

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ БЕЗБЕДНОСТИ

УГРОЖЕНОСТ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ ОД ЗЕМЉОТРЕСА
И МЕРЕ ЗАШТИТЕ

ДИПЛОМСКИ РАД

ментор:

др Јасмина Гачић,
ванредни професор

студент:

Милутин Левићанин

Београд, 2017.

САДРЖАЈ:

Увод.....	3
1. Појам и класификација земљотреса.....	5
1.1. Појмовно одређење земљотреса.....	5
1.2. Класификација земљотреса.....	7
2. Узроци и последице настанка земљотреса.....	9
2.1. Природни узроци.....	9
2.2. Вештачки узроци.....	11
2.3. Последице дејства земљотреса.....	12
2.4. Мерење јачине и интензитета земљотреса	18
3. Земљотреси као облик угрожавања безбедности Републике Србије.....	23
3.1. Карта сеизмичког хазарда Републике Србије.....	23
3.2. Каталог земљотреса Републике Србије.....	27
3.3. Земљотрес у Мионици 1998.....	28
3.4. Земљотрес у Краљеву 2010.....	30
4. Мере заштите од земљотреса.....	32
4.1. Превентивне мере.....	33
4.1.1. Модел прорачуна сеизмичког ризика.....	35
4.1.2. Урбанистички и захтеви просторног планирања.....	35
4.2. Оперативне мере.....	39
Закључак.....	42
Литература.....	44

Увод

Земљотреси спадају у групу сеизмолошких опасности, који су поред клизишта значајни са аспекта цивилне заштите. Њихова појава се налази у директној вези са променама структуре земљине коре и тла. Манифестују се као изненадни потреси који су изазвани покретима испод Земљине површине. Ова опасност прати човечанство од његових првих дана, присутни су и данас и биће део наше будућности, па је веома важно да се људи прилагођавају животу са земљотресима и проналажењу адекватних начина у циљу минимизирања њихових последица.

Могу се класификовати према бројним критеријумима, нпр. пореклу настанка, узроцима, последицама, месту појаве, правцу простирања, итд. Најчешће су типологије према узроцима и начину манифестовања. Узроци појаве земљотреса се могу сврстати на две групе, природне и вештачке (антропогене). Последице њиховог дејства могу бити разноврсне од људских жртава и повређених лица, па до знатне материјалне штете и утицаја на животну средину. Они могу изазвати појаву других елементарних непогода, попут клизишта, лавина, вулканских ерупција, пожара, итд.

Јачина земљотреса представља параметар за описивање земљотреса који се изражава преко магнитудне Рихтерове скале која има 9 степени и преко интезитета земљотреса односно 12-ступене скале. Интезитет земљотреса представља описну величину која се одређује према некој од сеизмичких скала. До 1917. се употребљавала Роси - Форелијева скала, потом ју је заменила 12-степен Меркали-Канкани-Сибергова скала. Од 1989. године је у употреби 12-степен скала интезитета Медведев-Спонхојер-Карника.

Појам сеизмичког хазарда се односи на вероватноћу појаве потреса и сеизмички индукованих геолошких процеса, тачније вероватноћу појављивања земљотреса одговарајућих карактеристика на одређеном простору и у оквиру одређеног временског периода. У раду ће бити представљена карта сеизмичког хазарда Србије, као и каталог земљотреса које израђује Републички сеизмолошки завод Републике Србије. Њихова израда је настала на основу севобухватних истраживања уз подршку поједних међународних организација (УНДП/Унеска) као важан корак у анализи и процени појаве земљотреса и супротстављању њихових последица. По геолошкој припадности

регион Србије се налази у простору алпске Европе, а са сеизмолошког становишта припада централном медитеранском простору.

Крајем XX и почетком XXI века, два значајнија земљотреса у нашој држави су се догодила у Мионици 1998. и Краљеву 2010. године. Оба земљотреса су изазвала веома негативне последице. Изазвала су пажњу јавности и указала на потребу за развојем ефикаснијих мера превенције као што су првенствено захтеви урбанистичко-правне регулативе. Пројектовање и изградња сеизмичких отпорних објеката је веома значајно питање.

Мере заштите од земљотреса се могу класификовати на превентивне и оперативне. Мере превенције се углавном базирају на обезбеђење објеката у складу са поштовањем стандарда урбанизма и просторног планирања. Ова правила на подручју наше земље би требало примењивати на основу података добијених истраживањем сеизмичког хазарда у Републици Србији. Оперативне мере се спроводе када се земљотрес догоди. Деловање надлежних служби у циљу ублажавања и отклањања последица изазваних земљотресом је уређено плановима за заштиту и спасавање и одређеном законском регулативом. Земљотреси као елементарне непогоде могу довести до ванредних ситуација (случајеви у Мионици, Краљеву или катастрофални земљотреси у Скопљу, Подгорици). Деловање припадника Сектора за ванредне ситуације, полиције, војске, установа здравствене и социјалне заштите и других служби, као и непрофесионалних учесника треба да буде организовано и интегрисано како би састање изазвано земљотресом што пре стабилизовало. У овом раду ће бити анализирана угроженост Републике Србије од земљотреса као значајне елементарне непогоде и примена неопходних мера заштите.

1. Појам и класификација земљотреса

1.1. Појмовно одређење земљотреса

Земљотреси представљају природну опасност чије последице могу бити веома негативне. Подаци о земљотресима се могу наћи у записима који су стари више хиљада година, појава земљотреса прати човечанство од првих дана. Развој савремене науке и технологије је допринео ефикаснијем проучавању појаве и ублажавању последица земљотреса. Иако је не постоје поуздани начини за предвиђање њиховог настанка, креирани су релативно сигурни начини за спречавање њихових рушилачких ефеката који се још увек не поштују у задовољавајућој мери.¹ На пример, неопходно је поштовати прописе приликом пројектовања и изградње грађевинских објеката како би се избегла њихова сеизмичка неотпорност и нежељене последице по становништво и материјална добра.

Земљотрес се може дефинисати као осциловање тла изазвано природним и вештачким узроцима. Настаје услед ослобађања Земљине унутрашње енергије, односно због померања литосферних плоча дуж раседне линије. Сеизмологија је наука која се бави проучавањем земљотреса, тачније представља област геофизичке научне дисциплине у чији предмет проучавања спада и и утврђивањем параметара сеизмичког хазарда (сеизмичке опасности) ширих региона, затим сеизмичком микрорејонизацијом мањих простора као што су локације грађевинских објеката, изучавањем могућности прогнозе јаких земљотреса, стварањем и кретањем цунами таласа, итд.

Земљотреси, клизишта и вулканске ерупције спадају у сеизмолошке или литосферске опасности проузроковане природним силама (природне). Природне опасности су непредвидиве и не може се утицати на њихову појаву, облик испољавања, интензитет, па и на последице. Ванредне ситуације као ситуација коју карактерише прекид редовних услова живота и рада људи, угрожавање њихових живота и здравља, наношење штете материјалним и културним добрима и животној средини, могу потицати од природних хазарда као што су земљотреси. Овакве ситуације настају изненада.

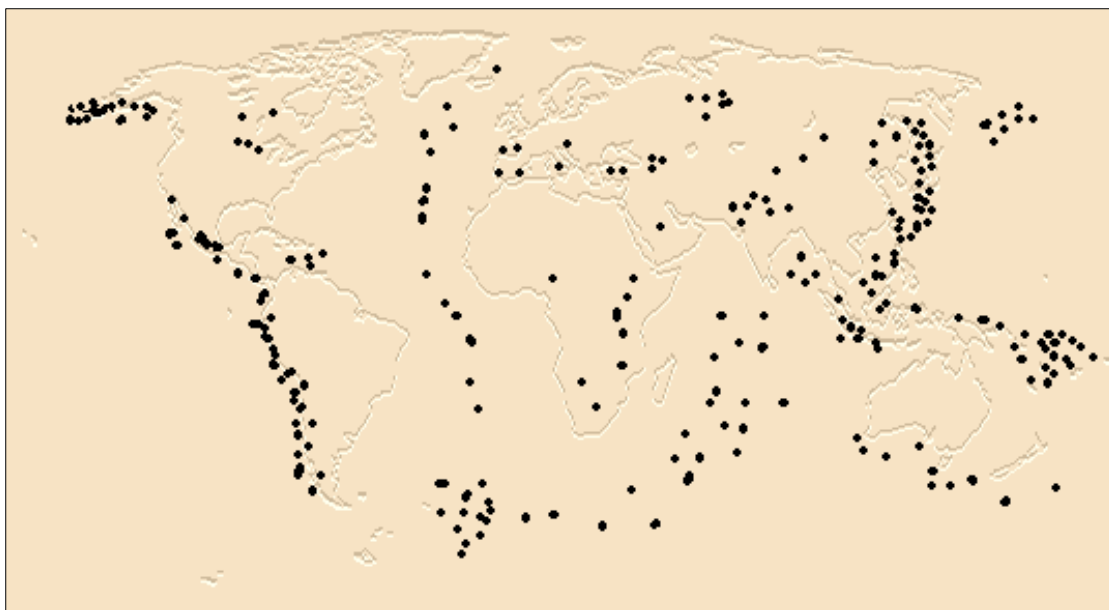
¹Јаковљевић, В.: „Цивилна заштита у условима елементарних непогода и катастрофа“, докторска дисертација, Факултет одбране и заштите Универзитета у Београду, Београд, 1997.

Место одакле полазе трусни таласи назива се хипоцентар. Што је он на већој дубини, земљотрес је јачи. Непосредно изнад хипоцентра, на површини Земље, се налази епицентар. То је област на Земљиној површини која се налази на најкраћем одстојању од хипоцентра. У њој је јачина потреса највећа. Линеје које повезују места са истом јачином потреса се називају сеизмичке.

Значајан удео од укупног процената свих земљотреса на свету се манифестује по ободу Пацифика, због израженије вулканске активности у овом делу. Субдукција као процес подвлачења једне литосферне плоче испод друге почиње на површини морског дна у Тихом океану око 130 километара од обале. У том појасу су нарочито активни вулкани Маунт Сент Хелен (Mount St. Helens), Маунт Худ (Mount Hood) и Маунт Рајнер (Mount Rainier). Осим наведених постоје и други вулкани. Сеизмичке области у којима су чести и јаки потреси су на подручју Пацифичког или Тихог океана и дуж његове западне и источне обале, као и на простору Средоземног мора и дуж алпских и хималајских веначних планина. У Медитеранском појасу се манифестује 30% свих земљотреса на Земљиној површини. Тај појас се поклапа са Средоземном зоном веначних планина и пружа се од Канарских острва на западу, до Сундских острва на истоку. Он обухвата Средоземно море, Северну Африку и Малу Азију, Кавказ, Иран, велики део средње Азије, Хиндукуш, Квен Лун и Хималаје. У Циркумпацифичком појасу јавља се 43% свих земљотреса на Земљиној површи. Тај појас обухвата Пацифичку зону веначних планина, углавном дуж источног и западног обода Тихог океана. За раседне зоне Исланда, западне и средње Европе, Балканског полуострва, Јерменије, јужне Кине и Средње Америке везано је 22% свих земљотреса на Земљиној површини. Остатак од 5% отпада на континенталне зоне спуштања, на каледонске орогене структуре, Урал, Апалачке, Аустралијске Алпе, Скандинавске и Карпатске планине.²

Процењује се да годишње има око 900,000 потреса магнитуде до 2,5 (по Рихтеру), а они јачег разорног карактера су ређи и појављују се сваких 5 до 10 година.

²Цветковић, В., Милојковић, Б., Стојковић, Д.: „Анализа геопросторне и временске дистрибуције земљотреса као природних катастрофа“, Војно дело лето/2014, стр. 165-185.



Слика 1 – Трусне области у свету, извор: http://www.znanje.org/i/i21/01iv08/01iv0801/trusne_zone.htm, 15. 05. 2017.

1.2. Класификација земљотреса

Критеријуми за класификовање земљотреса су разноврсни. Најчешћа класификација је према пореклу њиховог настанка на:³

- природне;

Природни земљотреси обухватају тектонске, вулканске, урвинске и дубинске.

