



GLAVNI GRAD PODGORICA

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA AŽURIRANJE



Podgorica, Mart 2026. godine

SADRŽAJ

| | |
|---|-----|
| I. Procjena rizika od zemljotresa | 5 |
| 1. OPŠTI DIO..... | 5 |
| 1.1. Geografski položaj..... | 5 |
| 1.2. Reljef | 6 |
| 1.3. Hidrološke karakteristike | 7 |
| 1.4. Klimatske karakteristike | 9 |
| 1.5. Stanje životne sredine i kulturne baštine..... | 9 |
| 1.6. Demografske karakteristike..... | 13 |
| 1.7. Privredni i infrastrukturni objekti..... | 14 |
| 1.8. Vanprivredni objekti i ustanove..... | 22 |
| 2. POSEBNI DIO: SEIZMOLOŠKA ANALIZA ZEMLJOTRESNOG SCENARIJA..... | 28 |
| 2.1. Geološka građa terena | 28 |
| 2.2. Seizmičnost | 34 |
| 2.3. Seizmički hazard | 44 |
| 2.4. Seizmički rizik..... | 48 |
| 2.5. Scenario zemljotresa..... | 62 |
| 2.6. Destruktivni efekti najnepovoljnijeg scenario zemljotresa | 93 |
| 2.6.1 Metodologije procjene gubitaka u zemljotresu | 94 |
| 2.6.2. Seizmička povredljivost objekata..... | 95 |
| 2.6.3. Potencijalne štete stambenog fonda na području opštine Podgorica u scenario zemljotresu ... | 98 |
| a) Iskustva iz zemljotresa od 15. aprila 1979. godine | 98 |
| b) Metodologija Makroseizmičke skale EMS | 105 |
| c) Ranjivost objekata na kolaps prema ekspertizi stručnjaka (WHE-PAGER)..... | 109 |
| d) Metodologija PAGER za procjenu povredljivosti objekata | 110 |
| e) Metoda Kappos | 112 |
| f) ATC-21 metoda | 113 |
| 2.6.4. Potencijalna oštećenja infrastrukturnih sistema | 117 |
| a) Mjere za smanjenje povredljivosti infrastrukturnih sistema | 121 |
| 2.6.5. Procjena ekonomskih gubitaka | 122 |
| 2.6.6. Ljudske žrtve | 123 |
| a) Parametri za proračun potencijalnog broja žrtava u najnepovoljnijem scenario zemljotresu za teritoriju opštine Podgorica | 126 |
| b) Metodologija PAGER | 127 |
| c) Metoda Samardjjeva i Badal..... | 129 |
| d) Metoda Risk-UE..... | 130 |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | |
|---|-----|
| e) Metoda Tiedemann | 132 |
| f) ATC-13 metodologija | 133 |
| g) HAZUS metodologija | 135 |
| h) Metoda Coburn i Spence | 136 |
| i) Potrebe privremenog smještaja i evakuacija..... | 139 |
| 2.6.7.Pretpostavke uvedene u ocjeni rizika za dati scenario zemljotres | 140 |
| 2.6.8. Zaključna razmatranja i ocjena rizika za najnepovoljniji scenario zemljotres | 142 |
| a) Ljudske žrtve | 143 |
| b) Oštećenje stambenog fonda | 144 |
| c) Potencijalni stepen ekonomskih gubitaka | 144 |
| d) Procjena vjerovatnoće događanja scenario zemljotresa | 145 |
| e) Procjena posljedica | 145 |
| f) Matrice vjerovatnoće i potencijalne posljedice realizacije scenario zemljotresa..... | 146 |
| 2.7. Podaci o zemljotresima u period 2023. – 2026. godine..... | 148 |
| 3. ZAKLJUČCI | 151 |
| 4. LITERATURA | 152 |
| II DOKUMENTA PLANA ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA | 158 |
| 1. Mjere zaštite i spašavanja od zemljotresa..... | 158 |
| 1.1. Stambeno-poslovni objekti | 159 |
| 1.2. Industrijski i privredni objekti | 160 |
| 1.3. Kritična infrastruktura | 162 |
| 1.4. Obrazovni objekti i ustanove..... | 163 |
| 1.5. Zdravstveni objekti | 165 |
| 1.6. Elektroprivredni objekti i prenosni sistemi | 166 |
| 1.7. Objekti vodosnabdijevanja i vodovodna mreža..... | 167 |
| 1.8. Putna i željeznička infrastruktura..... | 169 |
| 1.9. Sportski objekti | 170 |
| 1.10. Objekti kulture i kulturna dobra..... | 171 |
| 1.11. Zelene i javne površine | 173 |
| 1.12. Evakuacija..... | 174 |
| 1.13. Medicinska pomoć..... | 175 |
| 1.14. Pružanje humanitarne pomoći | 176 |
| 1.15. Gašenje požara..... | 178 |
| 1.16. Hemijski akcedenti..... | 179 |
| 1.17. Epidemije, epizotije, epifitotije | 180 |
| 1.18. Asanacija terena..... | 181 |
| 2. Operativne jedinice (ljudski i materijalni resursi) | 183 |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | |
|---|-----|
| 3. Državni organi, organi državne uprave, organi uprave i jedinice lokalne samouprave (ljudski i materijalni resursi) | 185 |
| 4. Mobilizacija, rukovođenje i koordinacija pri akcijama zaštite i spašavanja | 186 |
| od zemljotresa | 186 |
| 5. Komunikacija operativnih timova na terenu | 186 |
| 6. Međuopštinska i međunarodna saradnja | 186 |
| 7. Evakuacija..... | 187 |
| 8. Informisanje građana i javnosti..... | 187 |
| 9. Način održavanja javnog reda i bezbjednosti prilikom intervenisanja | 187 |
| 10. Finansijska sredstva za sprovođenje plana | 188 |
| III. Prilozi..... | 189 |
| Statistička analiza scenarija zemljotresa | 189 |
| Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica..... | 195 |
| Ljudski i materijalni resursi službe zaštite i spašavanja (prema podacima od 12.09.2022. g.)..... | 196 |
| Pregled ljudskih i materijalnih resursa organa lokalne samouprave, privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika..... | 197 |
| Organizaciona šema djelovanja | 200 |
| Uputstvo za postupanje građana u slučaju zemljotresa | 201 |
| Pregled skloništa na teritoriji Glavnog grada..... | 202 |
| radna grupa | 205 |
| GRAFIČKA DOKUMENTACIJA | 206 |

I. PROCJENA RIZIKA OD ZEMLJOTRESA

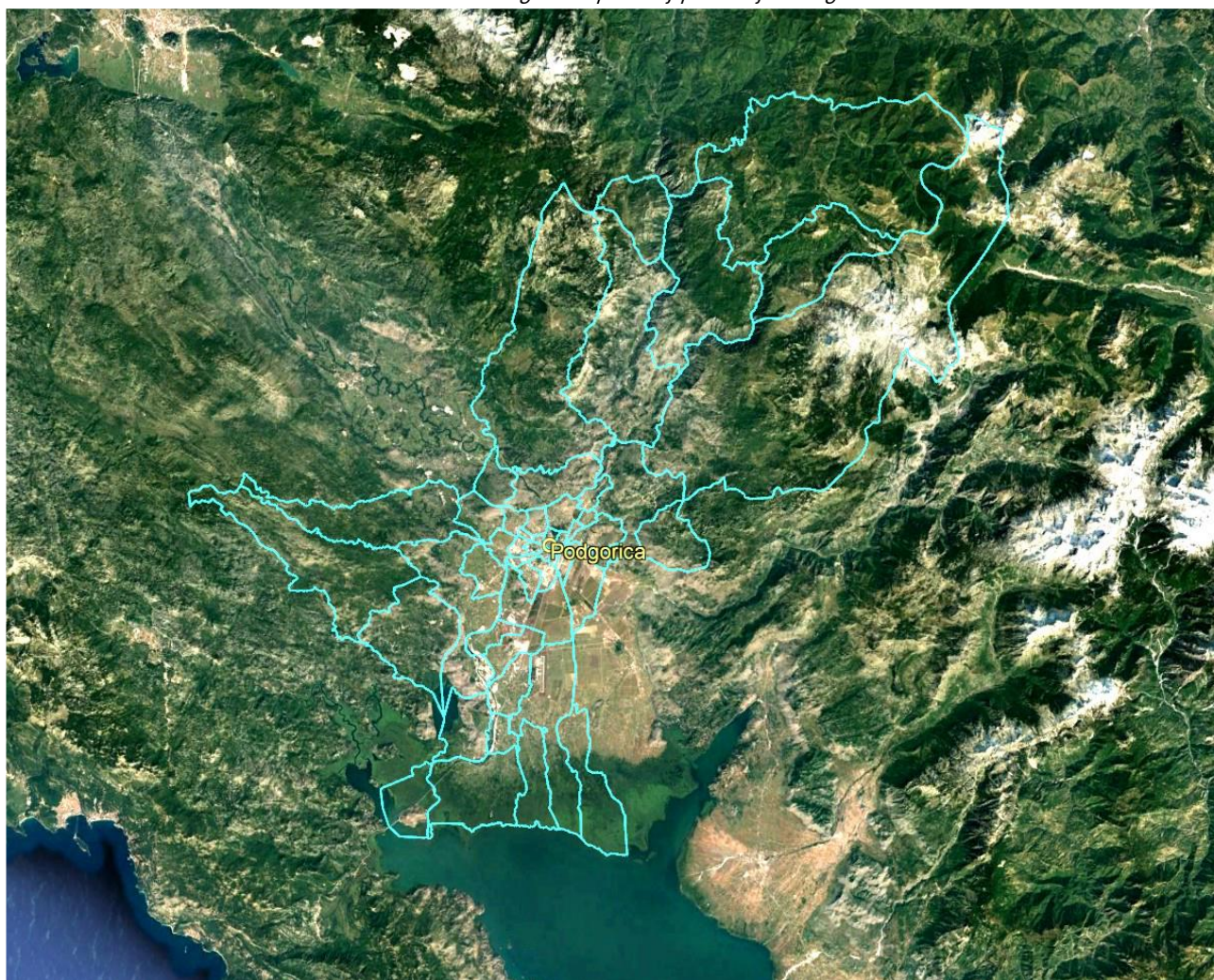
1. OPŠTI DIO

1.1. Geografski položaj

Administrativne granice Glavnog grada Podgorice prostiru se na jugoistočnom dijelu teritorije Crne Gore odnosno, prema geografskim koordinatama, između $42^{\circ} 26'$ sjeverne geografske širine i $19^{\circ} 16'$ istočne geografske dužine.¹ (slika br.1.1.)

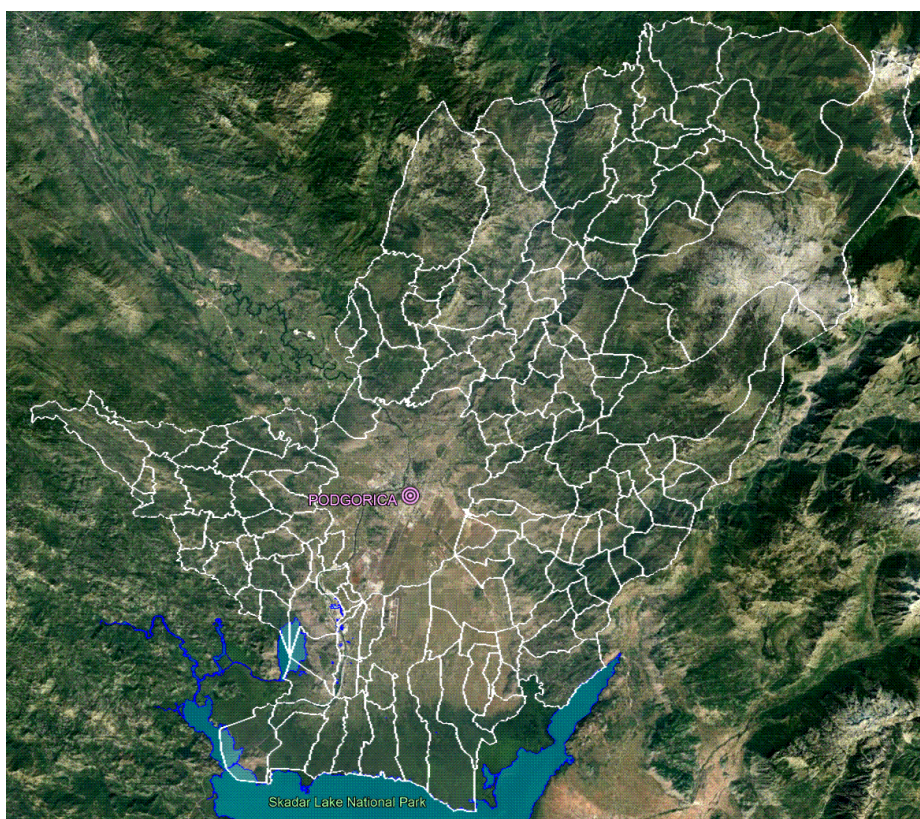
Grad zauzima površinu od oko 1441 km^2 ili 10.7 % teritorije Crne Gore, koja se na istoku graniči sa Albanijom, na jugu Skadarskim jezerom i Opštinom Bar, na zapadu sa prijestonicom Cetinjem i Opštinom Danilovgrad, a na sjeveru opštinama Kolašin i Andrijevića. Udaljenost od mora iznosi 40 km vazdušne linije.

