеизмичких таласа због измене густине стенских маса услед промене унутрашње структуре стена,
- смањење електричне отпорности тла – због појаве микропукотина у стенама,
- промене порозности тла, садржаја воде и слично,
- флукуација гравитационог и геомагнетског поља у региону – због промене густине стена и других физичких својстава у фази припреме земљотреса,
- појава „ројева“ мањих и већих земљотреса у периоду од неколико дана пре главног земљотреса,
- емисија електромагнетских зрачења у широком дијапазону фреквенција,
- појава подземних електричних струја у тлу,
- еманација (ослобађање) гаса радона из тла и воде,
- нагле промене нивоа подземне воде (осциловање воде у бунарима и сл.),
- лагано издизање или спуштање делова тла у зони будућег раседа (епицентрално подручје), мале промене нагиба терена итд.“¹¹

⁸ После 3 дана од земљотреса догодила се и ерупција једног вулкана.

⁹ За овај земљотрес сам нашла различите податке да је његова јачина била од 8,9; 9; 9,1 и чак 9,3° код различитих аутора, а и број настрадалих варира од 230.000–250.000 људи.

¹⁰ Овај земљотрес изазвао је оштећење нуклеарне централе Фокушима – где је радијација повећана преко 1.000 пута.

У зависности од јачине земљотрес изазива више ефеката:

- психолошки ефекат се испољава као страх, паника,
- механички (рушилачки) ефекат се огледа кроз оштећења и рушења стамбених објеката, културних споменика, путева и других комуникација, инфраструктуре, мостова;
- педолошки и геолошки ефекат (промене изгледа земљине површине) који се огледа кроз стварање нових језера, мењање тока река, настајање поплава, промену нивоа вода у бунарима, стварање пукотина на површини земље, нових клизишта и активирање постојећих, уништавање биљних култура,
- хемијски ефекат – оштећења на нуклеарним централама и хемијских постројењима доводе до емисије загађујућих материја чиме је угрожена животна средина;
- цунами – потреси са епицентром на дну мора и океана изазивају таласе цунами, који могу да досегну висину и до неколико десетина метара (10–60 m).

Закључак

Земљотрес као подгрупа мирнодопских опасности у последње време су све учесталији. Они се дешавају независно од воље човека а њихове последице су различите и непредвидљиве.

Искуства досадашњих земљотреса указују на следеће:

- непредвидив је њихов почетак, обим и време трајања,
- последице по људе и животну средину се разликују од врсте, јачине и локације која је захваћена,
- неопходно је праћење земљотреса, сређивање статистичких података и доношење закључака за будуће земљотресе,
- да би се умањили негативни ефекти по животну средину, људе и материјална средства, неопходна је добра организација превентивних снага пре настанка земљотреса, као и за време његовог дешавања.

Заштита од земљотреса треба да буде перманентна и пропорционална економском развоју земље у целини, чиме би се сеизмички ризик довео до прихватљивог нивоа.

Литература

[1] Ђорђевић, М.: *Земљотреси у последњој декади XX века и њихове последице*, Зборник радова, Факултет Цивилне одбране, Београд, 2000.

[2] Ђорђевић, М.: *Земљотреси и његови ефекти дејства на животну средину*, „Екологија“, бр. 43, Београд, 2004.

[3] Ђорђевић, М.: *Увод у екологију*, Филолошки факултет, Београд, 2011.

¹¹ Ђорђевић, М.: *Увод у екологију*, Филолошки факултет, Београд, 2011. стр. 68.