- вештачке (антропогене или техногене);

Вештачке изазива човек својим неконтролисаним захватима реметећи стање равнотеже геосфере (нуклеарне пробне експлозије, класична бомбардовања, изградња великих објеката на сеизмички нестабилним подручјима, итд.) У њих спадају техноизостатички, техновариденски и техносеизмички земљотреси.

Према узроцима настајања и начину манифестовања, земљотреси се могу класификовати на: природне - тектонске (узроке треба тражити у астеносфери), вулканске (изазвани радом вулкана), урвинске (одрођавањем великих маса земљине коре) и дубинске (жаришта се налазе дубоко изнад доње границе чврсте земљине коре) и вештачке - техноизостатичке (последица индуковане сеизмичности),

³Бармати, Ш., Јаковљевић, В.: Цивилна заштита у СРЈ, ИП Студентски трг, Београд, 1996, стр. 62-64.

техноварииденске(настају услед обрушавања) и техносеизмичке (приликом веома јаких експлозија) вештачки. Ове врсте земљотреса ће бити детаљније објашњене у поглављу које се односи на узроке земљотреса.

Према правцу простирања земљотреси се деле на:⁴

- централне (кружним обликом захваћене области);
- латералне (елипсастог облика);
- линеарне или аксијалне (издужени облик дуж тектонских раседа).

Такође, могу се класификовати према месту појаве на:⁵

- копнене;
- подморске - субмаринске (могу да изазову морске таласе високе до 40 m и прелазе океане брзином до 900 km/h). Ова врста земљотреса изазива појаву цунами таласа. Лисабонски земљотрес који се догодио 1. новембра 1755. године и представља зачетак научног тумачења земљотреса је изазвао стварање цунамија код Лисабона високог 26 м. Цунами талас је продро у дубину 15 км и нанео велику штету. Иначе, цунами таласи су бројни на обали Јапана.

На основу положаја огњишта могу се издвојити три групе земљотреса:⁶

- плитки или површински земљотреси имају огњиште на дубини од 0 до 7 km. То су најчешћи земљотреси и њима припада 70 - 75% свих потреса;
- земљотреси средњих дубина имају огњишта на 70 – 300 km испод површине. Овој групи припада око 20% свих потреса;
- дубоки земљотреси чија се огњишта налазе дубље од 300 km од површине. Огњишта ових земљотреса налазе се и на 720 km дубине. Потреси из дубоких огњишта су најређи и њима припада 3% свих потреса

⁴Ђерчан; Б., Ристановић, Б., Миљковић, Ђ.: Појава земљотреса и њихов утицај на преображај простора, Зборник радова Департамента за географију, туризам и хотелијерство 38/2009, стр. 35-57.

⁵Исто.

⁶Петровић, Ј., Миљковић, Љ.: Општа геологија са основама палеогеографије, Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Институт за географију, Нови Сад, 1988.

2. Узроци и последице настанка земљотреса

Земљотреси се најчешће појављују као последица заглављивања тектонских плоча при чему долази до напрезања зидне масе и оног тренутка када напрезање постане толико да га стене не могу издржати, настаје ломљење и клизање дуж раседа. Земљотреси могу настати природно или као резултат људске активности. Из тих разлога земљотреси се према начину настанка деле на природне и вештачке. Могу бити изазвани вулканском активношћу, клизањем тла, експлозијама и нуклеарним пробама, итд.

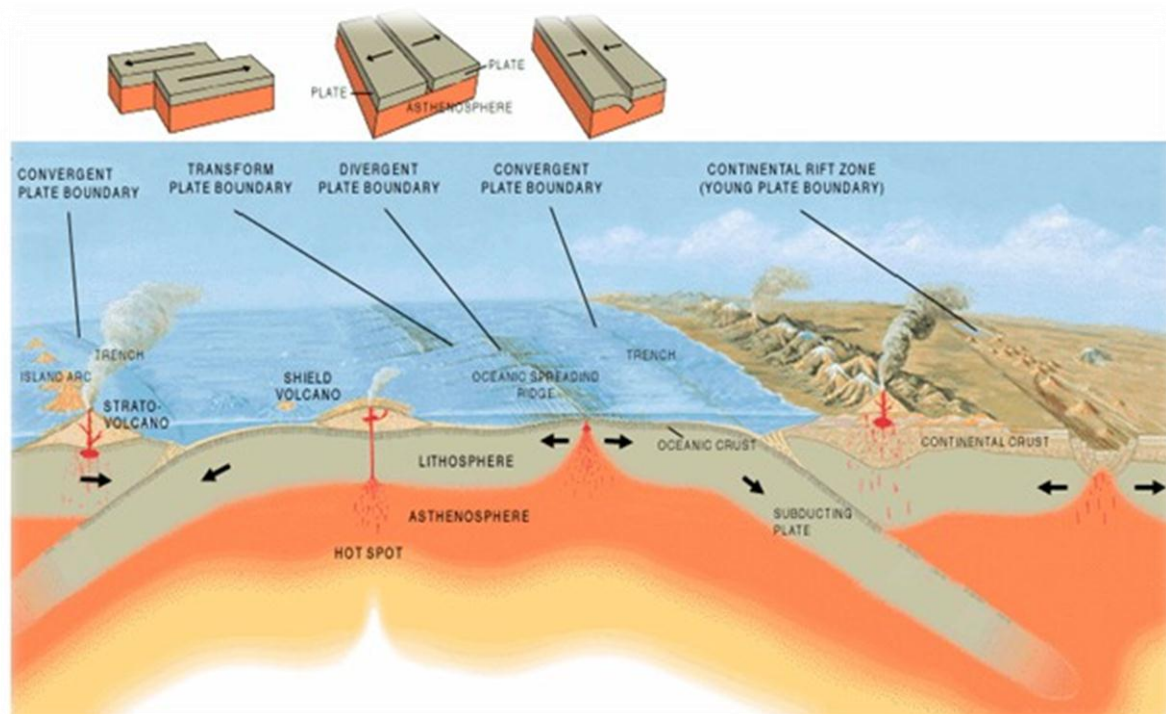
Основни узроци настанка земљотреса везани су за тектонске, односно геодинамичке процесе сударања континената. На ширем простору Медитерана манифестује се ефекат сучељавања Европске и Афричке мегаплоче, односно континената. Као последица ових процеса, у зони сучељавања настају енормно велика напонска поља у стенама, која условљавају лом стене у ослабљеним зонама, у моменту када напон превазиђе чврстоћу стенске масе. Пуцањем стена ослобађа се огромна количина сеизмичке енергије у облику сеизмичких таласа, настају пукотине у стени, као и пропратни ефекти на земљиној површини – рушење објеката, активирање клизишта у тлу, одрона стена на падинама, цунами таласа на мору и сл.

2.1. Природни узроци

Већина разорних земљотреса настаје међусобним додиром тектонских маса, а постоје три врсте додира тектонских плоча:

1. Трансформни додир (конзервациски) настаје на месту међусобног проклизавања плоча дуж трансформних раседа. релативно кретање двеју плоча може бити синистално (лева страна према посматрачу) или декстрално (десна страна према посматрачу), а пример трансформног додира са декстралним кретањем су Сан Андреас расед у Калифорнији и Сарајевски расед.
2. Дивергентни додир (конструктивни) настаје на местима међусобног разилажења две плоче. Пример дивергентног додира је Грат Рифт долина у Африци.
3. Конвергентни додир (деструктивни), зван и активни обод, настаје на местима где се две плоче сударају обично правећи субдуктивну зону (ако једна плоча подраћа под другу) или континенталну колизију (ако обе плоче садрже континенталне стене. Дубоки подморски ровови су обично повезани субдуктивним зонама. Субдуктивна

маса садржи многе хидрантне минерале, који при загревању ослобађају воду која узрокује топљење омотача па тако настаје вулканизам, на пример планински венац Анди у Јужној Америци и јапански острвски лук.



Слика 2 - Три врсте додира тектонских плоча, извор: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/40/Tectonic_plate_boundaries.png/350px-Tectonic_plate_boundaries.png, 12. 05. 2017.

Природни земљотреси се даље деле на спонтане и изазване. Спонтани земљотреси су они који настају услед кретања литосферних плоча па се називају и тектонски земљотреси. У групу изазваних природних земљотреса спадају вулкански и урвински земљотреси.

Природни - спонтани земљотреси настају услед непрестаног деловања различитих унутарњих и спољашних сила на литосферу изазивајући напрезање стенске масе, чиме стење акумулира велику потенцијалну енергију. Сваки материјал временом попушта напрезању и ослобађа се стреса испуштањем кинетичке тј. стварне енергије. Велику већину земљотреса карактеришемо као слабе пошто не разарају вештачке објекте, а већина таквих земљотреса настаје услед тектонске активности Земље, тојест међусобним трењем коре и плашта у покрету, најчешће дуж постојећих распуклина у Земљиној кори као што су раседи, бразде или ровови. Међутим, бележе се разорни

земљотреси и у тектонским неактивним подручјима, као и они који стварају нове распуклине и друге геоморфолошке облике.

Узроке **тектонских** земљотреса би требало тражити у астеносфери где се стално креће растопљена магла. Под утицајем унутрашњих притисака долази до лаганог струјања блокова земљине коре, који се међусобно сударају, подвлаче се једни испод других или само стружу једни о друге.⁷ Ова врста природних земљотреса настају као последица деловања геолошких сила које условљавају или се јављају при формирању делова и елемената земљине коре. **Вулкански** земљотреси настају као последица кретања магме у областима вулкана и у непосредној су вези са снажним вулканским ерупцијама и експлозијама вулканских гасова и пара.

Урвински земљотреси настају као последица обрушавања сводова и бокова великих пећина, а обично се јављају на теренима кречног састава и других стена подложних лакој разарању у којима настају пећине различитих димензија. Треба истаћи и постојање **дубинских** земљотреса као посебне врсте земљотреса чија жаришта се налазе дубоко изнад горње границе чврсте земљине коре, тачније у дубљим сферама земљине унутрашњости.

2.2. Вештачки узроци настанка земљотреса

Ови земљотреси настају услед делатности човека односно његовим дејством на природну средину. Најчешћи пример таквих активности може се пратити у областима у којима су формиране велике вештачке акумулације – језера, где се формирају тзв. индуковани земљотреси. Групи вештачких земљотреса припада и сеизмичка активност стимулирана упумпавањем воде у дубоке бушотине код потребе експлоатације геотермалне енергије из Земљине унутрашњости. Ови земљотреси могу настати код великих бушотина код експлоатације гаса и нафте, ко и услед подземних атомских проба и сл. Приликом класификације земљотреса је већ наведено да могу бити.⁸ **техноизостатички** (услед градње великих хидросистема, интензивне експлоатације нафте и других флуида), **техновариденске** (настају услед обрушавања сличних код урвинских земљотреса или због гравитационих слегања услед вађења великих количина руда без засипања) и **техносеизмички** земљотреси који настају

⁷Ђармати, Ш., Јаковљевић, В.: Цивилна заштита у СРЈ, ИП Студентски трг, Београд, 1996., стр. 62.

⁸Исто, стр. 63-64.

услед веома јаких експлозија (пробне нуклеарне експлозије региструју сеизмолошке станице на врло великим растојањима).

Вештачки земљотреси могу достићи и до 5 степени Меркалијеве скале. Земљотрес који се догодио између 10. и 11. децембра 1967. године у близини хидроелектране Којна у Индији приликом пуњења акумулационог језера је изазвао права разарања као и природни тектонски (настрадало је 180, а повређено око 20 000 људи).

2.3. Последице дејства земљотреса

Последице земљотреса могу бити:

- Директне: погибије људства и рушење објеката;
- Индиректне: оштећење енергетских цевоводних система, стварање клизишта, издизање и спуштање тла и низ других инфраструктурних оштећења;
- Последице по животну средину (биолошке контаминације услед разарања водоводних и канализационих постројења и ремећења активности у комуналној хигијени; битне промене карактеристика станишта и значајних еколошких фактора – затрпавање језера, настајање водопада, промене токова река као последице катастрофалних земљотреса, итд.) Земљотреси могу изазвати појаву клизишта, вулканских ерупција, пожара, лавина, поплава, цунами таласа.