Slika br.1.1. Geografski položaj područja Podgorice



Glavni grad se nalazi na prosječnoj nadmorskoj visini od 52 m i prema geografskim karakteristikama ovaj prostor se prepoznaje kao sastavni dio južnih Dinarida koji se odlikuju izrazitim prostornim formama i za njih tipičnim geografskim oblicima. U prostoru se jasno izdvajaju ravničarski i brdsko-planinski dio, odnosno tri izrazite reljefne skupine, koje se međusobno razlikuju i po drugim ekološkim odlikama (klimatskim, pedološkim) (slika br.1.2).

¹ www.podgorica.me



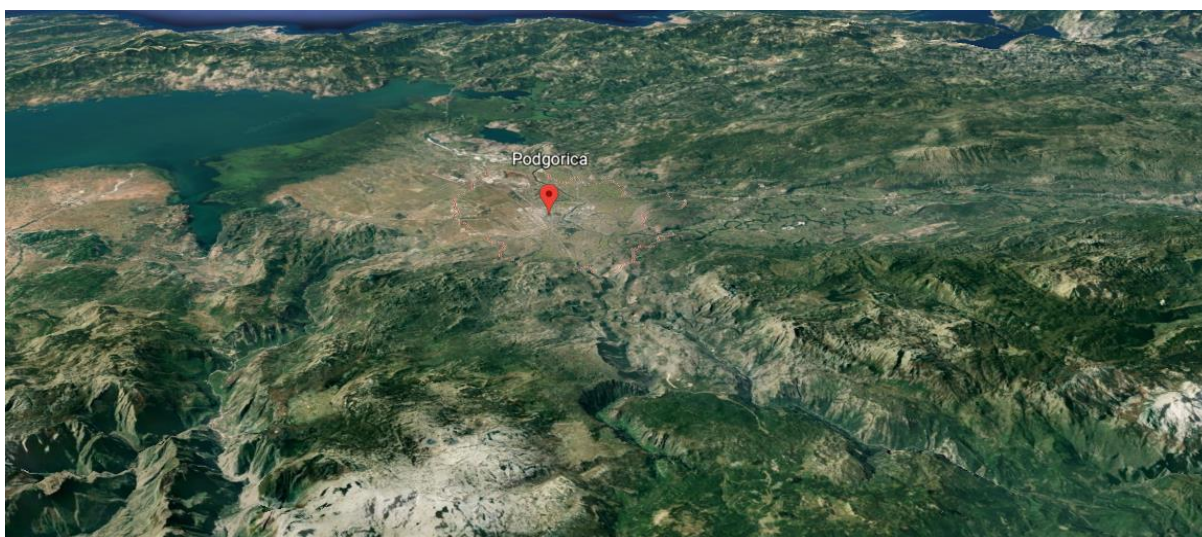
Slika br.1.2. Granice naselja Podgorice

1.2. Reljef

1.2.1. Geomorfološki faktori

Geološku podlogu ovog područja čine tereni koje izgrađuju kenozojsko fluvio-glacijalni sedimenti kvartara u ravničarskim predjelima i mezozojski sedimenti kredne starosti koji karakterišu predio gradskih i okolnih brda (slika br.1.3.).

Morfologija, geološka građa, klima i dr. usloveli su na terenima grada razne fizičko-geološke procese i pojave. Razvijeni procesi su: karstifikacija krečnjačkih i krečnjačko-dolomitnih masa, podlokavanje obala rijeka sa stvaranjem podkapina različitih dimenzija u terasnim odsjecima, a zapažene su i pojave sulfozije (filtraciono razaranje sredine). Dinamika eroziono-denudacionih procesa je relativno slabo izražena, izuzev u domenu riječnih korita, a pojave klizanja i jaruženja značajnih razmjera izostaju. Posebno mjesto zauzimaju pojave plavljenja djelova površina uz dio aluvijalne ravni Ribnice.



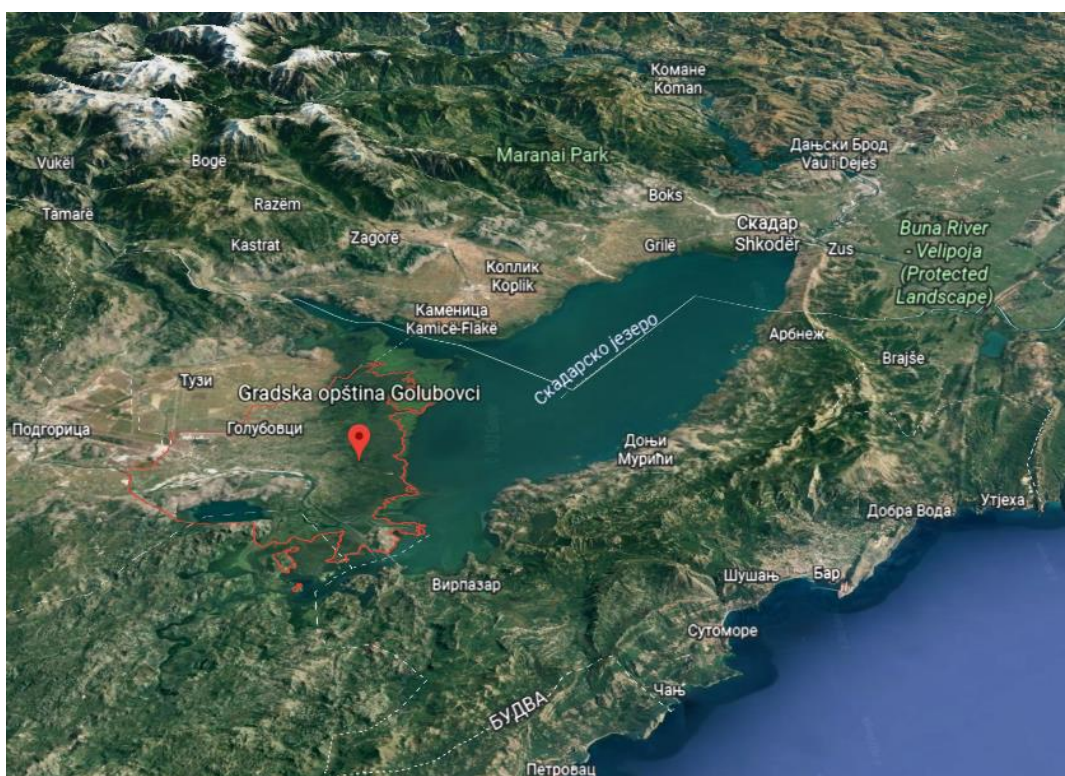
Slika br.1.3. Reljefni prikaz teritorije Podgorice na "Google maps"

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Ravničarski rejon čini prostrana Zetska ravnica. Brdski ili prelazni rejon oivičava prethodni u vidu erodiranih i jako ogoljenih brda. Nadovezujući se na brdski rejon, planinski rejon se izdiže stepenasto, ali i dosta naglo, jer na relativno kratkom rastojanju od ravničarskog dijela dostiže visine od preko 2.000 m (Žijevo 2.183, Komovi 2.484 i dr.).

Najveći dio grada leži na fluvioglacijalnim terasama rijeke Morače i njene lijeve pritoke Ribnice, između Malog brda (205 m) i Gorice (131 m) na sjeveru i Dajbabske Gore (170 m) i Donje Gorice (102 m) na jugu i jugozapadu. Pored pomenutih brda sa platoa rječnih terasa, izbijaju krečnjačka uzvišenja kao što je Kruševac, jedva primjetan sa desne strane rijeke Morače i Ljubović (100 m) sa lijeve strane ovog vodotoka.

Glavni grad obuhvata teritoriju opštine Podgorice koju čine mjesta i samostalna naselja utvrđena posebnim zakonom. U okviru zakonom utvrđene teritorije Glavnog grada je i područje gradske opštine Golubovci, od nedavno to područje pripada opštini Zeta sa sjedištem u naselju Golubovci (slika br.1.4.)



Slika br. 1.4. Reljefni prikaz opštine Zeta sa sjedištem u Golubovcima

U Gradskoj opštini Golubovci se u geomorfološkom pogledu izdvaja Zetska ravnica i uzvišenja: Lijepa ploča – 235 m; Oblun - 214 m; Dajbabska gora – 172 m; Vranjska gora - 85 m i Srpska gora - 97 m.

Kombinovanim dejstvom pedogenetskih faktora, na području grada Podgorice nastalo je šest različitih tipova zemljišta i to: smeđe eutrično zemljište na šljunku i konglomeratu, vrlo plitko i plitko; smeđe eutrično zemljište na šljunku i konglomeratu, srednje duboko i duboko; smeđe euterično lesivizirano zemljište; rendzina; crvenica, vrlo plitka i plitka i crvenica, srednje duboka i duboka.

1.3. Hidrološke karakteristike

1.3.1. Hidrološka osnova razvoja

Posebnu vrijednost i prirodnu ljepotu grada predstavljaju rijeke Morača, Ribnica, Zeta, Sitnica i Cijevna. Specifičnost ovih rijeka ogleda se u krečnjačkim koritima, kamenitim nadstrešnicama, pećinama i živopisnim kanjonima, sa dosta plaža, brzaka, zavoja, virova.

Teritorija Glavnog grada je veoma bogata površinskim vodotocima. Riječna korita dijele gradsku teritoriju na tri izrazita dijela (slika br.1.5).

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

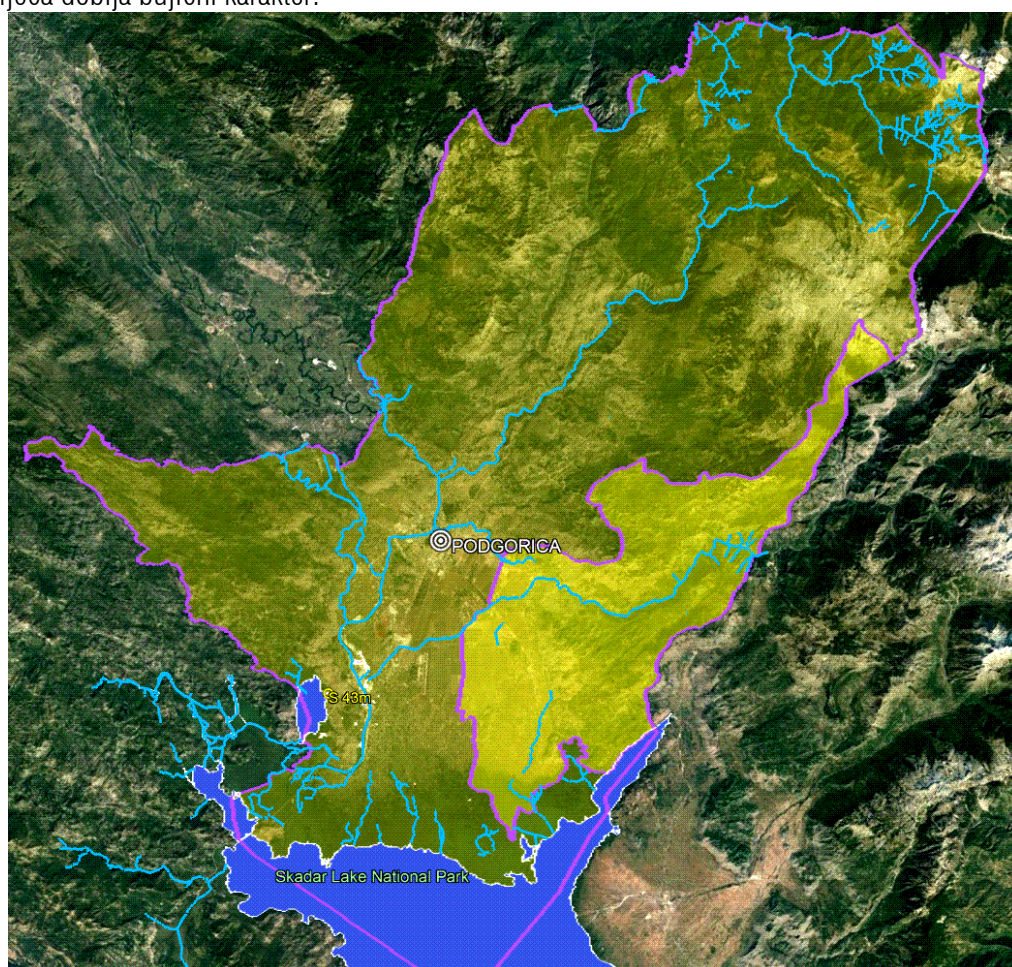
Morača je glavni vodotok na teritoriji Glavnog grada, nastaje u sjevernom dijelu Podgorice, izvire ispod planina Zebalca i Javorja i teče prema jugu. Dužina riječnog toka je 97,1 km, sliv obuhvata površinu od 3.200 km² i odlikuje se velikim oscilacijama u vodostaju. Njena glavna pritoka je rijeka Zeta koja ima poseban značaj zbog prihranjivanja voda Morače.

Ribnica od Ribničkih Vrela svom dužinom teče kroz Ćemovsko polje i uliva se u Moraču u samom centru grada. Tok joj je dug oko 10 km. Njen vodostaj je u direktnoj zavisnosti od promjenjive izdašnosti izvora i Ribnica u ljetnim mjesecima skoro presušuje.

Cijevna nastaje u visokom masivu Prokletija. Dužinom od 26,5 km protiče kroz Albaniju, dok na teritoriji Crne Gore teče dužinom od 32,3 km. Najkarakterističniji dio je uzani i duboki, teško pristupačni kanjon koji joj daje posebno atraktivan izgled.

Sitnica je pritoka rijeke Morače, a svoj tok počinje na granici Lješkopoljskog luga i Lješkopolja. Donji tok je često bez vode, jer u tom dijelu rijeka presušuje.

Mala rijeka teče teško pristupačnim kanjonom do Bioča, gdje se uliva u Moraču. U toku ljeta presuši, a u toku jeseni i proljeća dobija bujični karakter.



Slika br.1.5. Mreža rijeka i vodotokova sa jezerima na području Podgorice

Osim navedenih rijeka, teritorija Podgorice zahvata i gornje djelove slivova Tare i Mojanske rijeke. Tara izvire na obroncima Komova i Žijeva, spajanjem dvije planinske rijeke Veruše i Opananice, a dužina toka koja pripada teritoriji grada iznosi 14 km.

Teritoriji Podgorice pripadaju i dva manja jezera – Bukumirsko, koje je smješteno na obroncima Žijeva i dio Rikavačkog jezera, koje se nalazi na prelazu Žijeva u Prokletije, a karakteriše ga ponor na 1.314 metara nadmorske visine, preko kojeg voda otiče u Cijevnu i Ribnicu.

Od izvora na području grada posebno se izdvajaju Mareza i Vrela Ribnička. Mareza je tipično karstno vrelo. Izvorište je razbijeno i postoji čitava izvorišna zona. Jedan dio izvorišta je kaptiran za potrebe vodosnabdijevanja grada. Izdašnost ovog izvora u doba minimuma nikad ne pada ispod 1000 lit/sec.

Podzemne vode Podgorice predstavljaju poseban kvalitet prirodnog ambijenta, ali i značajno vodoprivredno bogatstvo. Najobimnije „podzemno jezero” nalazi se u Zetskoj ravnici. Njegova površina iznosi 212 km², skoro koliko i Skadarsko jezero na teritoriji Crne Gore. Prirodni podzemni proticaj ovog „jezera” je ocijenjen na oko 12 m³/s.

U geološkom pogledu izdvajaju se karbonatne stijene, koje se karakterišu visokom pukotinskom poroznošću, sa karstnom izdani, zatim fluvio-glacijalni i glacio-limnijski sedimenti velike poroznosti koji se ponašaju kao kolektori podzemnih voda i na kraju vodonepropusni tercijarni sedimenti smješteni ispod prethodnih, koji se ponašaju kao barijera daljem prodiranju podzemnih voda što za posljedicu ima pojavu velikog broja „prirodnih bunara” iz kojih se mogu koristiti podzemne vode, kao što su: Berski izvori u Berima, Crno oko, Modro oko i Vučji studenci pored Komana i Bandića, Okno i Iverak u Piperima i drugi.

Karstna izdan, iako se nalazi duboko ispod zbijene izdani Zetske ravnice, znatnog je kapaciteta i ima veći značaj za vodosnabdijevanje. Naročito interesantna su vrela od Kosmača do Ponara: Boljesestre, Brodić, Biotsko oko, Bobovine i Krstato oko. U koritu Morače, istočno od Vranjine, se nalaze poznata oka Morače dubine preko 10 m.

1.4. Klimatske karakteristike

Podgoricu karakteriše neposredni uticaj sredozemne klime, odnosno blizine Jadranskog mora i uticaj planinskog zaleđa, što rezultira pojavom izmijenjeno sredozemnog tipa klime sa svojim specifičnim karakteristikama, toplim i vrućim ljetima i blagim i kišovitim zimama. Period srednjih dnevnih temperatura iznad 0°C traje i preko 320 dana u godini, a iznad 15°C oko 180 dana. U Podgorici srednja godišnja temperatura je 16.4°C sa minimalnom od -4.6°C u januaru i maksimalnom od 40.7°C u julu mjesecu. Podgorica je jedan od najtoplijih gradova u Evropi.

Srednja godišnja količina padavina u Podgorici je 1544 mm, a relativna vlažnost vazduha je 59,6%. Prosječan broj kišnih dana je 118, sniježnih 3, a sa jakim vjetrom 58. Srednji godišnji broj ljetnjih dana, kada temperatura vazduha dostiže ili prelazi granicu od 25°C, na području Podgorice je oko 135.

Grad sa svojom strukturom i raznovrsnošću ljudskih aktivnosti mijenja životnu sredinu i prirodno klimatsko stanje. Kao rezultat toga nastaje mnoštvo mikroklimatskih jedinica, a sam grad dobija karakterističnu lokalnu klimu.

1.5. Stanje životne sredine i kulturne baštine

Vazduh

Na osnovu „Izveštaja o stanju životne sredine u 2020. godini”, koji je izrađen od strane Agencije za zaštitu životne sredine, a na osnovu rezultata mjerenja dobijenih sprovođenjem godišnjeg programa monitoringa životne sredine za 2019. godinu”, stanje životne sredine u Podgorici je sledeće:

U cilju praćenja kvaliteta vazduha na području Podgorice vrše se mjerenja nivoa koncentracije zagađujućih materija: sumpor-dioksid (SO₂), suspendovane čestice u vazduhu (PM_{2.5} i PM₁₀), (sadržaj teških metala: olovo (Pb), arsen (As), kadmijum (Cd), nikal (Ni) i BaP u PM₁₀), azot-dioksid (NO₂), ugljen-monoksid (CO) i to na četiri mjerna mjesta: Podgorica 1 UT (urban traffic), Podgorica 2 UB (urban background), Podgorica 3 UT (urban traffic) i Podgorica 4 – Gornje Mrke RB (rural background).

Sve izmjerene jednočasovne i srednje dnevne koncentracije sumpor-dioksida bile su ispod granične vrijednosti. Koncentracije azot-dioksida na mjernom mjestu Podgorica 1 UT bile su iznad granične vrijednosti prilikom tri jednočasovna mjerenja, a ne smiju biti prekoračene preko 18 puta godišnje. Ovo povećanje nivoa koncentracije azot-dioksida posledica je visoke frekvencije saobraćaja u neposrednoj blizini mjernog mjesta. Na svim ostalim mjernim mjestima koncentracije su bile u granicama dozvoljenih. Srednja godišnja koncentracija azot-dioksida je bila ispod granične vrijednosti za zaštitu zdravlja na svim mjernim mjestima.

Najviše osmočasovne srednje godišnje koncentracije ugljendioksida bile su ispod propisane granične vrijednosti za zaštitu zdravlja (Podgorica 1 UT).

Srednje dozvoljene koncentracije suspendovanih čestica PM₁₀ su na mjernim mjestima Podgorica 1 UT i Podgorica 2 UB preko 70 dana bile iznad propisane granične vrijednosti, dok je dozvoljeni broj prekoračenja 35. Godišnja srednja koncentracija suspendovanih čestica PM₁₀ na lokaciji Podgorica 2 nije prekoračena, dok na lokaciji Podgorica 1 jeste.

Srednja godišnja koncentracija suspendovanih čestica PM_{2.5} na lokaciji Podgorica 2 je prekoračena.

Srednje godišnje vrijednosti sadržaja teških metala (olova, arsena, kadmijuma i nikla) u suspendovanim česticama PM₁₀ su ispod propisanih graničnih vrijednosti.

Ažurirani podaci:

Kvalitet vazduha tokom 2024. godine

Izveštaj o kvalitetu vazduha u 2024. godini (Agencija za zaštitu životne sredine) urađen je na osnovu rezultata povremenih mjerenja koja se obavljaju na tri mjerna mjesta: Zagorič – Piperska ulica, Bulevar Josipa Broza i u blizini tržnog centra "Delta City".

Mjerenjima su porvjeravane vrijednosti sledećih parametara: Sumpor(IV) oksid – SO₂, azot (IV) oksid – NO₂, suspendovane čestice PM10, Ozon – O₃, Ugljen (II) oksid – CO, Benzen – C₆H₆, sadržaj teških metala u PM10, Benzo(a)piren u vazduhu.

Vrijednosti Sumpor(IV) oksid – SO₂, Ozon – O₃, Ugljen (II) oksid – CO, Benzen – C₆H₆, sadržaj teških metala u PM10 su u svim izvršenim mjerenjima bile ispod propisanih graničnih vrijednosti.

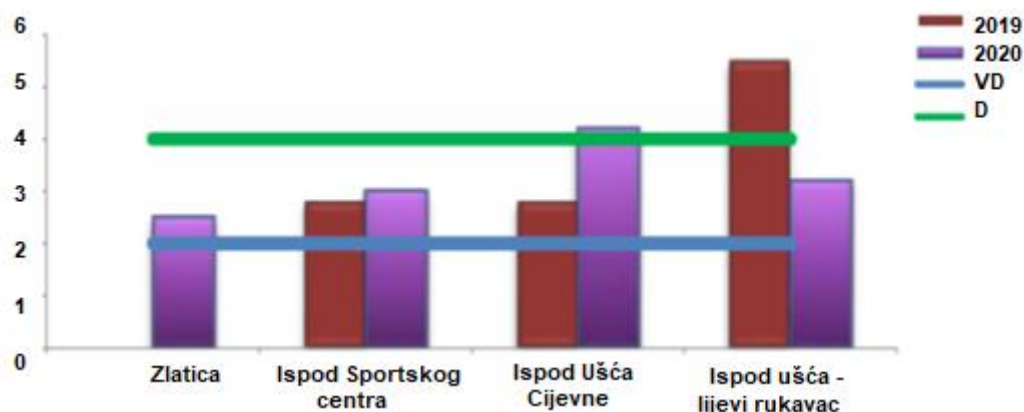
Sve srednje vrijednosti jednočasovnih prosjeka azot (IV) oksid – NO₂ bile su ispod propisane granične vrijednosti. Srednja godišnja koncentracija je na lokacijama Zagorič – Piperska ulica i u blizini tržnog centra „Delta City“ bila iznad godišnje srednje vrijednosti, što je u direktnoj vezi sa emisijama zagađujućih materija koje vode porijeklo od saobraćaja.

Suspendovane čestice PM10 su na lokacijama u Zagoroču i Starom Aerodromu, na Bulevaru Josipa Broza (kod hipermarketa VOLI) bile iznad propisane granične vrijednosti, dok su u blizini tržnog centra "Delta City" ispod propisane vrijednosti.

Voda

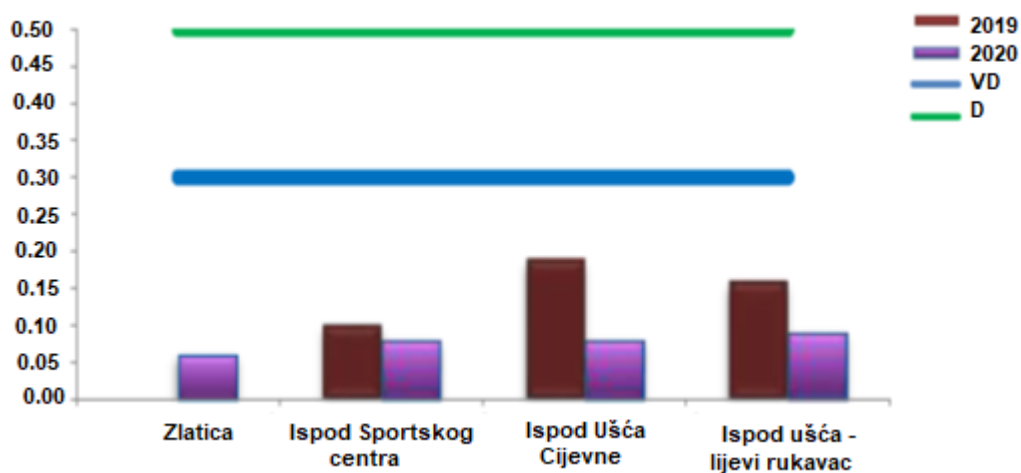
Ekološko stanje voda određuje se na osnovu bioloških, hidromorfoloških, hemijskih i fizičko-hemijskih elemenata.

Za ocjenu stanja voda na području Podgorice mjereni su sledeći parametri: BPK₅ – biološka potrošnja kiseonika, sadržaj fosfata, nitrata, kao i ostalih fizičko-hemijskih parametara koji utiču na kvalitet voda. Biološka potrošnja kiseonika (BPK₅) je količina kiseonika koja je potrebna da se izvrši biološka oksidacija prisutnih, biološki razgradljivih, sastojaka vode. Stepem zagađenosti vode organskim jedinjenjima definisan je i ovim parametrom i on je osnovni parametar za ocjenu zagađenosti površinskih voda organskim materijama. BPK₅ u rijeci Morači je predstavljen na slici br.1.6.



Slika br.1.6. BPK_5 u rijeci Morači (mg/l)

Najznačajniji izvor zagađenja ortofosfata potiče iz komunalnih i industrijskih otpadnih voda i poljoprivrede. Fosfati mogu oštetiti vodenu okolinu i narušiti ekološku ravnotežu u vodama, te njihov povećan sadržaj može izazvati eutrofikaciju, tj. tzv. cvjetanje vode zbog prenamnoženosti algi i drugih vodenih biljaka i stvaranje nepoželjne promjene ravnoteže organizama prisutnih u vodi, kao i samog kvaliteta vode. Sadržaj ortofosfata prikazan je grafički na slici br.1.7.