На основу прегледа последица земљотреса у периоду од 1900. до 2013. године, може се закључити да је највише људи погинуло (3643557), повређено (3399525), погођено (231408080) и без дома (31815436) остало у Азији. Најмање људи је погинуло (6826), повређено (6380), погођено (1383754) и без дома (40240) остало у Океанији. Европски континент се налази на трећем месту. У овом периоду је на овом континету погинуло (556598), повређено (107970), погођено (8171412), а без дома остало (2746074).⁹

⁹Цветковић, В., Милојковић, Б., Стојковић, Д.: „Анализа геопросторне и временске дистрибуције земљотреса као природних катастрофа“, Војно дело, стр. 150-165.



Слика3- Примери оштећења након земљотреса, извор: https://www.google.rs/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=&url=https%3A%2F%2Fhorizon-magazine.eu%2Farticle%2Fmapping-europe-s-earthquake-risk_en.html&psig=AFQjCNFGEBtzja6t4Hx9VvMWJVSn7NqZRQ&ust=1496395179681636, 12. 05. 2017.

Земљотреси су најстрашније природне опасности које доводе до огромних разарања и великог броја људских жртава. Могу у току неколико минута да преобразе лице Земљине површине, да затрпају постојећа језера и направе нова, да промене ток река, да уруше брда и створе нова, да униште градове и сл. Колико страшно дејство има земљотрес и какве су његове последице говоре нам многи примери из прошлости као што је земљотрес у Риобамби (Еквадор) где је поред великих рушења, пожара и поплава под вертикалним ударима турских таласа дошло до подизања надгробних плоча и лашеви са сандуцима су узлетали у вис, што је психички утицало на људе и појачало страх. За време потреса у Шансију (Кина) 1556. године погинуло је 830.000 људи. Из наведене табеле можемо видети који су то најсмртоноснији земљотреси били и коју вредност магнитуде су имали ови земљотреси.

	ДАТУМ	ЛОКАЦИЈА	БРОЈ ЖРТАВА	МАГНИТУДА
1.	23. јануар 1556.	Шанси, Кина	830.000	8,0
2.	27. јул 1976.	Тангшан, Кина	255.000 (званично)	7,5
3.	26. децембар 2004.	Суматра, Индонезија	~230.210 мртвих и несталих	9,0
4.	11. октобар 1138.	Алепо, Сирија	230.000	8,5
5.	22. децембар 856.	Дамгхан, Иран	200.000	
6.	16. децембар 1920.	Гансу, Кина	200.000 – 240.000	8,5
7.	23. март 893.	Ардабил, Иран	150.000	
8.	1. септембар 1923.	Канто, Јапан	143.000	7,9
9.	6. октобар 1948.	Ашхабат, Туркменистан	110.000	7,3
10.	8. октобар 2005.	Индија и Пакистан	100.000 (процена), 80.000 (званично)	7,6 или 7,8

Табела 1. Најсмртоноснији земљотреси, извор: Ђерчан; Б., Ристановић, Б., Миљковић, Ђ.: Појава земљотреса и њихов утицај на преображај простора, Зборник радова Департмана за географију, туризам и хотелијерство 38/2009

Најснажнији икад регистрован земљотрес у свету се догодио 22. маја 1960. год. у Чилеу, са магнитудом од 9,5 јединица Рихтерове скале. Овај катастрофални земљотрес је проузроковао смрт преко 2.000 људи и 3.000 повређених у јужном Чилеу, а цунами таласи однели су 61 људски живот на Хавајима, 138 погинулих у Јапану, 32 погинулих на Филипинима, а нанета је милионска штета наведеним државама и западној обали Сједињених Држава. Из табеле наведене на наредној страници можемо видети и остале најјаче земљотресе по магнитуди Рихтера.

	ДАТУМ	ЛОКАЦИЈА	ЈАЧИНА
1.	22. мај 1960.	Валдивиа, Чиле	9,5
2.	26. децембар 2004.	Суматра, Индонезија	9,3
3.	16. октобар 1737.	Камчатка, Русија	~9,3
4.	27. март 1964.	Аљаска, САД	9,2
5.	4. новембар 1952.	Камчатка, Русија	9,0
6.	31. јануар 1906.	Колумбија – Еквадор	8,8
7.	4. фебруар 1965	Аљаска, САД	8,7
8.	25. новембар 1833.	Суматра, Индонезија	8,7
9.	1. новембар 1755.	Лисабон, Португалија	~8,7
10.	28. март 2005.	Суматра, Индонезија	8,6-8,7
11.	9. март 1957.	Аљаска, САД	8,6
12.	16. децембар 1920.	Гансу, Кина	8,6
13.	15. август 1950.	Асам-Тибет, Кина	8,6
14.	16. децембар 1575.	Валдивиа, Чиле	8,5
15.	12. септембар 2007.	Суматра, Индонезија	8,5

Табела 2 - Најјачи земљотреси по магнитуди Рихтера, извор: [www. gfz. hr](http://www.gfz.hr), 14. 05. 2017.

Простор Балкана у целини не карактерише се појавом тако снажних земљотреса, као ни појавом цунами таласа при настанку земљотреса на подручју Јадрана. Територија бивше Југославије налази се у подручју медитеранске трусне области, а ову територију испуњавају млађе венчане планине алпских лукова који окружују стару Родопску масу. Дубина жаришта земљотреса на нашем тлу су различите и релативно мале дубине од 1–45 км, а најчешће у дубини до 20 км испод површине. Јачина земљотреса је од трећег до петог степена, мада може бити и већа. Последице земљотреса су разноврсне, а оређене су – интензитетом потрешеног тла, - дубином хипоцентра – грађом терена измеђи хипоцетра и епицентра и трусног подручја – насељеношћу и градњом на покренутом подручју. Жртве и штете су мање од потреса у планинским и слабије насељеним подручјима, а веће у котлинама и долинама, где су најчешће већи градови и објекти.

Трусне области у Републици Србији су: Копаоничка, Рудничка, Крупањска, Маљенска, Лазаревачка, Свијаначка, Голубачка, Урошевачко – Ђиланска, Врањска и Краљевачка.

Наша држава не спада у простор високе сеизмичке активности, али се у њој дешавају земљотреси чија магнитуда достиже 5,8 јединица Рихтерове скале. По својој енергији

ови земљотреси могу бити и рушилачки. Захваљујући положају који се налази на самој ивици плоче, земљотреси у Србији по сеизмолозима неби требало да буду јачи од 6,2 до 6,3 степени по Рихтеру.

Најјачих пет земљотреса који су се догодили у 20. и 21. веку на територији Србије су:

- Урошевац 1921. године, јачина 5,7 јединица по Рихтеровој скали
- Лазаревац 1922 године, јачина 6,1 јединица по Рихтеровој скали
- Рудник 1927. године, јачина 6,0 јединица по Рихтеровој скали
- Копаник 1980. године, јачина 5,8 јединица по Рихтеровој скали
- Мионица 1998. године, јачина 5,7 јединица по Рихтеровој скали
- Краљево 2010. године, јачина 5,4 јединица по Рихтеровој скали

Земљотрес на подручју Мионице према подацима разних комисија за попис штете оштећено је око 12000 објеката у 6500 домаћинстава, а њихова обнова ни до данас није завршена. То говори колико су штете велике и колико споро се после земљотреса враћају у првобитно стање.

Београд је до сада има срећу да није теже страдао од земљотреса и ако лежи на подручју са потенцијално највећим турсовима. Подигнут је на крају Шумадијске греде, са свих страна омеђене раседима (савски ров, великоморавска дислокација, колубарски и западноморавски раседи). Јужнопанонска дислокација (савско-дунавски ров) уз коју је подигнут Нови Београд. Међутим турс који се десио 15 маја 1927. год. имао је јачину 7 степени, али није нанео веће штете. Према томе територија града Београда нема својих аутохтоних жаришта јаких земљотреса, а сеизмички ризик условљен је активношћу блиске сеизмогене зоне – Космаја, Лазареваца и Мионице. Према испитивањима на подручју Београда сеизмички је највише угрожен рејон Лазареваца. Бања Лука и Скопље су претрпеле велике материјалне губитке, а као посебно неповољно је и људске жртве. Катастрофални земљотрес задесио је 15 априла 1979. год. Црну Гору чија јачина је била 9 степени по Меркалијевој скали односно 7,2 степени по Рихтеровој скали. Епицентар овог жаришта налазио се 50 км јужно од Подгорице, на линији Улцињ-Бар-Будва-Котор и даље према Херцег Новом. Последице овог разорног земљотреса, због његове снаге и ширине биле су велике и проузроковале

су смрт око 100 људи, преко 1.000 повређених, велико разарање и штете у 14 општина, разорено је преко 250 већих и мањих насеља, посебно су страдала древна урбана насеља у Стари Бар, Будва, Котор и Херцег Нови.

Наука је до сада много учинила на пољу проучавања земљотреса, али најважније питање није ни до данас успела да одгонетне. Предвидети земљотрес значи одговорити на три питања : - где се очекује земљотрес – какве ће бити јачине – кад ће се десити. На прво и друго питање наука даје тачне и приближне одговоре, али на треће не може се ништа конкретно одговорити и ако је то најважније питање. Међутим, наука непрестано настоји да предвиди земљотрес и у будућности се очекује да ће то и постићи.

Дугорочна прогноза се заснива на познавању положаја и темперамента раседа, где се мора установити њихов сеизмички потенцијал и повратни период, а краткорочна прогноза се заснива на познавању неких показатеља карактеристика литросфере. Треба напоменути да су дугорочне прогнозе тачније, за разлику од краткорочних које се свode на нагађање. Пример из Кине 1976. године када су неколико дана пре земљотреса змије почеле да излазе из земље показује да је могуће предвидети да ће се земљотрес десити ускоро.



Слика 4 - Изглед аутопута после земљотреса, извор: Тањуг/АП

Под утицајем земљотреса долази до денивелације топографске површине, морфолошких поремећаја облика у постојећем рељефу, али стварању нових трусних облика, као и промене постојећих природних услова.

Човек не може да спречи земљотрес, али зато настоји да умањи његове катастрофалне последице. Уочене су које области захватају потреси, па на том терену не граде вишеспратне куће, темеље кућа дубоко укопавају, зидове повезује ојачаним гозденим шипкама, а у малтер мешају вуну да при земљотресу неби опадао. Хиљаде људи при земљотресу углавном страдају од рушења кућа па се на таквим теренима зидају чврсте конструкције од бетона и гвожђа па се таква конструкција при земљотресу љуља као целина и не долази до њеног распадања .

Ако уважимо процену да је само у историјском времену од земљотреса погинуло више од 15 милиона људи широм наше планете, безрезервно се намеће закључак да су земљотреси најтежи вид стихије природе, са највећим штетама и најбројнијим људским жртвама.

2.4. Мерење јачине и интезитета земљотреса

Јачина земљотреса представља параметар за описивање земљотреса. Мери се на два начина која су међусобно зависна, али и битно различита. Изражава се помоћу магнитуде или магнитудне Рихтерове скале и преко интезитета земљотреса односно 12-степене скале интезитета.¹⁰

Рихтерова магнитудна скала је развијена 1935. године на Калифорнијском институту за технологију. Добила је име по њеном творцу Рихтеру (Charles F. Richter). Конструисана је као математички апарат намењен за упоређивање величине земљотреса. Рихтер је магнитуду земљотреса увео као меру укупне енергије сеизмичких таласа, односно јачине земљотреса у жаришту, јер није могуће одредити ослобођену енергију у жаришту. Рихтерова скала категорише земљотресе на основу ослобођене енергије у (магнитуде). У основи представља логаритамску скалу са основом 10. Ради лакшег схватања, обично се уз степене ове скале везују еквиваленти ослобођене енергије приликом експлозија. Нема горњу границу, пошто још није забележен земљотрес јачине 10, Рихтерова скала се обично представља до деветог степена.

¹⁰Ђармати, Ш., Јаковљевић, В.: Цивилна заштита у СРЈ, ИП Студентски трг, Београд, 1996, стр. 64.