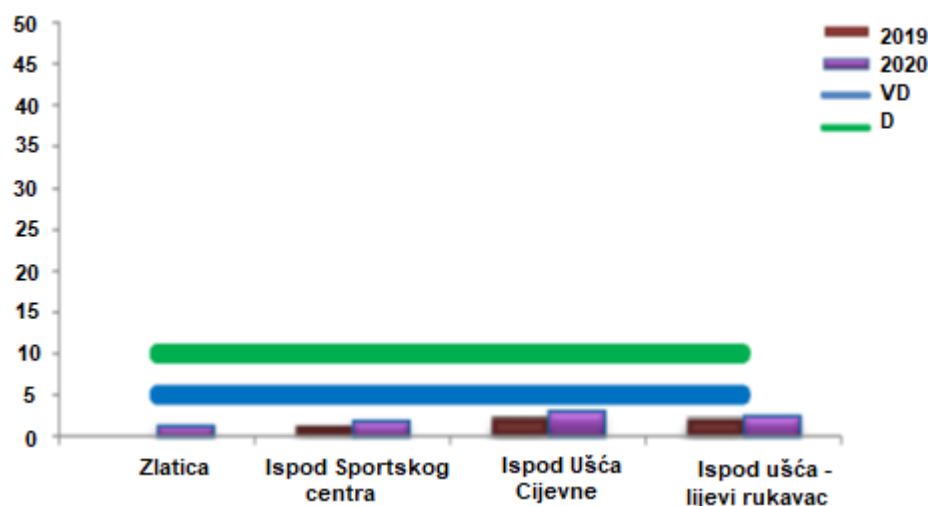


Slika br.1.7. Sadržaj ortofosfata (fosfata) u rijeci Morači (mg/l)

Jedinjenja koja sadrže azot, u vodi se ponašaju kao nutrijenti i izazivaju nedostatak kiseonika, a time utiču na izumiranje živog svijeta. Glavni izvori zagađenja azotnim jedinjenjima su komunalne i industrijske otpadne vode, septičke jame, upotreba azotnih vještačkih đubriva u poljoprivredi i životinjski otpad. Bakterije u vodi veoma brzo prevode nitrate u nitrite.

Uticaj nitrita na zdravlje ljudi je veoma negativan, jer reaguju direktno sa hemoglobinom u krvi, proizvodeći met-hemoglobin koji uništava sposobnost crvenih krvnih zrnaca da vezuju i prenose kiseonik.

Na osnovu rezultata ispitivanja kvaliteta površinskih voda može se zaključiti da su izmjerene vrijednosti za nitrate u granicama dozvoljenih koncentracija (slika br.1.8.).



Slika br. 1.8. Sadržaj nitrata u rijeci Morači

Na osnovu gore navedenih parametara, kao i nakon analiza bioloških elemenata: vrijednosti fitoplanktona, mase i brojnosti ćelija jedinki algi u vodi, vrijednosti makrofita u vodi, makrozoobentosa, strukture i brojnosti 7 taksona (sistematikom prepoznatih bića) nađenih organizama, zaključeno je da je na području Podgorice kvalitet vode u rijekama loš, dok je na pojedinim područjima zbog čovjekovog uticaja i veoma loš (tok Morače iza ušća Cijevne i ispod Sportskog centra).

Od izvorišta koja se geografski nalaze na području Podgorice kvalitet vode na izvorištu Bolje Sestre, koje se nalazi na obodu Velikog Blata i čiju vodu koristi Regionalni vodovod Crnogorskog primorja, je pokazala dobar status sa aspekta osnovnih fizičko-hemijskih elemenata, dok je zapaženo prisustvo koliformnih i fekalnih bakterija.

Na izvorištu Mareza, čija se voda koristi za snabdijevanje gradskog vodovoda kvalitet vode uzorkovane iz zbirne kaptaze je odličan, tj. ima dobar status. Takođe je zapaženo prisustvo koliformnih bakterija, dok fekalne nisu uzorkovane.

Za razliku od voda sa ova dva izvorišta, voda sa Vrela Ribnice koja se ne koristi za snabdijevanje vodovoda pokazala je loš status.

Kvalitet vode za piće na području Glavnog grada je na zadovoljavajućem nivou.

Zemljište

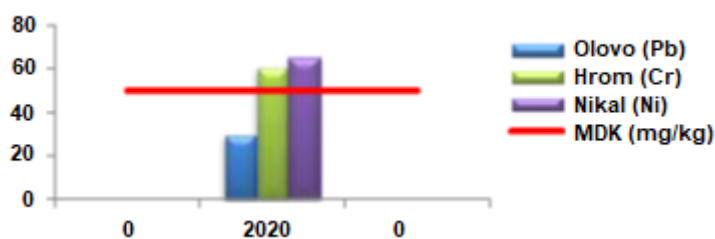
Na području Glavnog grada Podgorica, uzorkovanje zemljišta izvršeno je na lokaciji naselje Omerbožovići (poljoprivredno zemljište u blizini sanitarne deponije komunalnog otpada „Livade“).

Analizom uzorka zemljišta sa lokacije u blizini sanitarne deponije komunalnog otpada „Livade“ evidentiran je povećan sadržaj hroma, nikla i bora (slika br.1.9.) u odnosu na vrijednosti normirane Pravilnikom o dozvoljenim koncentracijama štetnih i opasnih materija u zemljištu i metodama za njihovo ispitivanje („Sl. list RCG“, br. 018/97). Sadržaj svih ostalih neorganskih i organskih parametara ne premašuje propisane koncentracije. Naime, od analiziranih toksičnih i kancerogenih organskih materija detektovano je samo prisustvo policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH) i to u okvirima propisane MDK, dok su sve ostale POPs hemikalije ispod granice detekcije.

Ukupni rezultati dodatnih analiza za navedena prekoračenja parametara na ovoj lokaciji:

U zemljištu uzorkovanom na ovoj lokaciji povećan sadržaj navedenih elemenata ima prirodno, geološko porijeklo. Najveći procenat njihovog sadržaja prisutan je u prirodno teško pokretljivim oblicima, od čega samo u silikatnim jedinjenjima 92% ukupnog nikla i 90% ukupnog hroma. Bor je u zemljištu uglavnom prisutan u kristalnim formama i na njegovu biodostupnost najviše utiče kiselost zemljišta (pH), koja je opet u direktnoj vezi sa klimatskim prilikama. Njegov povišen sadržaj pripisuje se alkalnoj reakciji zemljišta, niskom nivou padavina i visokim temperaturama koje su obilježile podgoričku kotlinu u dužem vremenskom periodu prije i u toku uzorkovanja. Takvi

uslovi pogoduju smanjenoj rastvorljivosti bora što dovodi do njegovog nakupljanja u površinskom sloju zemljišta.



Slika br.1.9. Sadržaj olova (Pb), hroma (Cr) i nikla (Ni) u mg/kg u blizini sanitarne deponije komunalnog otpada „Livade”

1.6. Demografske karakteristike

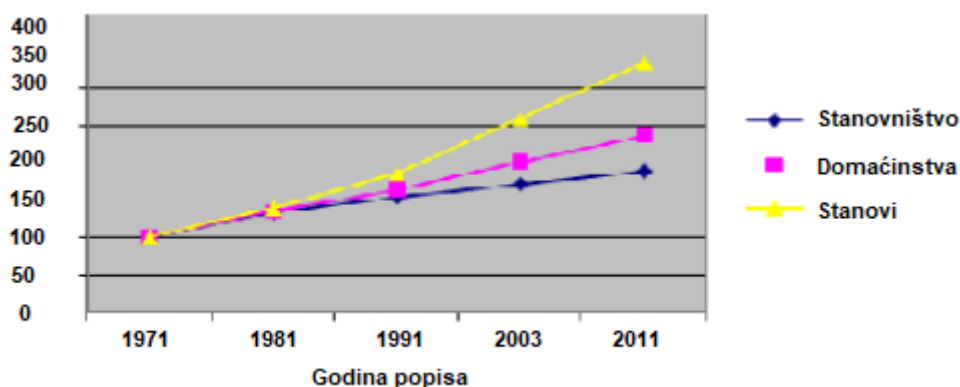
Prema podacima koji su dobijeni na posljednjem popisu stanovništva (MONSTAT; Uprava za statistiku Crne Gore) iz 2011. godine na području Podgorice živi 187085 stanovnika, od toga u gradskoj sredini 156169 i u ostalim djelovima 30916 stanovnika. Ukupan broj naselja je 143, od kojih dva naselja imaju status gradskih opština, Golubovci sa 16093 stanovnika i Tuzi sa 12096 stanovnika. Najviše domaćinstava je u gradskoj sredini – 47675. Broj stanovnika po kilometru kvadratnom površine je između 101 i 150, dok je prosječan broj članova domaćinstva 3.2 člana po domaćinstvu, što je i državni prosjek.

U dijelu polne strukture stanovništva, 51.27% od ukupnog broja čine pripadnice ženskog pola.

| Starosna kategorija | Broj stanovnika | Učešće u ukupnom broju stanovnika |
|---------------------|-----------------|-----------------------------------|
| 0-5 god. | 15 405 | 8.29 % |
| 6-14 god. | 22 430 | 12.06 % |
| 15-19 god. | 13 122 | 7.06 % |
| 20-64 god | 115 028 | 61.86 % |
| 65 i više | 19 952 | 10.73 % |

Tabela.br.1.1. Raspodjela stanovništva po starosnim kategorijama

Prije 40-ak godina u Podgorici, kao i u cijeloj Crnoj Gori broj domaćinstava bio je ravnopravan broju stanova, međutim posljednjih godina situacija se bitno promijenila, i sve je veća potražnja stanova, pa sada broj stanova značajno premašuje broj domaćinstava.



Grafik br.5. Promjena broja stanova, domaćinstava i stanovništva u periodu 1971. – 2011. godina u Podgorici

Ažurirani podaci

Prema konačnim podacima popisa održanog 2023. godine (MONSTAT; Uprava za statistiku Crne Gore) na području Podgorice živi 179 505 stanovnika, od čega je 85 819 muškaraca i 93 686 žena. Ukupan broj naselja u Podgorici je 141.

| Starosna kategorija | Broj stanovnika | Učešće u ukupnom broju stanovnika |
|---------------------|-----------------|-----------------------------------|
| 0-4 god. | 11 814 | 6.58 % |
| 5-9 god. | 11 962 | 6.66 % |
| 10-14 god. | 11 728 | 6.53 % |
| 15-75 god | 134 976 | 75.2 % |
| 75 i više | 9 025 | 5.1 % |

Tabela br.1.1.a. Raspodjela stanovništva po starosnim kategorijama (Popis 2023.g.)

1.7. Privredni i infrastrukturni objekti

Podgorica je glavni administrativni centar Crne Gore. Takođe je i jedan od glavnih privrednih centara, u kojem su objektu od posebnog značaja oni čije funkcionisanje utiče na funkcionisanje samog grada i države. Prilikom same gradnje ili rekonstrukcije ovih objekata treba preduzeti sve antiseizmičke aktivnosti u cilju smanjenja rizika od zemljotresa.

U Podgorici je u 2020. godini bilo registrovano 13.419 privrednih društava, dok je u 2021. godini taj broj iznosio 14.145, što predstavlja 35,6 % od ukupnog broja privrednih društava u Crnoj Gori, prema Saopštenju br. 38/2022 – Broj i struktura poslovnih subjekata u Crnoj Gori².

Ažurirani podaci

U Podgorici je u 2024. godini registrovano 20 953 poslovna subjekta, prema Saopštenju 42/2025 - Broj i struktura poslovnih subjekata u Crnoj Gori³.

1.7.1. Privredni objekti od posebnog značaja

U kategoriju privrednih objekata od posebnog značaja spadaju elektroenergetski objekti i postrojenja, objekti koji služe za vodosnabdijevanje, telekomunikacioni objekti, zdravstvene ustanove, obrazovne ustanove (škole, vrtići, univerziteti), objekti lokalne samouprave, benzinske stanice, veći proizvodni pogoni i privredne kompanije u kojima radi veći broj ljudi.

Aerodromski terminal goriva na aerodromu u Podgorici ima 4 rezervoara za skladištenje zapaljivih tečnosti. Od toga su 3 podzemna rezervoara kapaciteta po 80 tona za JET A-1 kerozin i jedan nadzemni rezervor kapaciteta 10 tona za euro dizel.

“Energogas” DOO Podgorica je registrovano za distribuciju, skladištenje i transport tečnog naftnog gasa (TNG) u Crnoj Gori, a nalazi se na lokaciji Dajbabe bb u neposrednoj blizini Podgorice. Društvo raspolaže sa 2 rezervoara, ukupnog kapaciteta 400 m³, a posjeduje i svoju punionicu za boce, koje imaju široku primjenu u domaćinstvima, ugostiteljskim objektima, hotelima. Za transport na teritoriji Crne Gore koriste se dvije auto cistijerne kapaciteta 20t, a za transport TNG-a u bocama, na raspolaganju su vozila kapaciteta od 800 kg do 8 t. U prostoru ovog privrednog društva postoji potencijalna opasnost po lica i životnu sredinu usljed nekontrolisanog ispuštanja gasa,

² Demografske karakteristike i podaci o broju privrednih subjekata dobijeni su od Uprave za statistiku Crne Gore www.monstat.org

³ Demografske karakteristike i podaci o broju privrednih subjekata dobijeni su od Uprave za statistiku Crne Gore www.monstat.org

požara, eksplozije gasova što može prerasti u druge veće accidente.