Код М-1 полазни ниво амплитуда таласа сеизмографа удаљеног 100 км од епицентра је 1 cm. Земљотрес са магнитудом од М-8 и више се карактерише као уништавајући. У Чилеу се 1954. догодио земљотрес чија је магнитуда била 9,5 степени Рихтерове скале. У Јапану се 23. новембра 2011. догодио земљотрес интензитета 9 степени Рихтерове скале који је изазвао цунами талас. Овом приликом су оштећени нуклеарни реактори у Фукушима. Последице су биле катастрофалне.

Интезитет земљотреса се може објаснити као описна величина која се одређује према некој од сеизмичких скала. Ове скале се углавном заснивају на величинама оштећења зграда и других објеката, променама у природи које је земљотрес изазвао, понашањима људи и животиња.

У Европи се до 1917. године употребљавала Роси-Форелијева (РФ) 10-то степена сеизмичка скала, коју је заменила Меркали-Канкани-Сибергова (МКС) скала. МКС јесте скала од 12 степени за изражавање интензитета земљотреса као мера за величину штетних дејстава које земљотреси изазивају на површини земље.

степен	јачина	ефекти потреса
1	неприметан потрес	Бележе га само сеизмографи, људи га не осећају.
2	врло лак потрес	Осећају га само изузетно осетљиви и то на вишим спратовима.
3	лак потрес	Осећа га већи број оних који у тренутку земљотреса мирују
4	потрес умерене јачине	У кућама га осећа велики број становника, на отвореном простору само појединци, људи се буде из сна. Врата и намештај се тресу, прозори звече.
5	прилично јак потрес	Осећају га многе особе на отвореном. Висећи предмети се њишу, клатна на сатовима заустављају, померају се слике на зидовима, мањи предмети се преврћу. Поједици беже из куће.
6	јак потрес	Осећају га сви. Делује застрашујуће и сви беже из куће. Сlike падају са зидова, руше се многи предмети. Звона на мањим црквама звоне. На добро грађеним кућама настају лаке штете на малтеру и димњаку.
7	врло јак потрес	Људи беже на отворен простор. Долази до рушења и разарања. Ломе се црепови, падају димњаци. Потрес се осећа у колима у покрету.
8	разоран потрес	Изазива општи страх. Руше се фабрички димњаци, звоници на црквама, споменици, обрушавају се стене. Примећују се промене на димњацима, мења се ниво у бунарима, јављају се клизишта.
9	пустошан потрес	Код људи изазива панику. Око 50% зиданих кућа је знатно оштећено, делимично порушено и онеспособљено за становање. На површини тла настају знатне пукотине, стварају се клизишта, подземне инсталације се кидају.
10	уништавајући потрес	Код људи изазива општу панику. Оштећује 75% зграда, већина њих се руши. Старе камене и зидане зграде руше се до

		темеља. Стварају се бројне пукотине у тлу. Криве се железничке шине клизе обале река, избија песак и муљ, стварају се нова језера.
11	катастрофалан потрес	Само мали број зграда му одлои. Руше се мостови, појављују се широке пукотине на површини Земље. Деформишу се железничке пруге, стварају нова језера.
12	велика катастрофа	Издржи га изузетно мали број грађевина. Тле потпуно мења изглед: затрпавају се језера, настају водопади, реке мењају ток, настају велике поплаве, потпуно се разарају надземни и подземни објекти, површина тла се таласа.

Табела 3 - Меркали-Канкани-Сибергова 12-степенa скала, извор: Ђармати, Ш., Јаковљевић, В.: Цивилна заштита у СРЈ, ИП Студентски трг, Београд, 1996, стр. 66.

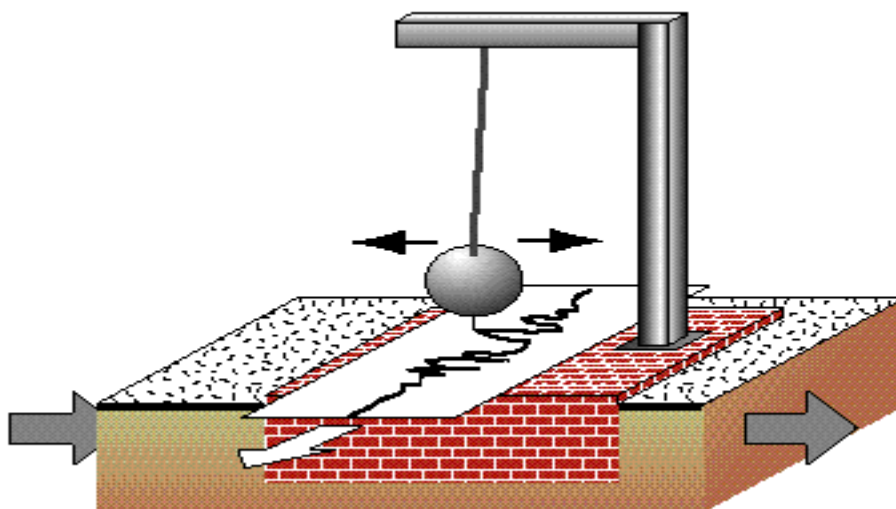
Код нас је званично од 1989. године у употреби Медведев-Спонхојер-Карникова скала интезитета. Ова скала је такође од 12 степени и за разлику од Меркалијеве обухвата више параметара. Они омогућавају потпуније дефинисање последица земљотреса: психолошки утицај земљотреса на људе и животиње, психолошки ефекти и могућа повређивања, појаве у становима и другим објектима, промене у природи (подземне воде, тло и растиње), оштећења на подземним и надземним инсталацијама као и штета на објектима. Опис ефеката, односно последица потреса се могу сврстати у три категорије:

1. Перцепција људи и окружења;
2. Зграде различитих типова;
3. Промене у природи подземним водама.

Интересантно је да су први квалитетни инструментални записи земљотреса су регистровани у 19. веку. На територији Балкана прва инструментална регистрација земљотреса је извршена још 1882. године, када је у Загребачкој метеоролошкој опсерваторији исталиран један механички сеизмограф, а 1904. године у Сарајеву, 1906. године у Београду и 1960. год у Подговорици. Данас има више стотина сеизмографских станица на свим континентима, укључујући и Антарктик, а вибрације јачих покрета могу се открити на великим удаљеностима, практично свугде на Земљи. Захваљујући сеизмологији, науци која пручава узроке појављивања, као и њене последице подрхтавања тла, данас је омогућено мерење земљотреса, а у скорој будућности и њихово предвиђање.

Инструмент који бележи потресе назива се сеизмограф. Ради на принципу осцилације клатна, када дође до покрета у Земљиној кори клатно се покрене из стања мировања и

почиње да осцилује. На врху клатна је игла која на хартији уцртава његове осцилације формирајући сеизмограф. Сеизмографи су веома осетљиви и сложени инструменти који уписују тачне податке о свим покретима који се догађају у читавој маси Земље, тачно време њихове појаве, дужину трајања и јачину потреса.



Слика 5 - Изглед сеизмографа, извор: <https://geografijanadalj.wordpress.com/2014/03/07/%D1%88%D1%82%D0%B0-%D1%82%D0%BE-%D1%82%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%B5-%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D1%99%D1%83/>, 17. 05. 2017.

У централној сеизмолошкој станици у Београду су од 1918. године инсталирани имеханички сеизмографи Wichert i Maink-a. Ови сеизмографи су до 1970. године били једини уређаји за регистровање земљотреса на простору Србије. Данас се може говорити о употреби савремених, дигитализованих и прецизних уређаја.

Систем Даса (Дигитална аутоматска сеизмолошка аквизиција) је развијен у Републичком сеизмолошком заводу Републике Србије и у периоду од 1991. од 2005. је представљао основу сеизмолошке мреже.

Републички сеизмолошки завод је модернизовао свој рад у оквиру пројекта помоћи Словачке владе који је финансиран из фонда Београд-Братислава (DIRECTE). У оквиру овог пројекта је реализована модернизација система за аквизицију и пренос

сеизмолошких података; Оснивање Центра за прикупљање, размену, аутоматску обраду, публикување и анализу сеизмолошких података. Сеизмометар је кључни инструмент у сеизмички станици. Она открива и мери кретање земљиног тла. Ове вибрације су сличне звучним таласима у ваздуху, али обухватају широк спектар фреквенција који се протеже далеко испод прага људског слуха. Сензори сеизмометера су изузетно осетљиви и могу покупити широк спектар покрета у распону од ниских амплитуда у позадини вибрација, као што су оне које су генерисане снагом ветра досигнала локалних, регионалних и удаљених земљотреса.

3. Земљотреси као облик угрожавања безбедности Републике Србије

Земљотреси представљају опасност у многим деловима света, па и у нашој држави. Добијање нових сазнања о сеизмогеним својствима територије Републике Србије утиче на слику о потенцијалној опасности од земљотреса. У овоме најзначајнију улогу имају Републички сеизмолошки завод и еминентни стручњаци у овој области.

3.1. Карта сеизмичког хазарда Републике Србије

Сеизмички хазард се односи на вероватноћу појаве потреса и сеизмички индукованих геолошких процеса, тачније вероватноћу појављивања земљотреса одговарајућих карактеристика на одређеном простору и у оквиру одређеног временског периода. Манифестује се са три међусобно зависна елемента: амплитудом кретања тла, повратним периодом времена и вероватноћом реализације догађаја.

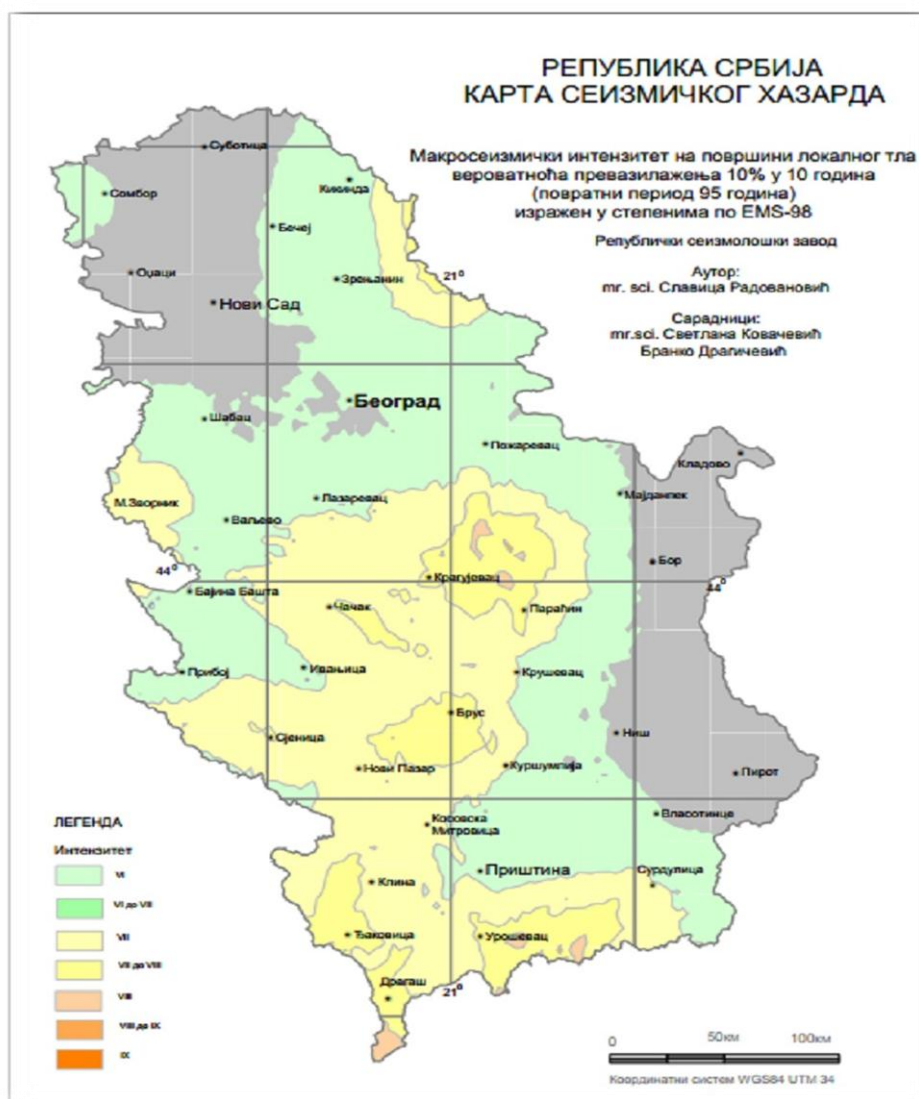
Методологија за процену вероватноће сеизмичког хазарда је настала из инжењерске потребе за бољим дизајном у контексту поузданости структура, а у циљу постизања безбедности људи. Такве процене се најчешће и врше у циљу смањења сеизмичког ризика. Постоји више модела за процену вероватноће. Пуасонов модел се традиционално користи у процену прорачуна сеизмичког хазарда. Овај модел вероватноће догађања служи као разумна претпоставка у већини инжењерских апликација, осим у ретком случајевима када један сеизмички извор може да доминантно утиче на сеизмичку опасност на локацији, а начин догађања земљотреса у њему није стационаран процес. Метода просторно осредњеног хазарда је метода за прорачун сеизмичког хазарда „без зона“ - „zoneless methodology“. Основу за прорачун хазарда по овој методи чини каталог земљотреса.¹¹

За потребе прорачуна сеизмичког хазарда и израде мапа хазарда је направљен каталог главних потреса, независних догађаја, за простор ограничен координатама географске дужине 18⁰-24⁰ и ширине 41⁰-47⁰. Поуздани и комплетни подаци су важни за постизање квалитета каталога.