Benzinske stanice na kojima se nalaze rezervoari Euro dizel, bezolovnog benzina BMB 95, BMB 95 Racing, BMB 98, kao i rezervoari tečnog naftnog gasa i na kojima se vrši izdavanje goriva mogu predstavljati potencijalna mjesta na kojima može doći do pojave eksplozija i požara koji su posledica zemljotresa. Takođe, plinske stanice kao zasebni objekti predstavljaju mjesta od posebnog značaja u smislu zaštite od zemljotresa i pratećih posledica koje se mogu pojaviti.

Kompanija “13.jul – Plantaže” u svom vlasništvu posjeduje vinski podrum na Ćemovskom polju, u neposrednoj blizini Podgorice, ukupnog kapaciteta 27 miliona litara, kao i Stari podrum (Lješkopolje) u kojem se može skladištiti 5 miliona litara vina, koja takođe predstavljaju potencijalno opasna mjesta na kojima može doći do hazarda u slučaju pojave zemljotresa.

“Novi duvanski kombinat” AD Podgorica koje je registrovano kao društvo koje se bavi otkupom, proizvodnjom i prometom duvanskih proizvoda sa sjedištem u ul. Kraljice Milene bb u Podgorici takođe predstavlja privredni subjekat od posebnog značaja, gdje u slučaju pojave zemljotresa može doći do požara u uskladištenim sirovinama (duvanu i ostalim sredstvima za proizvodnju) koji se koristi za proizvodnju.

AD “MONTECARGO” Podgorica prilikom transporta opasnih materija preko teritorije Glavnog grada, kao uostalom i na cijeloj trasi prevoza mora poštovati procedure za prevoz opasnih materija, pripremanje tovarnog lista, uz prilaganje uputstava o posebnim mjerama bezbjednosti, kako u slučaju pojave zemljotresa ne bi došlo do njihovog rasipanja, isticanja ili razlivanja, što bi moglo imati za posledicu pojave požara i drugih neželjenih pojava.

“HEMOMONT” DOO Podgorica sa sjedištem u ul. 8.marta 55a kao prva fabrika ljekova u Crnoj Gori, u okviru kojeg se nalazi i postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda takođe je objekat u kome bi moglo doći

1.7.2. Elektroprivredni objekti – prenosni i distributivni sistemi

Snabdijevanje električnom energijom u Podgorici vrše Crnogorski elektroprenosni (CGES) i Crnogorski elektrodistributivni system (CEDIS), koji omogućavaju da se električna energija iz proizvodnih izvora prenese do krajnjih korisnika.

Prema Pravilima CGES-a dijelu elektroenergetskog sistema koji se bavi prenosom električne energije pripadaju visokonaponski vodovi nazivnog napona 400 kV, 220 kV i 110 kV, odgovarajuće transformatorske stanice između njih, kao i drugi energetske objekti.

Takođe, pored prenosa električne energije, značajan je udio i u telekomunikacijama, koji se odvija kroz iznajmljivanje optičkih kablova, čija je ukupna dužina na području Crne Gore 723 km, dok je Podgorica ispresijecana dionicama optičkih kablova prikazanim u tabeli br.1.2.

Tabela 1.2. Optička mreža CGES-a na teritoriji Podgorice

| Red. br. | Dionica | Dužina (km) | Red. br. | Dionica | Dužina (km) |
|----------|--|-------------|----------|------------------------------------|-------------|
| 1. | Podgorica 2 – Trebinje | 61 | 8. | Podgorica 2 – Podgorica 4 | 4 |
| 2. | Podgorica 2 – Ribarevine | 84 | 9. | NDC – Podgorica 4 | 2 |
| 3. | Podgorica 1 – Perućica | 34 | 10. | Podgorica 2 – Podgorica 5 | 11 |
| 4. | Podgorica 2 – Cetinje | 31 | 11. | Podgorica 2 – granica sa Albanijom | 29 |
| 5. | Podgorica 2 – Virpazar | 30 | 12. | Podgorica 1 – Danilovgrad | 18 |
| 6. | NDC (Nacionalni Dispečerski centar) – Upravna zgrada | 1 | 13. | Podgorica 1 – Podgorica 3 | 4 |
| 7. | Podgorica 1 – Podgorica 2 | 6 | 14. | Podgorica 1 – Upravna zgrada CGES | 4 |
| | | | 15. | Podgorica 3 – Podgorica 5 | 4 |

Ažurirani podaci

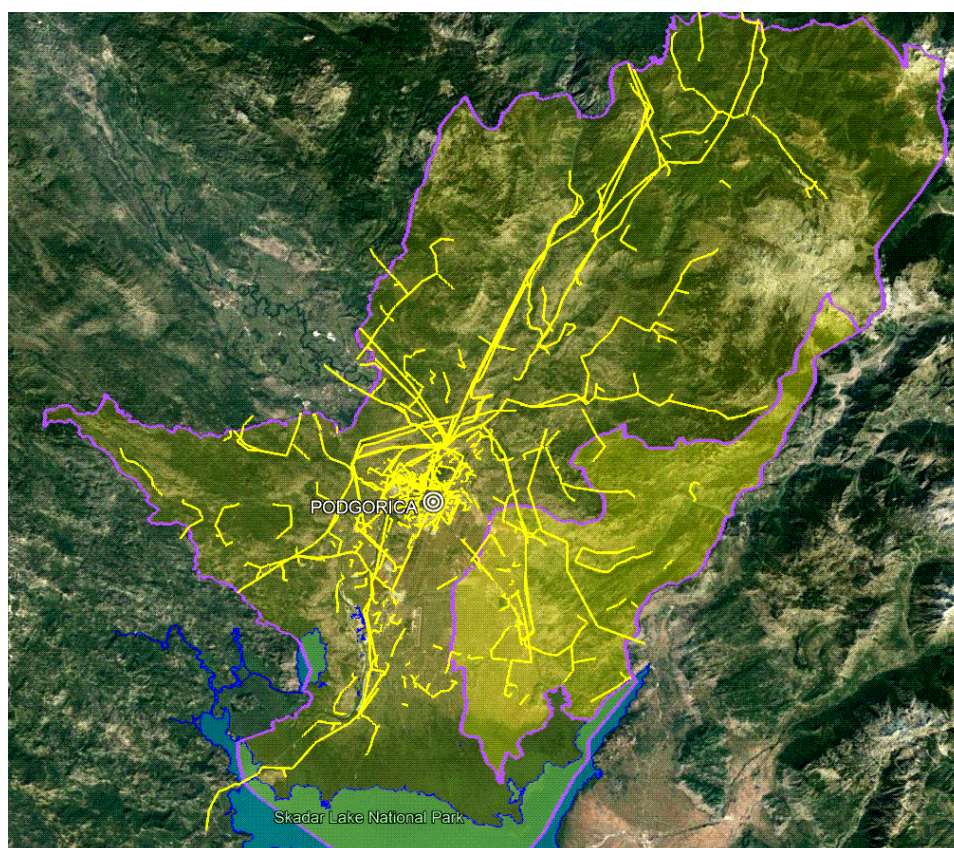
| Red. br. | Dionica | Dužina (km) | Red. br. | Dionica | Dužina (km) |
|----------|--|-------------|----------|------------------------------------|-------------|
| 1. | Podgorica 2 – Lastva | 71 | 10. | Podgorica 2 – Podgorica 5 | 11 |
| 2. | Podgorica 2 – Ribarevine | 91.6 | 11. | Podgorica 2 – granica sa Albanijom | 29 |
| 3. | Podgorica 1 – Perućica | 36.7 | 12. | Podgorica 1 – Danilovgrad | 18 |
| 4. | Podgorica 2 – Cetinje | 33.6 | 13. | Podgorica 1 – Podgorica 3 | 4 |
| 5. | Podgorica 2 – Virpazar | 32 | 14. | Podgorica 1 – Upravna zgrada CGES | 4 |
| 6. | NDC (Nacionalni Dispečerski centar) – Upravna zgrada | 1 | 15. | Podgorica 3 – Podgorica 5 | 4 |
| 7. | Podgorica 1 – Podgorica 2 | 6 | 16. | Podgorica 1 – Podgorica 4 | 6 |
| 8. | Podgorica 2 – Podgorica 4 | 4 | 17. | Podgorica 1 – Mrke | 9 |
| 9. | NDC – Podgorica 4 | 2 | | | |

Tabela br. 1.2.a Dionice optičke mreže CGES-a

Prema Pravilima CEDIS-a dio elektroenergetskog sistema koji se bavi distribucijom električne energije čine postrojenja 35 kV, transformatori 35/X kV i vodovi 35 kV, kao i postrojenja, transformatori i vodovi nižeg naponskog nivoa, do mjesta priključka korisnika sistema, kao i objekti, telekomunikaciona i informaciona oprema i druga infrastruktura neophodna za funkcionisanje distributivnog sistema.

Mreža električnih vodova na teritoriji Glavnog grada dat je na slici br.1.10.

Ukupna dužina 10 kV kablovske mreže iznosi 402,3 km, a dužina vazdušne 10 kV mreže je 457,5 km.⁴



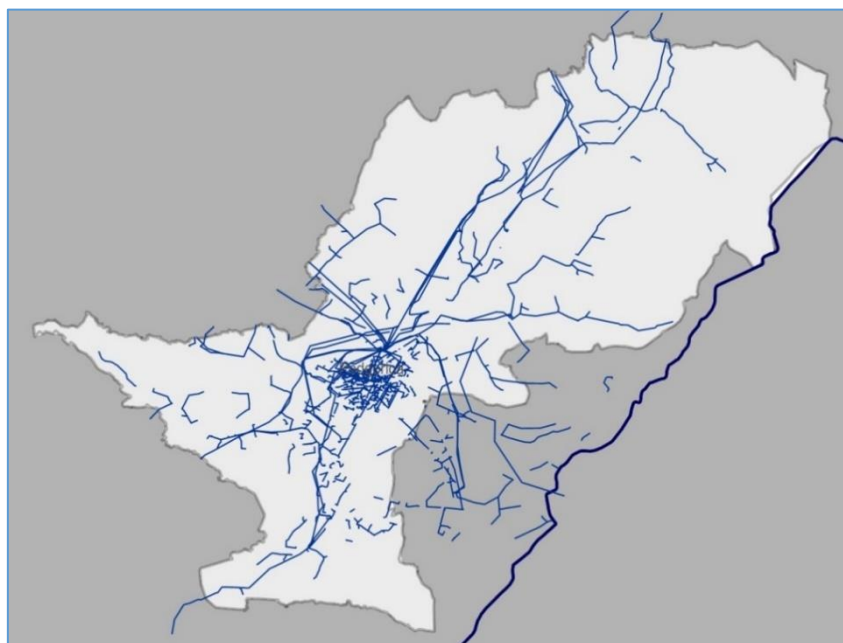
Slika br.1.10. Mreža električnih vodova na teritoriji Glavnog grada Podgorica

⁴ PUP Glavnog grada Podgorica do 2025. godine

Mreža svih elektro-energetskih vodova na teritoriji opštine Podgorica prikazana je na slici br.1.11.



Slika br.1.11. Mreža elektroenergetskih vodova (220 kV, 300 kV, 380 kV i vodovi jednosmjerne struje HVDC) području južne Evrope, sa uočljivom kvalitetnom povezanošću Crne Gore sa širim okruženjem kopnomom i podvodnom mrežom (Cavalieri et al., 2014).



Slika br.1.12. Mreža elektroenergetskih vodova (GIS opštine Podgorica).

Po svojoj strukturi i konfiguraciji, distributivna mreža 10 kV se može podijeliti na gradsku (koja je izvedena pretežno sa kablovima tipa IPO 13A, presjeka od 70 do 150 mm², dok je na pojedinim dionicama izvršena rekonstrukcija kablova sa kablovima tipa XHE 49A presjeka 150, odnosno 240 mm²) i ruralnu koja je vazдушna (Al-Fe 35 mm²) i u većini slučajeva radijalna. Ukupna dužina 10 kV kablovske mreže iznosi 402,3 km, a dužina vazdušne 10 kV mreže je 457,5 km.

Potrošači u opštini Podgorica se napajaju iz 1,049 trafo-stanica 10/0,4 kV, sa ukupnom instalisanom snagom od 556,91 MVA.

1.7.3. Saobraćajna infrastruktura

1.7.3.1. Drumski saobraćaj

Podgorica kao glavni grad predstavlja saobraćajno čvorište i dobro je saobraćajno povezana sa ostatkom države i šire.

Auto-putem Bar – Boljare čija je izgradnja počela 2015. godine, tj. dionicom Smokovac – Mateševo u dužini od 41 km, Podgorica je povezana sa dijelom sjevera Crne Gore.

Okosnicu putne mreže čine magistralni put M-2 (Debeli brijeg - Podgorica - Berane - Špiljani) sa kracima M-2.3 (Budva - Cetinje - Podgorica) i M-2.4 (Petrovac - Bar - Ulcinj - Sukobin) i magistralni put M-18 (Šćepan Polje - Nikšić - Podgorica – Božaj).