Први каталог састављен за простор Балкана, па и територије Републике Србије представља Каталог земљотреса који је настао за потребе УНДП/УНЕСКО (UNDP/UNESKO) пројекта 1970. године. У каталогу је за земљотресе пре 1940. године

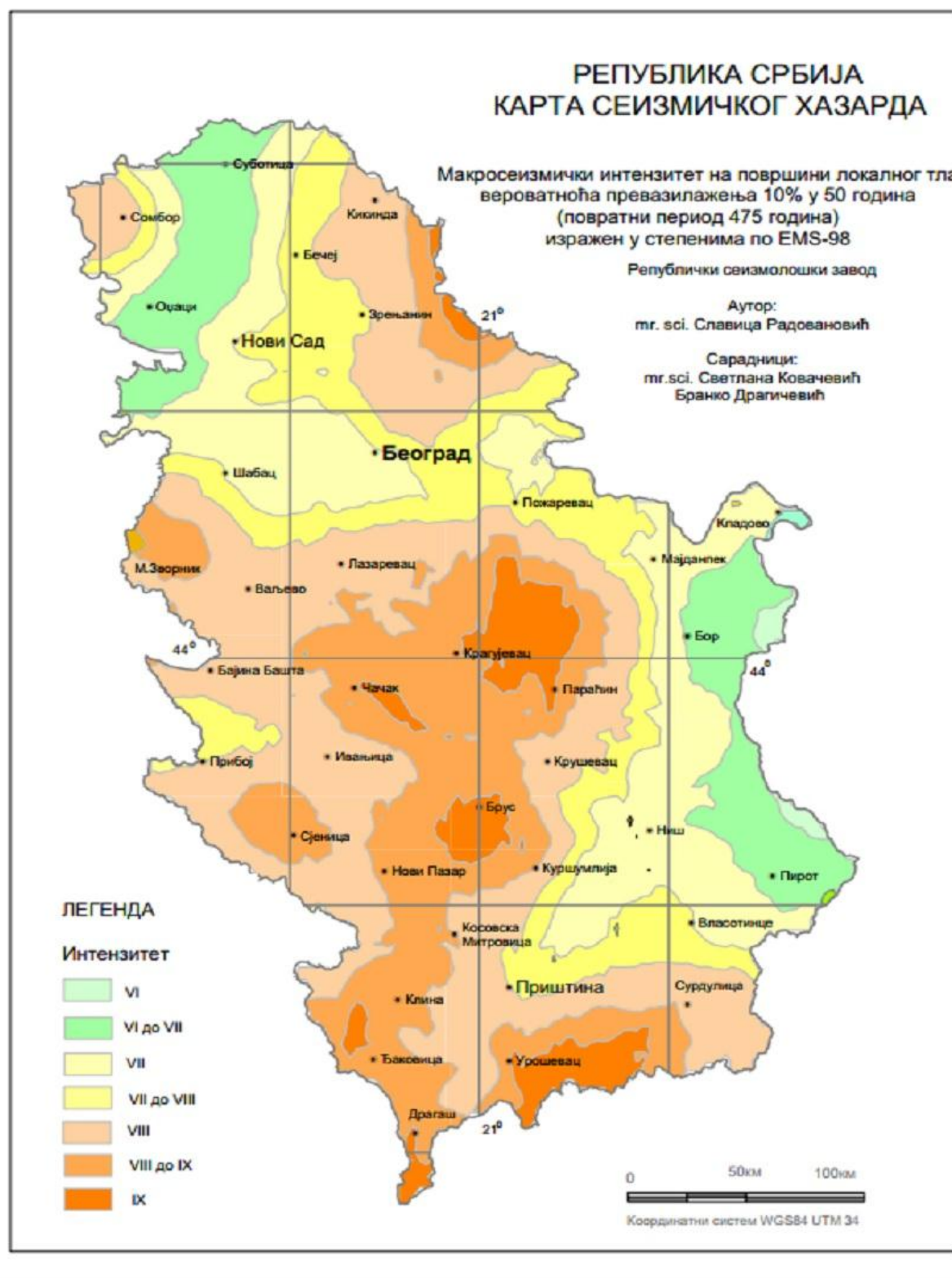
¹¹Радовановић, С.: Карте сеизмичког хазарда Србије, http://www.seismo.gov.rs/Seizmicnost/Karta_hazarda-izvod_iz_tumaca_cyr.pdf, 17. 05. 2017.

магнитуда земљотреса рачуната из процењеног интензитета, а он је пак процењиван на основу различитих макросеизмичких скала. При процени интензитета је долазило до недовољно прецизне примене скале, па су за неке земљотресе интензитети прецењени.¹² Протеклих година су спроведена севобухватана истраживања на обимној бази интерних каталога (комбинација параметарских и детаљно цитираних и изворних података о земљотресима и њиховим манифестацијама) и података о регистрацији земљотреса на сеизмолошким станицама региона спроведена како би се постигла ревизија каталога земљотреса. На простору Републике Србије и суседних држава, на бази сеизмотектонских карактеристика је издвојено 19 сеизмичких зона.

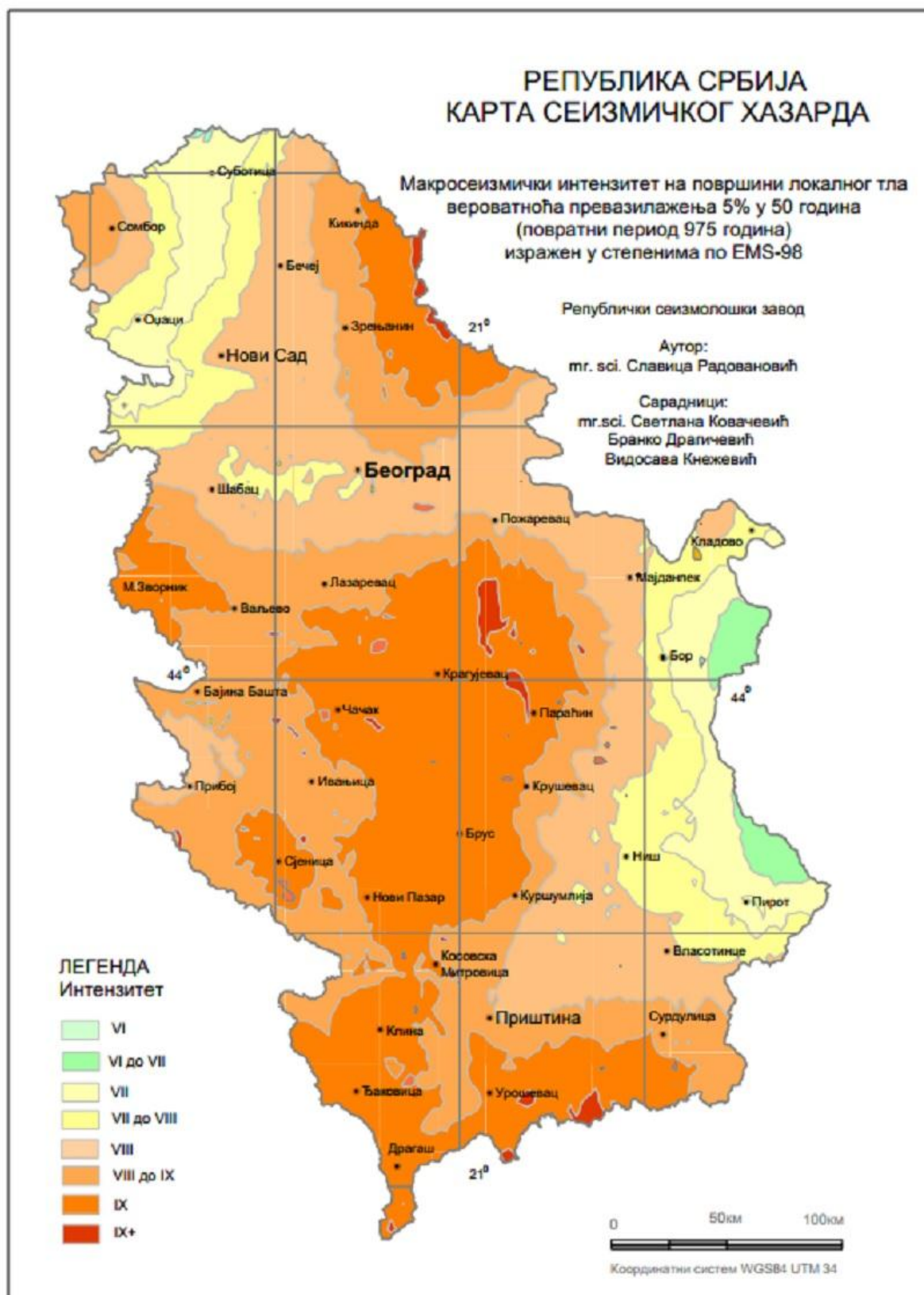


Слика 6 - извор: seismo.gov.rs/, 17. 05. 2017.

¹²Исто.



Слика 7 - извор: <http://cdn.tf.rs/2015/03/09/mapa2.jpg>, 17. 05. 2017.



Слика 8 - извор: <http://cdn.tf.rs/2015/03/09/mapa1.jpg>, 17. 05. 2017.

4.2. Каталог земљотреса Републике Србије

По геолошкој припадности регион Републике Србије се налази у простору алпске Европе, а са сеизмолошког становишта припада централном медитеранском простору. Последица су сложене тектонске карактеристике и релативно висока сеизмичка активност, која се већ испољила у већем броју аутономних жаришних зона.

Ови земљотреси својим положајем маркирају најзначајније жаришне зоне у Републици Србији. Главне ударе су пратиле серије накнадних земљотреса, понекад у трајању и од неколико година. Најизразитији пример је копаоничка трусна област, у којој су се изразито јаки накнадни земљотреси јављали и пет година после главног удара.

Трусне области у Србији су: Копаоничка, Рудничка, Крупањска, Маљенска, Лазаревачка, Свијаначка, Голубачка, Урошевачко – Гњиланска, Врањска и Краљевачка. Све ове зоне се налазе или у Вардарској зони, или у њеној непосредној близини. У простору Вардарске зоне, у току прошлог века, се догодило девет земљотреса магнитуде пет степени Медведев-Спонхојер-Карника скале.

Србија није простор високе сеизмичке активности, али се у њој дешавају земљотреси чија магнитуда достиже 5,8 јединица Рихтерове скале. По својој енергији ови земљотреси могу бити и рушилачки. Захваљујући положају који се налази на самој ивици плоче, земљотреси у Србији по сеизмолозима неби требало да буду јачи од 6,2 до 6,3 степени по Рихтеру.

Интересантно је да се до 1980. године сеизмичка активност у зони манифестовала догађањем земљотреса умерене јачине, са магнитудом до пет степени. Тада се активирала копаоничка жаришна зона и у периоду од седам година у њој се догодило седам земљотреса са магнитудом једнаком или већом од пет степени. Број земљотреса у копаоничкој жаришној зони нагло је опаонакон 1985. године, а сеизмичка активност се померила у краљевачку жаришну зону. Даља миграција на север Вардарске зоне резултирала је активирањем области Рудника и Лазареваца.