Magistralnim putem Podgorica – Gusinje prethodno rastojanje od 200 km između ova dva grada skraćeno je na 65 km preko graničnog prelaza Zatrijebačka Cijevna – Grabon.

Prema značaju za saobraćaj i funkciji povezivanja u prostoru putevi na području Glavnog grada su podijeljene u sledeće kategorije.

- Opštinske puteve – lokalne puteve i ulice u naseljima
- Nekategorisane puteve.

Ukupna dužina lokalnih puteva iznosi oko 920 km, dok je mreža nekategorisanih puteva dužine oko 525 km. Dužina lokalnih puteva sa asfaltnim kolovoznim zastorom iznosi 761,6 km.

Podgoricu karakteriše i veliki broj mostova u gradskom dijelu od kojih su ključni: Most „Luča” (slika br.1.13.) na jugozapadnoj obilaznici koji povezuje magistralne puteve prema Cetinju i Petrovcu, sa 4 velike trake, Milenijum most – četiri velike trake, Vezirov most – tri velike trake, Blažov most – četiri velike trake, Junion bridž – 4 velike trake, Most Braće Zlatičanin – 4 kolovozne trake, Krivi most – 2 trake, Nikšićki most – takođe 2 velike trake, i pješački mostovi (Viseći, Moskovski most, most Andrije Kažića, most koji povezuje naselje „1.maj” i naselje “Titeks”).

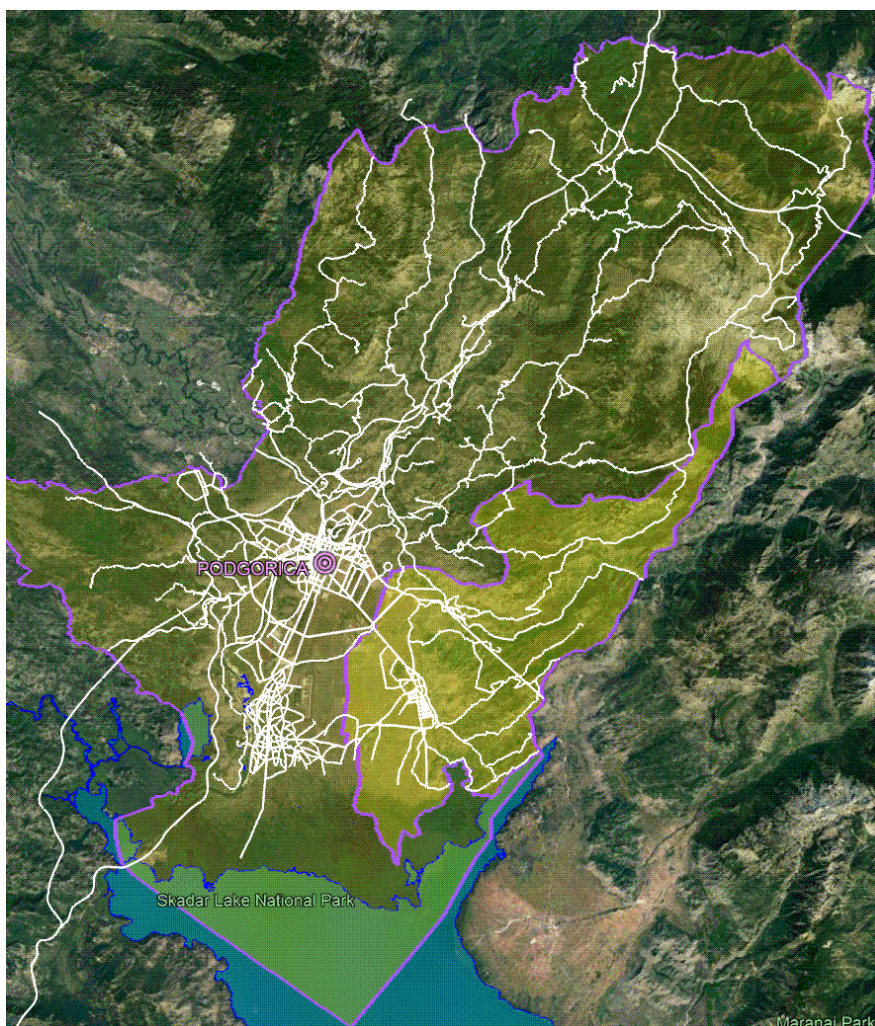


Slika br.1.13. Most “Luča” na jugozapadnoj obilaznici koja povezuje magistralne pravce koji povezuju Glavni grad sa Cetinjem i Petrovcem

Sistem javnog prevoza putnika funkcioniše kao autobuski, gradski i prigradski prevoz, kao i taksi prevoz. Sistem pješačkih komunikacija u gradu sastoji se od trotoara uz saobraćajnice, samostalnih pješačkih staza, pješačkih mostova, šetališnih staza i trgova. Infrastruktura za odvijanje biciklističkog saobraćaja u Podgorici je u skorije vrijeme razvijena. Ukupna dužina biciklističkih staza i traka na četiri izgrađena koridora kroz gradsko jezgro iznosi

11 km.

Na slici br.1.14. prikazana je saobraćajna mreža na području Glavnog grada.



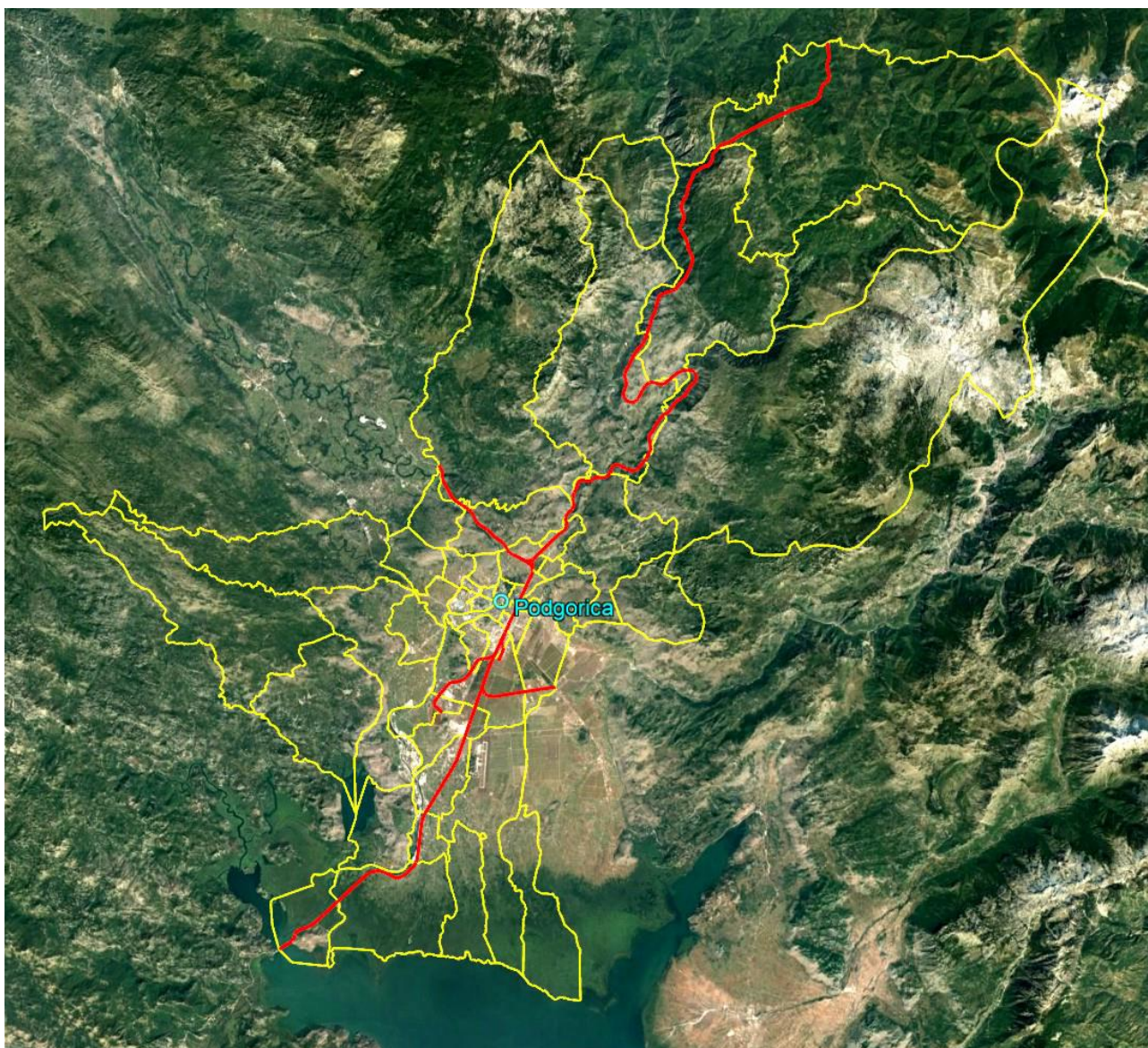
Slika br.1.14. Saobraćajna infrastruktura na području Glavnog grada Podgorica

1.7.3.2. Željeznički saobraćaj

Željezničku mrežu u državi, pa i u Podgorici čine jednokolosječne pruge normalne širine 1.435 mm i četiri željeznička pravca:

- Podgorica – Bar – u dužini od 29 km na teritoriji Podgorice,
- Podgorica – Bijelo Polje – u dužini od 15.5 km na teritoriji Podgorice,
- Podgorica – Nikšić – u dužini od 22.2 km na teritoriji Podgorice,
- Podgorica – Tuzi – državna granica (dio pruge Podgorica – Skadar) – u dužini od 13.7 km na teritoriji Podgorice, koja su prikazana na slici br.1.16.

Pravci prema Baru, Bijelom Polju i Nikšiću elektrificirani, dok je dio prema Tuzima neelektrificiran. Dozvoljeno osovinsko opterećenje na svim prugama u Crnoj Gori, pa i na 80.4 km dužine na području Podgorice, je 22,5 t po osovini.



Slika br.1.16. Željeznička infrastruktura (linije crvene boje) na području Glavnog grada Podgorica, prikazana na karti sa granicama naselja

1.7.3.3. Vodeni saobraćaj

Vodeni saobraćaj nije razvijen na teritoriji Podgorice i može se reći da se svodi na saobraćaj malih čamaca. Od 2002. g. u Glavnom gradu postoji kajakaški klub, koji svoje aktivnosti organizuje na rijeci Morači, na potezu od Vezirovog mosta do mosta Union bridge.

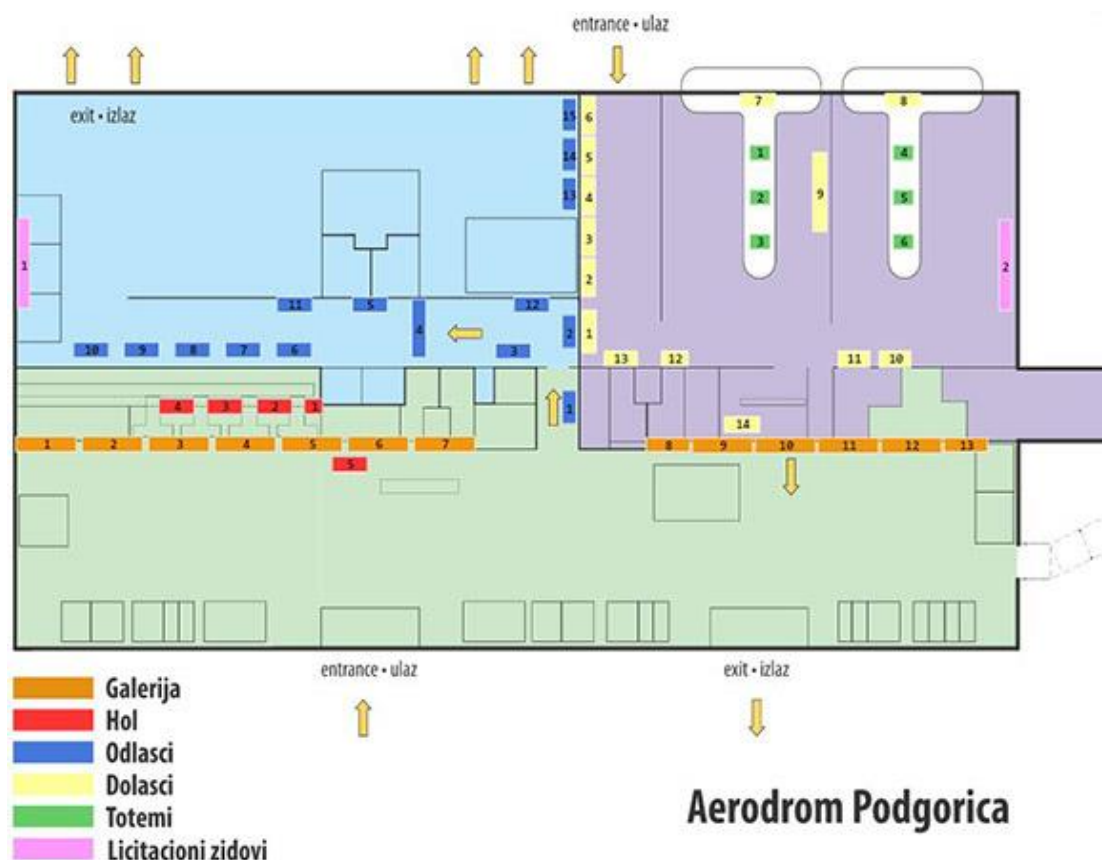
1.7.3.4. Vazdušni saobraćaj

Aerodrom Podgorica se nalazi na području gradske opštine Golubovci, udaljen je 8 km od centra grada i posjeduje poletno-sletnu stazu dužine 2500m i širine 45m sa orijentacijom sjever-jug (PSS 18/36). Prema ICAO klasifikaciji aerodroma, ima kategoriju 4E ILS Cat I. Instrumentalno slijetanje je moguće samo na PSS 36 (sa juga), dok je prilaz PSS 18 iz pravca sjevera samo vizuelni, i moguć samo u savršenim vizuelnim meteorološkim uslovima. Aerodrom raspolaže sa: 14 staza za vožnju, 6 parking pozicija za avione kategorije C, uz mogućnost parkiranja aviona kategorije D na parking pozicijama 5 i 6, 3 parking pozicije za avione generalne avijacije (raspon krila $\leq 20m$), 1 parking poziciju na tehničkoj platformi za avione kategorije C, putnički terminal površine 5500 m², koji ima 8 šaltera za registraciju putnika i prtljaga, 8 izlaza (dva za dolaske i 6 za odlaske) i 2 karusela za preuzimanje prtljaga.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

U sklopu aerodroma je veći parking, sa oko 215 parking mjesta za automobile, od kojih 4 parking mjesta namijenjena putnicima sa posebnim potrebama i 10-ak mjesta za autobuse.

Mapa zgrade Aerodroma Podgorica data je na slici br.1.17.



Slika br.1.17. Mapa zgrade Aerodroma Podgorica

1.7.3.5. Telekomunikacije

Na području Podgorice postoje mobilni operateri, koji funkcionišu na državnom nivou, i to: T-Mobile, One Crna Gora i M-tel koji koriste 4G GSM tehnologiju. Pokrivenost prostora je dobra, a kako je mobilna telefonija u stalnom porastu, situacija se stalno popravlja.

U oblasti elektronskih komunikacija značajno mjesto zauzimaju Wireless Montenegro koji je operater TETRA sistema komunikacija, koje se koristi kao funkcionalni sistem veza u Ministarstvu unutrašnjih poslova, kao i pojedinim službama zaštite i spašavanja.

Radi se na izgradnji optičkih pristupnih mreža, a na području Glavnog grada značajni, do sada izgrađeni, optički kablovski pravci su:

- Magistralni optički spojni put Podgorica-Bar, kapaciteta 38 vlakana, kao dio južnog optičkog prstena, postavljen dijelom duž Jadranske magistrale, a dijelom duž željezničke pruge;
- Magistralni optički spojni put Podgorica-Cetinje, kapaciteta 36 vlakana, kao dio južnog optičkog prstena, postavljen duž magistralnog puta;
- Magistralni optički spojni put Podgorica-Danilovgrad-Nikšić, kapaciteta 38 vlakana, kao dio sjevernog optičkog prstena, postavljen duž regionalnog puta;
- Magistralni optički spojni put Podgorica-Kolašin, kapaciteta 36 vlakana, kao dio sjevernog optičkog prstena, postavljen dijelom duž magistralnog puta, a dijelom duž željezničke pruge;

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

- Optički prsteni A; B; C kojim je obezbijedena zaštita, u prenosu, svih telekomunikacionih čvorova na nivou Glavnog grada;
- Univerzitetska optička mreža, kojom su međusobno povezane sve univerzitetske jedinice sa područja Glavnog grada;
- Kao i velika mreža lokalnih i privodnih optičkih kablova, različitih kapaciteta.⁵

Radio-difuzni centar DOO (RDC) obavlja djelatnost pružanja usluga na području radio-komunikacija i telekomunikacija, pružajući usluge prenosa i emitovanja radijskih i televizijskih programa, prenosa slike, zvuka i podataka, kolokacije i druge savremene multimedijske usluge. RDC posjeduje dva emisiona centra na Lovćenu i na Bjelasici i ukupno 134 objekta, od čega 13 objekata na teritoriji Podgorice (Plavnica, Golubovci, Potoci-Mrke, Bloče, Sjenica, Zatrijebač, Anteševac, Lijeva Rijeka, Veruša, RTV Dom, Beri, Brskut, Velja Gora). Mreža glavnih telekomunikacionih vodova na teritoriji je data na slici br.1.18.



Slika br.1.18. Mreža glavnih telekomunikacionih vodova na teritoriji Glavnog Grada

1.8. Vanprivredni objekti i ustanove

1.8.1. Obrazovanje

Na području Glavnog grada zastupljeni su svi nivoi obrazovanja. Predškolsko obrazovanje se odvija u dvije državne ustanove: JPU „Đina Vrbica” i JPU „Ljubica Popović” sa oko 20 vaspitnih jedinica, kao i u oko 20 privatnih predškolskih ustanova.

Osnovno obrazovanje se odvija u 26 osnovnih škola, od kojih 4 na području gradske opštine Golubovci, i 23 područne ustanove sa prosječno oko 24.000 đaka upisanih u školskoj godini. Tu su i 3 privatne internacionalne škole. Srednje obrazovanje se može steći u jednoj od 13 srednjih škola, kao i dvije umjetničke škole.

⁵ Prostorno-urbanistički plan Glavnog grada Podgorica do 2025. godine

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Visokoškolsko obrazovanje se može steći na državnom univerzitetu i dva privatna univerziteta.

U Podgorici postoje i dva resursna centra: Centar za autizam, razvojne smetnje i dječiju psihijatriju „Ognjen Rakočević” i Resursni centar za obrazovanje i osposobljavanje „1.jun”.

Postoji i veći broj ustanova koje se bave obrazovanjem odraslih, od kojih se neke nalaze i u samim osnovnim školama.

S obzirom da je Podgorica studentski centar studenti imaju na raspolaganju smještaj i boravak u tri studentska doma.

Ažurirani podaci:

U Podgorici se nalaze:

3 državne predškolske ustanove, 25 privatnih predškolske ustanove (od kojih su četiri internacionalne), 23 državne osnovne škole, 5 privatnih internacionalnih osnovnih škola, 14 srednjih škola (9 državnih, 1 državno-privatna škola, 5 privatnih, od kojih su 3 internacionalne srednje škole), 1 državna i 1 državno-privatna umjetnička škola osnovnog i srednjeg obrazovanja (već su ubrojane među srednje škole), 2 državna resursna centra i 1 dom učenika i studenata.⁶

U Podgorici postoji i 61 organizator obrazovanja odraslih.

U tabelama br.1.3. do 1.7. koje slijede dat je spisak obrazovno-vaspitnih ustanova na području Glavnog grada sa adresom i kontakt telefonom.

| Naziv ustanove | Adresa | Kontakt tel. |
|----------------------|------------------------|--------------|
| PU "Đina Vrbica" | 8.marta br. 76 | 020-662-084 |
| PU "Ljubica Popović" | Arh. Milana Popovića 4 | 020-243-674 |
| PU "Sofija Klikovac" | Radoslav Burića b.b. | |

Tabela br. 1.3. Državne predškolske ustanove

| Naziv ustanove | Adresa | Kontakt tel. |
|---|---------------------------------|--------------------------|
| Francuska evropska škola | IX Crnogorske brigade 140 | 067-029-079 |
| Happy kids | 27. marta b.b. zgrada Trudbenik | 069-583-408, 068-517-025 |
| International school and kindergarten Maša | Dalmatinska 51 | 067 242 810 |
| Mondo Creativo | Sima Barovića 2 | 069-275-896 |
| Obrazovni centar "QSI International School of Montenegro" | | 069-209-644, 069-351-104 |
| Obrazovni centar "The British Academy" | Romanovih 33 | 067-047-047 |
| Obrazovni centar "United Kids International" | Ulica Baku 110 | 069-010-799 |
| PU "Artić Pinokio" | Arsenija Boljevića br.41 | 067-257-479, 020-645-463 |
| PU "Čarli Čaplin" | Bjelopoljska br. 3 | 020-206-565 |
| PU "Casa Dei Bambini" | Nikšički put 20b | 068-855-401 |
| PU "Dnevna majka" | Jerevanska 39 | 069-364-799 |
| PU "Dobra vila" | Janka Vukotića 29 | 069-706-026 |
| PU "Dvor" | Vojislavljevića 36 | 069-326-555, 020-226-131 |
| PU "Kockica" | Đoka Miraševića br.13 | 069-570-450, 020-671-051 |
| PU "Mandarina i papagaj" | Studentska 14, City kvart | 069-842-879 |
| PU "Maša" | Slavonska br.33 | 067-242-810 |
| PU "Mašta" | Blok V | 069-360-222 |

⁶ www.skolskamreza.edu.me

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | |
|----------------------------|--|--------------------------|
| PU "Maštaonica" | Beogradska 29 | 067-620-770 |
| PU "Naše malo kraljevstvo" | Radoja Jovanovića 52 | 067-422-570, 068-304-305 |
| PU "Nebo Diznilenda" | Bulevar Vojvode Stanka Dragojevića 195 | 067-995-925 |
| PU "Nova Kućica" | Đoka Miraševića 86, Blok 9 | 069-020-032 |
| PU "Pipi Duga Čarapa" | Belvederska br.107 | 069-091-219, 067-258-006 |
| PU "British green academy" | Iva Andrića bb | 067-602-605 |
| PU "The Dodo" | Studentska 29, City kvart | 067-559-592, 067-873-098 |
| PU "Zvezdice" | Dalmatinska 48 | 067-395-723 |

Tabela br.1.4. Privatne predškolske ustanove

| Naziv ustanove | Adresa | Kontakt tel. |
|--|------------------------|--------------|
| Osnovna škola "18 oktobar" | 81124 Bioče | 040-271-138 |
| Osnovna škola "21. maj" | Cvijetin brijeg - Drač | 020-657-177 |
| Osnovna škola "Boško Radulović" | Komani | nema |
| Osnovna škola "Božidar Vuković Podgoričanin" | VIII crnogorske b.b. | 020-629-314 |
| Osnovna škola "Branko Božović" | Iva Andrića br.40 | 020-270-508 |
| Osnovna škola "Đoko Prelević" | 81205 Ubli | nema |
| Osnovna škola "Dr Dragiša Ivanović" | Zlatica b.b. | 020-660-008 |
| Osnovna škola "Maksim Gorki" | Ivana Vujoševića 1 | 020-201-405 |
| Osnovna škola "Marko Miljanov" | Žrtava Fašizma b.b. | 020-627-584 |
| Osnovna škola "Milorad Musa Burzan" | Božane Vučinić br. 44 | 020-622-013 |
| Osnovna škola "Novka Ubović" | Tološi | |
| Osnovna škola "Oktoih" | Radosava Burića b.b. | 020-640-255 |
| Osnovna škola "Pavle Rovinski" | Stari aerodrom b.b. | 020-651-511 |
| Osnovna škola "Radojica Perović" | Blok VI b.b. | 020-264-888 |
| Osnovna škola "Savo Kažić" | 81252 Barutana | nema |
| Osnovna škola "Savo Pejanović" | IV proleterske br. 5 | 020-230-558 |
| Osnovna škola "Šćepan Đukić" | Lijeva Rijeka 81204 | nema |
| Osnovna škola "Štampar Makarije" | Blok V | 020-218-006 |
| Osnovna škola "Sutjeska" | Nikca od Rovina br. 2 | 020-238-020 |
| Osnovna škola "Vladimir Nazor" | Goce Delčeva 7 | 020-645-316 |
| Osnovna škola "Vlado Milić" | Cetinjski put b.b. | 020-260-106 |
| Osnovna škola "Vojin Popović" | Drezga | nema |
| Osnovna škola "Vuk Karadžić" | Radosava Burića | 020-641-344 |

Tabela br. 1.5. Osnovne škole

| Naziv ustanove | Adresa | Kontakt tel. |
|--|---------------------------|--------------|
| Gimnazija "Slobodan Škerović" | Vaka Đurovića b.b. | 020-667-546 |
| Škola za srednje i više stručno obrazovanje "Sergije Stanić" | Ul. Ilije Milačića br. 10 | 020-624-289 |
| Srednja ekonomska škola "Mirko Vešović" | Podgorica | 020-634-824 |
| Srednja elektrotehnička škola "Vaso Aligrudić" | Vasa Raičkovića 26 | 020-237-319 |
| Srednja građevinsko-geodetska škola "Inž Marko Radević" | Vasa Raičkovića 26 | 020-237-363 |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | |
|---|--------------------|-------------|
| Srednja medicinska škola | Ljubljanska b.b. | 020-224-633 |
| Srednja stručna škola "Ivan Uskoković" | Vasa Raičkovića 1 | 020-246-767 |
| Srednja stručna škola "Spasoje Raspopović" | Vasa Raičkovića 26 | 020-237-361 |
| Umjetnička škola osnovnog, srednjeg muzičkog i baletskog obrazovanja "Vasa Pavić" | Novaka Miloševa 41 | 020-231-853 |

Tabela br.1.6. Državne srednje škole

| Naziv ustanove | Adresa | Kontakt tel. |
|---|---------------------------|--------------|
| Umjetnička škola osnovnog i srednjeg muzičkog obrazovanja za talente "Andre Navara" | I Proleterske 40, Masline | 020-611-552 |
| Gimnazija "Podgorica" | Ulice Veliše Popovića 52 | 069-081-700 |
| Gimnazija "Sveti Sava" | 19. septembra 72 | 067-326-780 |
| Obrazovni centar "QSI International School of Montenegro" | | 069-209-644 |
| Obrazovni centar "The British Academy" | Romanovih 33 | 067-047-047 |
| Obrazovni centar "United Kids International" | Ulica Baku 110 | 069-010-799 |

Tabela br.1.7. Privatne srednje škole

1.8.2. Zdravstvene ustanove

Podgorica nema svoju opštu bolnicu kako je to slučaj sa drugim gradovima države, već je na njenoj teritoriji smješten Klinički centar Crne Gore, kao dio zdravstvenog sistema koji obezbjeđuje servis sekundarne i tercijarne medicinske zaštite.