Међу младим планинама бивше Југославије највећу сеизмичку активност показују Динариди са Приморјем, у којима се збило 33% свих покрета, затим Родопиди (19%) и Алпиди (17%). Посавски регион (Савски тектонски ров) је други по честини покрета (23%). Најтежи земљотреси дешавали су се у Динарском, нарочито његовом

приморском подручју (22 земљотреса јачине VIII – IX степени), па у Родопском региону (19) и Посавском региону, 14 катастрофалних земљотреса.¹³

3.3. Земљотрес у Мионици 1998. године

Мионички крај је између 29. и 30. септембра, негде око поноћи 1998. године, погодио снажан земљотрес, један од најјачих у Србији. Сеизмолози су измерили да му је магнитуда износила 5,6 јединица Рихтерове скале, а епицентар је био у зони раседа Страгари–Мионица. Позитивна околност је била то што је раседање почело на 18, а завршило се на пет километара испод земљине површине. На истом раседу се 1927. догодио велики руднички земљотрес. Последице земљотреса, нарочито у мионичком крају, су биле веома штетне. Срећом, људских жртава није било, али је причињена знатна материјална штета. Скоро да није било објекта који није претрпео оштећење. На подручју мионичке општине је оштећено око 12 000 објеката. У Колубарском округу је регистровано 24.185. оштећених објеката. Општине Мионица (Мионица село, Клашнић, Кључ, Команице, Маљевић, Витиглав, Паштрић, Радобић, Санковић, Табановић, Толић, Шушеока) и Љиг (Бабајић, Бошњановић, Бранчић, Величевац, Гукоши, Дићи, Доњи Бањани, Ивановци, Јајчић, Лалинци, Латковић, Липље, Милавац, Моравци, Цветановац, Штавица и Кадина Лука) су имале највећу штету.

Разорни земљотрес у Мионици од 30.09.1998. године је проузроковао на територији Колубарског округа највећу штету. Последице земљотреса су представљале непосредан повод за израду Регионалног просторног плана подручја Колубарског округа погођеног земљотресом („Службени гласник РС”, бр. 70/02). У Плану је извршена просторна диференцијација подручја према условима захтевима асеизмичке градње, а дате су и мере и смернице за планирање и изградњу простора са аспекта прихватљивог асеизмичког ризика.

Формирани су Општински штабови што је требало да омогући боље управљање насталом кризом. Такође је формирана и Дирекција за изградњу и развој Колубарског округа погођеног земљотресом. Донета је одлука о издвајању 0,15 % на све новчане трансакције у Републици Србији, која је била привременог карактера, укинута је 2011. Постепено су средства намењена за ову сврху постајала све мања. Ова тема је поново

¹³Ђерчан, Б., Ристановић, Б., Миљковић, Ђ.: Појава земљотреса и њихов утицај на преображај географског простора, Зборник радова Департмана за географију, туризам и хотелијерство 38/2009, стр. 35-57.

постала актуелна када се догодио земљотрес у Краљеву 2010. године. Обнова објеката није ни данас потпуно завршена.

Приликом потреса у опасности су старији објекти, затим они који су грађени пре доношења прописа и приликом чије градње нису поштовани прописи, као и објекти који су лоше одржавани и лоше адаптирани. Управо су такви објекти претрпели највећу штету. Након извршених процена у вези са утврђивање штете, донети су одговарајући правни акти који су били важни за реализацију санације последица земљотреса. Ипак, динамичне друштвено-политичке прилике у држави су утицале на постепено смањење непоходних средстава за обнову објеката.



Слика 9 - Оштећења унутар једног стамбеног објекта у Мионици 1998., извор: <http://www.blic.rs/vesti/srbija/mionica-bez-obnove-2000-kuca-ostecenih-u-zemljotresu/ve3v5ht>, 25.05.2017.

У овом подручју потреси су се поновили 30. априла 1999., током Нато бомбардовања у Мионици, а потом се и на планини Маљен 22. марта 2006. године догодио земљотрес чија је јачина у жаришту била 4,6 степени Рихтерове скале, као и 12. маја исте године, а јачина је била 4,3 степени Рихтереове скале. Земљотрес, чији је епицентар био на око 10 километара од Дивчибара, забележен је 22. фебруара 2006., јачине у жаришту 4,5 јединица Рихтерове скале, што одговара интензитету на земљиној површини између шест и седам степени по Меркалијевој скали.

3.4. Земљотрес у Краљеву 2010.

У ноћи између 2. и 3. новембра 2010. се у Краљеву догодио земљотрес јачине 5,4 степена Рихтерове скале. Осим велике материјалне штете, у овом снажном потресу је двоје људи изгубило животе, а повређено је око 200 особа. Према процени Штаба за ванредне ситуације у Краљеву, овим земљотресом је било погођено више од 13 000 домаћинстава. Земљотрес који иначе спада у оне средње скале, али је за Србију изузетно јак, је захватио површину од 287 квадратних километара. Епицентар земљотреса је био на око 10 километара севернозападно од града, долини реке Груже, у селима Витановац, Витковац и Стубал, на путу Краљево – Крагујевац. У периоду од 31 часа после снажног земљотреса који је погодио Краљево, јутрос до 09.00 часова, су према подацима Републичког сеизмолошког завода регистрована 84 земљотреса, наводећи да су два најјача накнадна удара имала магнитуду од 3,4 јединице Рихтерове скале. Земљотрес се осетио на територији целе Србије. У Краљеву и околини је 3. новембра ујутру проглашена ванредна ситуација. Формиран је Градски штаб за ванредне ситуације, комадант штаба је градоначелник Краљева, а начелник је представник Управе за управљање ризиком Сектора за ванредне ситуације МУП-а РС. Из овог штаба су се договарале, координирале и покретале све активности које су се односиле на збрињавање угрожених и санације објеката.

Земљотрес је највише штете проузроковао у предграђу Краљева, у насељу Грдица, где је страдао брачни пар услед урушавања објекта у ком су боравили. Последице земљотреса су:

- 2 настрадалих услед рушења крова породичне куће;
- 50 повређених особа, ширење страха и панике међу грађанима;
- знатна материјална штета (неколико стотина милиона евра);
- индиректни утицај на животну средину.

Улице Краљева су биле прекривене коадима бетона, стакла, циглама, малтером, а накнадни мањи удари и даље су повремено потресали град. У циљу ефикаснијег санирања последица су одмах ангазоване све комуналне службе и добровољци из самог града. Такође, веома важну улогу су имали ватрогасци, полиција, жандармерија и Војска Србије. Осим што је била неопходна помоћ у средствима за санирање терена и поправку и изградњу објеката, било је потребно и људство. Осим стручних лица, пристизали су и волонтери у циљу пружања подршке и помоћи. Веома битну улогу су

имали медији у циљу позивања грађана из неугрожених подручја да помогну у насталој ванредној ситуацији. Комисија за процену штете је оформљена и започела је рад на процени штете на око 16 000 пријављених објеката за преглед, од чега је преко 1 500 ван употребе, а за санирање је око 10 000 објеката.¹⁴

Осим стамбених објеката, оштећене су и многе установе чије функционисање је битно за егзистенцију грађана (Здравствени центар Студеница, нарочито Интернистичко одељење и нови хируршки блок, Дом здравља, водоводна инфраструктура, Градска управа Краљева, школе, касарне, црква, манастир Жича, итд.) Задатак субјеката који су управљали овом ванредном ситуацијом да је успоставе нормално функционисање објеката критичне инфраструктуре. Обезбеђивање довољних количина воде исправне за пиће и решавање прекида у снабдевању електричном струјом су били значајни изазови.

Штаб за ванредне ситуације је обезбедио смештај одређеног капацитета за грађане који нису могли да се врате у своје домове, а многи су били збринути и код својих рођака и пријатеља. Смештај је био организован по домовима културе по селима у околини Краљева, на Гочу и Матарушкој бањи. Ванредна ситуација је укинута 11. новембра 2010. године, а обнова свих порушених објеката није још увек завршена.



Слика 10 –
Припадници
Сектора за
ванредне ситуације
учествују у
санирању
последица насталих
услед земљотреса у
Краљеву,
[http://prezentacije.mup.gov.rs/svs/SLIKE/2010-11-03%20zemljotres%20u%20Kraljevu/5.jpg](http:// prezentacije.mup.gov.rs/svs/SLIKE/2010-11-03%20zemljotres%20u%20Kraljevu/5.jpg), 23. 05. 2017.

¹⁴Сектор за ванредне ситуације, <http://prezentacije.mup.gov.rs/svs/2010-11-03.html>, 23. 05. 2017.

4. Мере заштите од земљотреса

Земљотреси представљају природну опасност чије последице могу бити веома штетне по здравље и имовину људи и животну средину. Мере заштите од земљотреса се могу класификовати у две основне групе:

- превентивне;
- оперативне.

Превентивна и оперативна заштита од разорних и катастрофалних земљотреса спроводи се, углавном, у два правца: сеизмолошко-геолошким праћењем појава помоћу савремених инструмената у зонама у којима их је било или у којима би могло да их буде и грађењем таквих нових грађевина, као и обезбеђење постојећих, које су отпорне на земљотрес, што је задатак пројектаната и конструктора.¹⁵ На подручју наше територије би требало да се више пажње придаје грађевинским и урбанистичким захтевима пројектовања и изградње објеката.

План заштите од земљотреса као свеобухватни акт разноврсних мера заштите би требало да садржи:¹⁶

- превентивне мере заштите;
- дефинисање људства и средстава на рашчишћавању рушевина и спасавања затрпаних и гашење евентуалних пожара;
- прву медицинску помоћ и збрињавање повређених;
- хигијенско епидемиолошку заштиту;
- регулисање саобраћаја за време интервенција;
- асанацију терена;
- снаге и средства за ублажавање и отклањање последица од земљотреса.

Најзначајнији правни акти којима се на подручју Републике Србије регулишу основне мере заштите од земљотреса су:

¹⁵Бабић, Б.: Заштита од елементарних непогода, Темпус 1587 81, БРЗ предавања, школска 2010/11.

¹⁶Сеизмизам,

<http://data.sfb.bg.ac.rs/sftp/vukasin.milcanovic/RIZICI%20PRIRODNIH%20KATASTROFA/PREzentACIJE/01-SEIZMIZAM.pdf>, 24. 05. 2017.

- Закон о планирању и изградњи („Сл. гласник РС“, бр. 72/2009, 81/2009 – испр., 64/2010 – одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 – одлука УС, 98/2013 – одлука УС, 132/2014 и 145/2014);
- Закон о ванредним ситуацијама („Сл. гласник РС“, бр. 111/2009, 92/2011 и 93/2012);
- Закон о Просторном плану Републике Србије од 2010. до 2020. године („Сл. гласник РС“, бр. 88/2010);
- Закон о обнови након елементарне и друге непогоде („Сл.гласник РС“, бр. 112/15);
- Национална стратегија заштите и спасавања у ванредним ситуацијама („Сл. гласник РС“, бр. 86/2011).

4.1. Превентивне мере

Превентивне мере подразумевају активности које се примењују на подручјима са испољеним сеизмичким хазардом како би се последице земљотреса елиминсале, односно свеле на најмању меру. Основни приступ планирању и изградњи простора на деловима планског подручја са испољеним сеизмичким хазардом заснован је на концепту прихватљивог сеизмичког ризика, којим се установљавају следећи основни захтеви:¹⁷

- 1) минималних губитака људских живота, повређених и материјалне штете услед земљотреса, и
- 2) усклађивања повећаних трошкова асеизмичког пројектовања, изградње и финансијских улагања са достигнутом степеном економског развоја и трошковима санације штета насталих као последица земљотреса.

Концепт прихватљивог сеизмичког ризика заснива се на примени следећих општих мера у планирању и пројектовању на планском подручју:

- 1) за утврђивање планских решења у вези са организацијом и коришћењем простора према дефинисаном прихватљивом ризику, користиће се резултати одговарајућих

¹⁷Мере заштите од елементарних непогода – земљотреса Регионалног просторног плана подручја Колубарског округа погођеног земљотресом, <http://www.bazapropisa.net/data%20files/img/1/02361.pdf>, 24.05.2017.

истраживања и вредновања макролокација применом техничких, економских, функционалних и еколошких критеријума, и

2) за посебно значајне и осетљиве локације спровешће се детаљна испитивања, ради процене ризика и утврђивања мера за смањење ризика за поједине објекте, функције и њихово окружење.

Идентификација опасности, процена ризика и анализа последица од земљотреса обухвата:¹⁸ постојање система за идентификацију, обавештавање и евиденције; густину насељености и величину животињског фонда; морфологију и састав земљишта; сеизмолошке карте; сеизмичке карактеристике терена; мере заштите у урбанистичким плановима и градњи; квалитет градње; учесталост, интензитети и епицентри потреса у задњих 50 година; последица потреса по сеизмичким зонама за стамбене, јавне, индустријске и друге објекте коришћењем MCS; могуће последице (могући број угроженог становништва, могућа оштећења и уништења материјалних и културних добара и могућа угроженост животне средине-ваздух, земљиште, вода, биљни и животињски свет); психолошки ефекте и могућа повређивања; оштећење инфраструктуре, могућност генерисања других опасности и др;

Реализација наведених мера је условљена поузданошћу података добијених истраживањем сеизмичког хазарда, развијеношћу емпиријских и теоријских модела вулнерабилитета и прихватљивог нивоа сеизмичког ризика, на основу економски прихватљивих критеријума са становишта повећања степена безбедности, као и оправданости инвестиционих улагања.

Анализе сеизмичког ризика садржи следеће аспекте:

- Вероватноћу појаве и особине земљотреса (сеизмички хазард)
- Понашање конструкције под дејством земљотреса (сеизмички прописи и сеизмичко пројектовање)
- Процену очекиваних рушења и оштећења објеката за одређену вероватноћу појаве земљотреса, и
- Доношење одлука за ниво прихватљивог ризика у зависности од врсте конструкције и њеног експлоатационог периода.

¹⁸Упутство о методологији за израду процене угрожености и планова заштите и спасавања у ванредним ситуацијама („Службени гласник РС“, бр. 18/2017)

Приликом израде процена и планова требало би утврдити елементе изложене сеизмичком хазарду: становништво, објекте, економске или културне и историјске вредности итд, локацију изложеног елемента у односу на хазард, као и повредљивост елемента, која представља степен могућих губитака или оштећења тог елемента, на датој локацији, у условима дејства специфичног хазарда. Повредљивост се може односити како на физичке, тако и на социјалне и економске категорије.

Такозвани низак ниво опасности од земљотреса не представља гаранцију да се земљотрес неће никада догодити. Неопходно је да буду испоштовани строги стандарди мера заштите као што су урбанистички захтеви и просторно планирање. Начин изградње објеката са придавањем пажње статичкој анализи јесте поуздан начин ублажавања последица које могу настати од земљотреса.

4.1.1. Модел прорачуна сеизмичког ризика

Подаци који су од значаја за прорачун сеизмичког ризика су:

- Каталози земљотреса, садрже информације о локацији, времену и јачини догођених земљотреса;
- Одређивање појединачних жаришта земљотреса (дефинисање активних раседа). Уколико се раседи не могу идентификовати, одређују се просторна жаришта у оквиру којих се могу догодити земљотреси;
- Максимална магнитуда за сваки расед или елементарно жариште се обично узима да је за половину јединице већа од магнитуде историјски најјачег догођеног земљотреса;
- Модел догађања земљотреса, мора да постоји за сваки извор, а односи се на дефинисање једначине за прорачун кретања тла.

4.1.2. Урбанистички и захтеви просторног планирања

Пројектовање сеизмички отпорних конструкција заснива се на контролисаном смањењу носивости конструкције. За очекивано сеизмичко дејство допушта се нелинеарни одговор уз појаву одређеног („контролисаног“) степена оштећења. С циљем да се избегне експлицитна нелинеарна анализа, која је доста сложена и веома ретко применљива у пракси, а узимајући у обзир способност конструкције за дисипацију енергије кроз превасходно дуктилно понашање њених елемената, за сеизмички

прорачун се примењује линеарна анализа заснована на спектру одговора који је редукован у односу на еластичан спектар.

Основни задатак такозваног земљотресног инжењерства представља развој адекватних метода пројектовања у којој методе анализе утицаја земљотреса заузимају значајно место. Одређивање динамичких утицаја у конструкцији услед дејства земљотреса је засновано на теорији вибрација. Међутим, у практичним прорачунима сеизмичка анализа уобичајено се спроводи применом ЕСМ, нарочито за једноставне конструкције. Тиме се за практично решавање проблема сеизмичке заштите задатак своди на статички проблем, тј. на одређивање сеизмичког „оптерећења“, услед којег се сеизмички утицаји у конструкцији могу одредити уобичајеним методама статике конструкција.

Како на основу статичке теорије није могуће одредити реалну вредност сеизмичког дејства и стварни распоред инерцијалних сила за време земљотреса, то се у сеизмичкој анализи морају узети у обзир и динамичке карактеристике конструкције, тачније својствене вредности и својствени облици вибрација. За анализу утицаја земљотреса потребно је усвојити одговарајући динамички модел.

Методе анализа конструкција на сеизмичка дејства могу се поделити на статичке и динамичке, а модели конструкција на линеарне и нелинеарне. Сходно томе, могуће су четири комбинације ових анализа.¹⁹ Стварно понашање конструкције за време земљотреса се може најбоље симулирати применом нелинеарне динамичке анализе (НДА). Ипак, ова анализа је још увек компликована за примену.

Конкретне препоруке за пројектовање сеизмичких отпорнијих конструкција су:²⁰

- правилан избор конструктивних система и материјала;
- правилна геометријска форма габарита објекта у основи, која је симетрична у односу на главне осе објекта;
- претходна статичка и сеизмичких анализа, са циљем обезбеђивања доказа о могућности приступања реконструкцији;
- избор и квалитет материјала и начин извођења објекта;

¹⁹ Лађиновић, Ђ.: „Савремене методе сеизмичке анализе конструкција зграда“, Материјали и конструкције 51, (2008), 2 (25-40).

²⁰ Urbanističko-tehnički uslovi za izradu tehničke dokumentacije za izgradnju objekta mješovite namjene(MN), [http://opstinativat.com/cg/images/stories/Urbanizam/Usvojeni%20planovi/Gradiosnica/Separat/UTU%20ZA%20IZGRADNJU%20OBJEKATA%20MJE%C5%A0OVITE%20NAMJENE%20\(MN\).pdf](http://opstinativat.com/cg/images/stories/Urbanizam/Usvojeni%20planovi/Gradiosnica/Separat/UTU%20ZA%20IZGRADNJU%20OBJEKATA%20MJE%C5%A0OVITE%20NAMJENE%20(MN).pdf), 25. 05. 2017.

- коришћење армирано-бетонских и челичних конструкција које поседују високу сеизмичку отпорност;
- примена зидања, ојачаног хоризонталним и вертикалним серклажима и армиране конструкције различитог типа;
- примена зидања само са хоризонталним и вертикалним серклажима за објекте мањег значаја и мање висине (до 2 спрата висине);
- пројектовање конструкција које спречавају клизања у контакту са тлом и појаву неравномерних слегања;
- хомогена расподела оптерећења које се преноси преко темељне конструкције на тло по целој контактаној површини;
- обезбеђивање довољне крутости темељне конструкције, а посебно на спојевима темељних греда са стубовима конструкције.

Сеизмолошка карта Републике Србије за повратни период од 100 година представља основу за дефинисање коефицијената сигурности (K_s) при пројектовању грађевинских објеката.

Како би се утврдила сеизмичка оцена терена врши се његова сеизмичка рејонизација. Она изгледа на следећи начин:

- сеизмичка макрорејонизација, ради се за већа подручја (држава) и садржи податке о релативном степену сеизмичке угрожености, са издвојеним просторима за примену детаљних мера;
- Детаљна сеизмичка рејонизација, представља основу за просторно планирање степен угрожености одређује се на основу геолошких, тектонских и сеизмичких параметара, узимајући у обзир прогнозна стања максималног земљотреса;
- Сеизмичка микрорејонизација, израђује се за веће урбане целине, значајна за пројектовање и грађење објеката;
- Детаљна сеизмичка микрорејонизација, ради се за објекте специјалне намене или конструкције.

Урбанистичке мере заштите на сеизмичким угроженим подручјима се реализују у неколико нивоа. Сваки од ових нивоа се карактерише одређеним картама за просторно планирање.

У нашој средини је већа пажња почела да се придаје овим и другим мерама превентивне заштите након што се догодио катастрофалан земљотрес у Скопљу 1963. године. Земљотрес је био магнитуде 6,1 степен Рихтереове скале, а последице су биле катастрофалне, 1 100 настрадалих, више од 3 000 повређених и огромна материјална штета.

Последице Мионичког земљотреса 1998. године и земљотреса у Краљеву 2010. су биле веома штетне и указале су на постојеће проблеме у непоштовању прописа. Многи старији објекти широм наше земље су подигнути без икаквих процена и нису у складу са основним безбедносним правилима. Забрињавајуће је што постоји сумња да многи накнадно легализовани објекти не испуњавају одређене стандарде. Начин градње објеката заправо представља круцијално средство одбране од последица земљотреса.

Последице земљотреса у Мионици су биле и непосредан повод за доношење Регионалног просторног плана подручја Колубарског округа погођеног земљотресом. Тада су установљене смернице за планирање и изградњу простора са аспекта сеизмички прихватљивог ризика, односно ограничења за развој, изградњу и уређење простора диференцираног према условима потреса, и то:²¹

1) ограничена сеизмоотпорна изградња за услове потреса од 8 степени МЦС - у свим обухваћеним насељима, а посебно насељима Рајковић на подручју општине Мионица, Белановица на подручју општине Љиг, Славац и Прњавор - Боговађа на подручју општине Лајковац, изградња и замена оштећених новим објектима ограничава се на капиталне и објекте ван категорије, чија инвестициона вредност трпи повећане трошкове сеизмоотпорне изградње; док се изградња осталих објеката условљава потврдом одговарајуће ревидоване студије оправданости; а санација оштећених објеката дозвољава под прописаним условима сеизмоотпорног пројектовања;

2) селективна сеизмоотпорна изградња за услове потреса од 7 степени МЦС - у обухваћеним насељима, као и насељима Ракари и Мионица на подручју општине Мионица и Славковица на подручју општине Љиг, изградња и замена оштећених новим објектима условљава се потврдом одговарајуће ревидоване студије оправданости; а

²¹Мере заштите од елементарних непогода – земљотреса Регионалног просторног плана подручја Колубарског округа погођеног земљотресом, <http://www.bazapropisa.net/data%20files/img/1/02361.pdf>, 25.05.2017.

санација оштећених објеката дозвољава под прописаним условима сеизмоотпорног пројектовања;

3) контролисана сеизмоотпорна изградња за услове потреса од 6 степени МЦС - у обухваћеним насељима, као и насељу Доња Топлица на подручју општине Мионица, изградња нових, замена и санација оштећених.

Осим доношења урбанистичко-правне регулативе, веома је важно да постоји њихова адекватна примена у пракси. Обавеза сваке државе је да нарочито води рачуна при пројектовању и изградњи објеката критичне инфраструктуре који треба да обезбеде основне ресурсе за егзистенцију грађана (нпр. водовод).

Значајан аспект превенције представља и едукација, обучавање и оспособљавање становништва за адекватно реаговање и примену мера личне и узајамне заштите током ванредних ситуација изазваних сеизмичних опасностима, конкретно земљотресима. У том контекст се користе разноврсне информативне и васпитно-образовне активности, односно програми средстава јавног информисања (посебно телевизије, радија, дневне штампе, периодике), као и разне трибине, предавања, документарни и едукативни филмови и слично.²²

4.2. Оперативне мере

Оперативне мере заштите од земљотреса се примењују када се манифестују последице земљотреса. Отклањање последица захтева ефикасну организацију и деловање разноврсних субјеката. Најважније оперативне мере су:²³

- организација и употреба људства и средстава на рашчишћавању рушевина и спашавања затрпаних;
- извлачење затрпаних, пружање прве медицинске помоћи на лицу места;
- лечење и збрињавање повређених;
- гашење евентуалних пожара;
- извлачење и обезбеђивање материјалних добара из оштећених и порушених објеката;
- асанација терена;

²²Гачић, Ј.: Цивилно планирање за ванредне ситуације, Факултет безбедности Универзитета у Београду, Београд, 2008., стр. 72

²³Јаковљевић, В.: Цивилна заштита у Републици Србији, Факултет безбедности, Београд, 2011.

- организовање хигијенско епидемиолошке заштите.

Када се догоди земљотрес, ангажују се сви неопходни субјекти који учествују у заштити и спасавању. План заштите и обухвата следеће елементе:²⁴

- 1) шематски приказ субјеката који се ангажују у заштити и спасавању;
- 2) преглед субјеката заштите и спасавања за конкретну опасност;
- 3) преглед снага и расположивих капацитета за конкретну опасност;
- 4) преглед чланова стручно-оперативног тима;
- 5) подсетник/упутство за рад одговорних лица;
- 6) преглед обавеза (мера и задатака) учесника у заштити и спасавању У зависности од потреба које изискује настала ситуација могу се применити активности евакуације, збрињавање, прва и медицинска помоћ, асанација и остали задаци цивилне заштите. Мера евакуације се спроводи када би најједноставније речено склонити становнике на безбедно подручје. Збрињавање угрожених се врши према принципима тријаже. Посебне јединице цивилне заштите учествују у извлачењу и збрињавању повређених из рушевина. Услови деловање ових јединица су комплексни и динамични. Посебно је отежано спасавање повређених у случају рушења вишеспратница. Акција спасавања из рушевина садржи четири фазе.²⁵

- 1) Извиђање и збрињавање површинских и лако затрпаних жртава у оквиру личне и узајамне помоћи, односно јединица цивилне заштите опште намене;
- 2) Претраживање лако оштећених објеката и извлачење повређених из рушевина. У овој фази се ангажују све расположиве снаге за спасавање, а јединице се деле ма одељења ради истовременог деловања на неприступачним местима;
- 3) Истраживање, претраживање и спасавање из тешко оштећених објеката, подрума и склоништа;
- 4) Испитивање, претраживање и спасавање из тешко оштећених објеката. У овој фази се до настрадалих веома тешко допире и тешко их је извући, а да не

²⁴Упутство о методологији за израду процене угрожености и планова заштите и спасавања у ванредним ситуацијама („Службени гласник РС“, бр. 18/2017)

²⁵Јаковљевић, В.: Цивилна заштита у Републици Србији, Факултет безбедности, Београд, 2011.

задобију накнадне повреде. Ради проналажења затрпаних се користе пси и техинчки уређаји - геофони.

План заштите и спасавања у случају померања тла, у овом случају земљотреса садржи:²⁶

1)табеларни преглед угрожених објеката (који нису изграђени према сеизмолошким критеријумима), са бројем домаћинстава, бројем становника и угроженом инфраструктуром;

2) преглед локација за одлагање отпадног грађевинског материјала и другог материјала који се сакупља у току рашчишћавања терена;

3) евакуацију становништва, стоке, културних и материјалних добара; збрињавање људи, стоке, материјалних и културних добара; организацију пружања прве и медицинске помоћи и ветеринарске помоћи; асанација терена и објеката организује се према посебним плановима – Планом мера и задатака цивилне заштите.

Након што се догодио земљотрес у Краљеву 2010. године, формиран је Градски штаб за ванредне ситуације који је руководио насталом кризном ситуацијом и који је требало да допринесе деловању разноврсних актера који су учествовали у спасавању повређених и отклањању последица.

Требало би истаћи и улогу здравствене и социјалне заштите у ванредним ситуацијама изазваним елементарним непогодама, попут земљотреса. Примена регионалног принципа организације здравствене и социјалне заштите омогућава присутност свих основних облика и видова здравствене и социјалне заштите и релативну аутономност здравства и социјалне службе у сваком региону наше државе.²⁷ Службе здравствене и социјалне заштите треба да буду припремљене и оспособљене за деловање у оваквим ситуацијама.

²⁶Упутство о методологији за израду процене угрожености и планова заштите и спасавања у ванредним ситуацијама („Службени гласник РС“, бр. 18/2017)

²⁷Јовић, Р., Јовић Н.: Здравствена и социјална заштита, Факултет одбране и заштите Универзитета у Београду, Београд, 1999.

ЗАКЉУЧАК

Земљотреси спадају у ред најстрашнијих природних опасности које се дешавају на Земљи, па податке о земљотресима налазимо у записима старим више хиљада година. Међутим, испитивања о земљотресима се нису водила па се значајнија проучавања земљотреса почињу вршити тек од деветнаестог века. Разлог проучавања земљотреса првенствено се огледа у чињеници што се ни у једној елементарној несрећи не поруши толико зграда и не затрпа толико људи колико приликом потреса земље.

Обично се манаifestују у ноћним сатима кад су људи у кућама нашта нас посебно подсећа земљотрес у Индонезији познат под именом Суматра-Андаман који је у Индијском океану 26. децембра 2004. године у 00:58 часова изазвао цунами који је подигао талас преко 30 м и направио катастрофу у девет земаља одневши 229.866 живота који је био амплитуде 9,1 до 9,3 степени по Рихтеру. Катастрофалне последице овог труса су изазвале велику пажњу научне јавности и грађана.

До земљотреса долази услед заглављивања тектонских плоча при чему долази до напрезања стенске масе и оног тренутка кад напрезање постане толико да га стене не могу издржати долази до ломљења и клизања дуж раседа. Земљотрес или потрес настаје услед померања тектонских плоча, кретањем Земљине коре или појаве удара. Тектонске плоче се годишње помере 2 до 3 см, али се земљотреси дешавају врло често насупрот распрострањеном уверењу да су то ретке појаве. Ипак, њихов највећи број је слабог интензитета и јавља се на малим површинама копненог простора или океанског дна. Да су земљотреси врло чести потврђују и подаци регистрованих земљотреса у мају 2017. године у Србији. У питању су земљотреситаквог интензитета да не могу изазвати оштећења на објектима у епицентралној области, поготово што се у другој половини XX века градњи објеката придаје посебна пажња укључујући и знатно већи степен безбедности по питању земљотреса.

На последице земљотреса управо највише утичу асеизмички отпорни објекти, услед чијег рушења и оштећења заправо и настају људске жртве и повређени. Клизишта која могу настати услед земљотреса представљају додатну опасност са којима се људи сусрећу. Људске жртве, повређени и штета настала након земљотреса у Мионици 1998. и у Краљеву 2010. године опомињу на потребу за већим инвестиционим улагањем у мере превенције као значајним сегментом целокупне заштите од земљотреса.

Одговорност за поштовање урбанистичко-правне регулативе и просторног планирања би требало да буде израженија у нашој средини, односно у случају настанка земљотреса људски животи треба да буду заштићени, а оштећења ограничена.

Ефикасно управљање ризиком од земљотреса треба да сведе последице настале услед ове елементарне непогоде на минималну меру, тзв. прихватљиву. У ублажавању и отклањању насталих последица учествују разни субјекти система заштите и спасавања, чије би деловање требало да буде интегрисано како би се постигла неопходна ефикасност.

Иако Република Србија није у подручју високе сеизмичке активности, опасност од земљотреса је могућа. Може се закључити да је потребно усмерити више пажње на мере заштите од овог облика угрожавања, а нарочито би требало побољшати актуелно стање превенције.

Литература

Бабић, Б.: Заштита од елементарних непогода, Темпус 1587 81, БРЗ предавања, школска 2010/11.

Гачић, Ј.: Цивилно планирање за ванредне ситуације, Факултет безбедности Универзитета у Београду, Београд, 2008.

Ђармати, Ш., Јаковљевић, В.: Цивилна заштита у СРЈ, ИП Студентски трг, Београд, 1996

Ђерчан, Б., Ристановић, Б, Миљковић, Ђ.: Појава земљотреса и њихов утицај на преображај географског простора, Зборник радова Департамента за географију, туризам и хотелијерство 38/2009, стр. 35-57.

Јаковљевић, В.: Цивилна заштита у Републици Србији, Факултет безбедности, Београд, 2011.

Јаковљевић, В.: „Цивилна заштита у условима елементарних непогода и катастрофа“, докторска дисертација, Факултет одбране и заштите Универзитета у Београду, Београд, 1997.

Јовић, Р., Јовић Н.: Здравствена и социјална заштита, Факултет одбране и заштите Универзитета у Београду, Београд, 1999.

Лађиновић, Ђ.: „Савремене методе сеизмичке анализе конструкција зграда“, Материјали и конструкције 51, (2008), 2 (25-40).

Петровић, Ј., Миљковић, Љ.: Општа геологија са основама палеогеографије, Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Институт за географију, Нови Сад, 1988.

Цветковић, В., Милојковић, Б., Стојковић, Д.: „Анализа геопросторне и временске дистрибуције земљотреса као природних катастрофа“, Војно дело, стр. 150-165

Садржаји са Интернета:

Мере заштите од елементарних непогода – земљотреса Регионалног просторног плана подручја Колубарског округа погођеног земљотресом, <http://www.bazapropisa.net/data%20files/img/1/02361.pdf>, 25.05.2017.

Радовановић, С.: Карте сеизмичког hazarda Србије, http://www.seismo.gov.rs/Seizmicnost/Karta_hazarda-izvod_iz_tumaca_cyr.pdf, 17. 05. 2017.

Сеизмизам, <http://data.sfb.bg.ac.rs/sftp/vukasin.milcanovic/RIZICI%20PRIRODNIH%20KATASTROFA/PREzentACIJE/01-SEIZMIZAM.pdf>, 24. 05. 2017.

Сектор за ванредне ситуације, <http://prezentacije.mup.gov.rs/svs/2010-11-03.html>, 23. 05. 2017.

Urbanističko-tehnički uslovi za izradu tehničke dokumentacije za izgradnju objekta mješovite namjene(MN),

[http://opstinativat.com/cg/images/stories/Urbanizam/Usvojeni%20planovi/Gradiosnica/Separat/UTU%20ZA%20IZGRADNJU%20OBJEKATA%20MJE%C5%A0OVITE%20NAMJENE%20\(MN\).pdf](http://opstinativat.com/cg/images/stories/Urbanizam/Usvojeni%20planovi/Gradiosnica/Separat/UTU%20ZA%20IZGRADNJU%20OBJEKATA%20MJE%C5%A0OVITE%20NAMJENE%20(MN).pdf), 25. 05. 2017.

<http://prezentacije.mup.gov.rs/svs/SLIKE/2010-11-03%20zemljotres%20u%20Kraljevu/5.jpg>, 23. 05. 2017.

<http://www.blic.rs/vesti/srbija/mionica-bez-obnove-2000-kuca-ostecenih-u-zemljotresu/ve3v5ht>, 25.05.2017.

<http://cdn.tf.rs/2015/03/09/mapa1.jpg>, 17. 05. 2017.

<http://cdn.tf.rs/2015/03/09/mapa2.jpg>, 17. 05. 2017.

seismo.gov.rs/, 17. 05. 2017.

<https://geografijanadalj.wordpress.com/2014/03/07/%D1%88%D1%82%D0%B0-%D1%82%D0%BE-%D1%82%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%B5-%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D1%99%D1%83/>, 17. 05. 2017.

[www. gfz. hr](http://www.gfz.hr), 14. 05. 2017.

https://www.google.rs/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=&url=https%3A%2F%2Fhorizon-magazine.eu%2Farticle%2Fmapping-europe-s-earthquake-risk_en.html&psig=AFQjCNFGEBtzja6t4Hx9VvMWJVSn7NqZRQ&ust=1496395179681636, 12. 05. 2017.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/40/Tectonic_plate_boundaries.png/350px-Tectonic_plate_boundaries.png, 12. 05. 2017.

http://www.znanje.org/i/i21/01iv08/01iv0801/trusne_zone.htm, 15. 05. 2017.

Правни извор:

Упутство о методологији за изradу процене угрожености и планова заштите и спасавања у ванредним ситуацијама („Службени гласник РС“, бр. 18/2017)