Takođe, značajno mjesto u pružanju zaštite ima Dom zdravlja Podgorica sa 14 jedinica u urbanom gradskom području i 10 seoskih ambulanti.

U Podgorici je i Institut za javno zdravlje Crne Gore, Zavod za transfuziju krvi, Zavod za hitnu medicinsku pomoć, kao i ZU Apoteke Crne Gore „Montefarm” sa 9 apoteka. Zdravstvena zaštita se odvija i u okviru privatnih medicinskih ustanova: bolnica, poliklinika, ambulanti, laboratorija, stomatoloških ordinacija i apoteka.

Djelatnost socijalne i dječje zaštite obavljaju javne i privatne ustanove. Na teritoriji Podgorice funkcionišu Javna ustanova Centar za socijalni rad za Podgoricu i Opštinu u okviru Glavnog grada – Golubovci, Javna ustanova Zavod „Komanski most”, Javna ustanova Centar za djecu i mlade „Ljubović”, JU Resursni centar za djecu i mlade „Podgorica” i JU za smještaj, rehabilitaciju i resocijalizaciju korisnika psihoaktivnih supstanci.

1.8.3. Objekti kulture i kulturna dobra

Podgorica je glavni grad i kulturno, naučno i institucionalno središte Crne Gore, u kojem je brojno kulturno nasljeđe, kulturno-istorijski spomenici i kulturne institucije, sa dosta kulturnih događaja. U Podgorici se nalazi 50 spomenika kulture pod zakonskom zaštitom, arheološki lokaliteti Medun i Duklja, brojni kulturno-istorijski spomenici, od kojih su najznačajniji: Spomenik Petru I Petroviću Njegošu, Spomenik Crnogorsko oro, Spomenik Josipu Brozu Titu, Spomenik Petru II Petroviću Njegošu, Spomenik Kralju Nikoli, Spomenik Valtazaru Bogišiću, Spomenik vojvodi Mirku Petroviću i crnogorskim junacima učesnicima oslobodilačkih ratova, Spomenik vojvodi Marku Miljanovu, Spomenik palih heroja - Partizanu borcu, Spomenik Ivanu Crnojeviću, Statua Vladimira Visotskog, Spomenik Aleksandru Puškinu i Nataliji Gončarovoj, Spomenik Francu Prešernu, Spomenik na Barutani, Spomenik princezi Jeleni Petrović Savoja, Spomenik nevinim žrtvama Podgorice u Prvom i Drugom svjetskom ratu.

Od spomenika kulture tu su: Stara Varoš i Sahat kula, Sastavci i most na Sastavcima, Dvorski kompleks na Kruševcu (slika br.1.19.), Kuslevova kuća, Hamam / Banja, Kuća Čubranovića.



Slika br.1.19. Dvorski kompleks na Kruševcu

Od institucija kulture izdvajaju se: Crnogorsko narodno pozorište, Gradsko pozorište, KIC „Budo Tomović”, JU Centar savremene umjetnosti Crne Gore, Muzički centar Crne Gore, Crnogorska kinoteka, Muzeji i galerije Podgorice, Muzej „Marka Miljanova”, 10-ak galerija, Umjetnički paviljon, Prirodnjački muzej.

U Podgorici postoji i veći broj sakralnih objekata, od kojih su najznačajniji: Saborni Hram Hristovog Vaskrsenja i crkva Svetog Spasa, Manastir Ćelija Piperska, Manastir Duga, Manastir Dajbabe, Crkva Sv. Đorđa, Crkva svetog velikomučenika Dimitrija, Crkva svetog Nikole na Medunu, Rimokatolička crkva, Skender Čauševa – Starodoganjska džamija.

1.8.4. Sportski objekti

Glavni grad – Podgorica sprovodi planske aktivnosti u cilju unapređenja sportskih aktivnosti djece, omladine i građana. Strategijom razvoja sporta Podgorice obuhvaćeni su, analizirani i definisani strateški ciljevi razvoja sljedećih oblika sporta: takmičarski sport, školski sport, sport za sve (rekreativni sport), sport osoba sa invaliditetom, kao i sportskih objekata u Podgorici.

Svakako da jedan od najznačajnijih faktora u sistemu sporta predstavljaju sportski objekti, kojih na teritoriji Podgorice najviše ima za košarku i fudbal. Mogu se izdvojiti sledeći objekti: Gradski stadion Podgorica, Stadion FK Zabjelo, Fudbalski stadion Crvena Stijena, Fudbalski kamp – Konik, oko 20 fudbalskih terena i balon hala. Tu su još i SC „Morača”, Gradski bazeni, SC Kalezić na Zabjelu (bazeni), oko 25 terena za košarku, tereni za rukomet, teniski tereni, sportsko rekreativni tereni na Gorici, sala za boks BK „Budućnost”, džudo sala „Arso Milić”, streljački klub „Ljubović”, stadion malih sportova pod Goricom, sportski tereni Kasarne Masline.

1.8.5. Turistički objekti

Podgorica svojim položajem u centralnom dijelu države, prirodnim ljepotama, kulturnim i izletničkim sadržajem predstavlja grad sa velikim turističkim potencijalom, koji se može realizovati kroz poslovni, tranzitni, izletnički, rekreativno-odmarališni, lovni, sportski i kongresni turizam.

Tokom 2021. godine u Podgorici je boravilo 95 723 turista, od čega 83674 stranih turista, koji su ostvarili 196612 noćenja, od čega je 169678 bilo noćenja stranih državljana.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Poređenja radi, tokom 2020. godine u Podgorici je boravilo 39752 turista, od čega 31452 stranih, a svi su ukupno ostvarili 82701 noćenje, od čega su 65394 bila noćenja stranih državljana, koja je bila jedna od lošijih godina u turističkom smislu što je posledica svjetske pandemije.

Najznačajniji hoteli na području glavnog grada su dati u tabeli br.1.8.

Tabela br. 1.8. Smještajni kapaciteti u većim hotelima u Podgorici

| Hotel: | Adresa: | Broj soba |
|--|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Hotel Hilton Podgorica Crna Gora ***** | Bulevar Svetog Petra Cetinjskog 2 | 180 novoopremljenih soba i apartmana, |
| Mali Hotel Hemera ***** | Njegoševa 17 | 15 soba |
| Boutique Hotel Ziya ***** | Beogradska 10 | 28 soba |
| Hotel VOCO Podgorica ***** | Oktoih 2 | 81 soba |

Pored ovih hotela sa 5 zvjezdica, tu je i 35 hotela niže kategorije.

Turističku ponudu Podgorice upotpunjuju i restorani sa salama u kojima se može smjestiti veliki broj ljudi, kao i nemali broj manjih restorana i drugih ugostiteljskih objekata za dnevne i večernje izlaske.

Ažurirani podaci:

Tokom 2023. godine u Podgorici je boravilo 191 868 turista, među kojima su 175 423 strani turisti, koji su ostvarili 362 144 noćenja, dok su domaći ostvarili 33 541 noćenje, što je ukupno 395 685 noćenja.

Tokom 2024. godine Podgoricu je posjetilo 204 548 turista, od čega su strani gosti 189 432, koji su ostvarili 365 313 noćenja, a zajedno sa domaćim gostima i njihovim noćenjima ukupno je ostvareno 398 237 noćenja.

2. POSEBNI DIO: SEIZMOLOŠKA ANALIZA ZEMLJOTRESNOG SCENARIJA

Plan zaštite i spašavanja je osnovni planski dokument kojim se planiraju mjere i aktivnosti za sprječavanje i smanjenje posljedica katastrofa, kapacitet i sredstva subjekata sistema za smanjenje rizika od katastrofa i upravljanje u vanrednim situacijama, njihovo organizovano i koordinirano angažovanje i djelovanje u vanrednim situacijama - u cilju zaštite i spašavanja ljudi, materijalnih i kulturnih dobara i obezbjeđenja osnovnih uslova za život.

Plan je neophodno periodično ažurirati u skladu sa novim stanjem društvene zajednice, i raspoloživošću podataka o elementima te zajednice (detaljni inventar objekata, distribucija stanovništva itd.) u skladu sa procjenom rizika od katastrofa.

Planovi zaštite i spašavanja od zemljotresa za naselja, gradove i veće regione, izrađuju se već duži niz godina. Međutim, zbog specifičnosti svake društvene zajednice kojoj su planovi namijenjeni, kao i uslova u kojima se izrađuju, još uvijek ne postoji jedinstvena metodologija za njegovu pripremu, iako je takvih napora bilo, posebno u dijelu analize zemljotresnog scenarija, koji predstavlja okosnicu takvog plana. Iz tih razloga, Plan zaštite i spašavanja od zemljotresa za opštinu Podgorica, zbog značajnog stepena seizmičkog hazarda kojem je izložen, ali i zbog velikog značaja Glavnog grada za cijelu državu Crnu Goru, pripremljen je detaljnije i opširnije nego što je to uobičajeno.

2.1. Geološka građa terena

Tereni opštine Podgorica imaju prilično kompleksnu geološku građu, kako sa aspekta stratigrafsko-litološko-facijalnog sastava, tako i sa aspekta geotektonskog sklopa (PUP Glavnog grada, 2014).

2.1.1 Stratigrafsko-litološki sastav terena

Starost stijenskih masa koje izgrađuju terene Glavnog grada je mlađe paleozojska, mezozojska i kenozojska, a predstavljene su brojnim litološkim članovima uglavnom sedimentnih stijena sa manjom zastupljenošću (i manje ili više) metamorfisanih stijenskih masa.

Brojne stijene i stijenske mase, koje izgrađuju predmetne terene mogu se svrstati u nekoliko karakterističnih – specifičnih facija koje su karakteristične za prostrane djelove jugoistočnih Dinarida, a to su:

Glinovito-škriljava facija koju čine stratifikovani, manje ili više škriljavi, glinovito-laporovito-pjeskoviti slojevi sa i bez sočiva konglomerata, breča i proslojaka glinovitih, laporovitih ili i pjeskovitih krečnjaka mlađeg paleozoika i najstarijeg mezozoika – donjeg trijasa. Stijenske mase ove facije izgrađuju samo manje djelove terena Glavnog grada koje učestvuju u izgradnji planinskog masiva Komova.

Karbonatna facija koju čine stratifikovani, a rjeđe i masivni krečnjaci, dolomitični krečnjaci, krečnjački dolomiti i dolomiti, rjeđe glinoviti, laporoviti ili pjeskoviti trijasa, jure, krede i paleogena. Stijenske mase ove facije imaju najveće učešće u izgradnji terena Glavnog grada izgrađujući brdsko-planinske terene oboda Zetske ravnice i Skadarskog jezera, a i širih terena. Kratko rečeno, stijenske mase ove facije svojim sastavom, rasprostranjenjem, moćnošću i karakteristikama uslovljavaju geološke odlike većeg dijela brdsko-planinskih terena Glavnog grada, a i okolnih terena.

Flišna facija koju čine glinci, laporci, pješčari, krečnjaci i prelazni varijeteti ovih litoloških članova kraja mezozoika i početka kenozoika (Durmitorski fliš, K2Pc) koji izgrađuju krajnje sjeveroistočne djelove predmetnog sliva. Pored ovog fliša (K2Pc) posebno se izdvajaju eocenski fliševi (E) koje čine glinci, laporci, pješčari i prelazni varijeteti ovih članova sa i bez proslojaka breča i konglomerata. Ove stijenske mase izgrađuju djelove terena jugoistočnih Pipera i djelove terena Kuča (Zlatica – Vrbica – Fundina).

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Klastična facija koju čine kvartarni sedimenti: glacijalni; glacio fluvijalni, glaciolimnički; deluvijalni, aluvijalni i jezerski.

Glacijalni sedimenti su predstavljeni pijeskom, šljunkom i većim poluzaobljenim blokovima. Ti sedimenti su veoma promjenljivog granulometrijskog sastava koji ide od glina, prašinih glina do blokova u prečniku i preko 1 m. To su morene koje se javljaju na višim kotama planinskih masiva.

Glaciofluvijalni sedimenti su predstavljeni pijeskom, šljunkom i većim oblucima, a izgrađuju najveći dio Zetske ravnice (dostižući debljinu i do 90 m) i terase pored vodotoka Morače, Male rijeke, Ribnice, Sitnice i Cijevne u kanjonskom dijelu vodotoka. Ovi zrnasti sedimenti su tu i tamo manje ili više vezani čineći konglomerate.

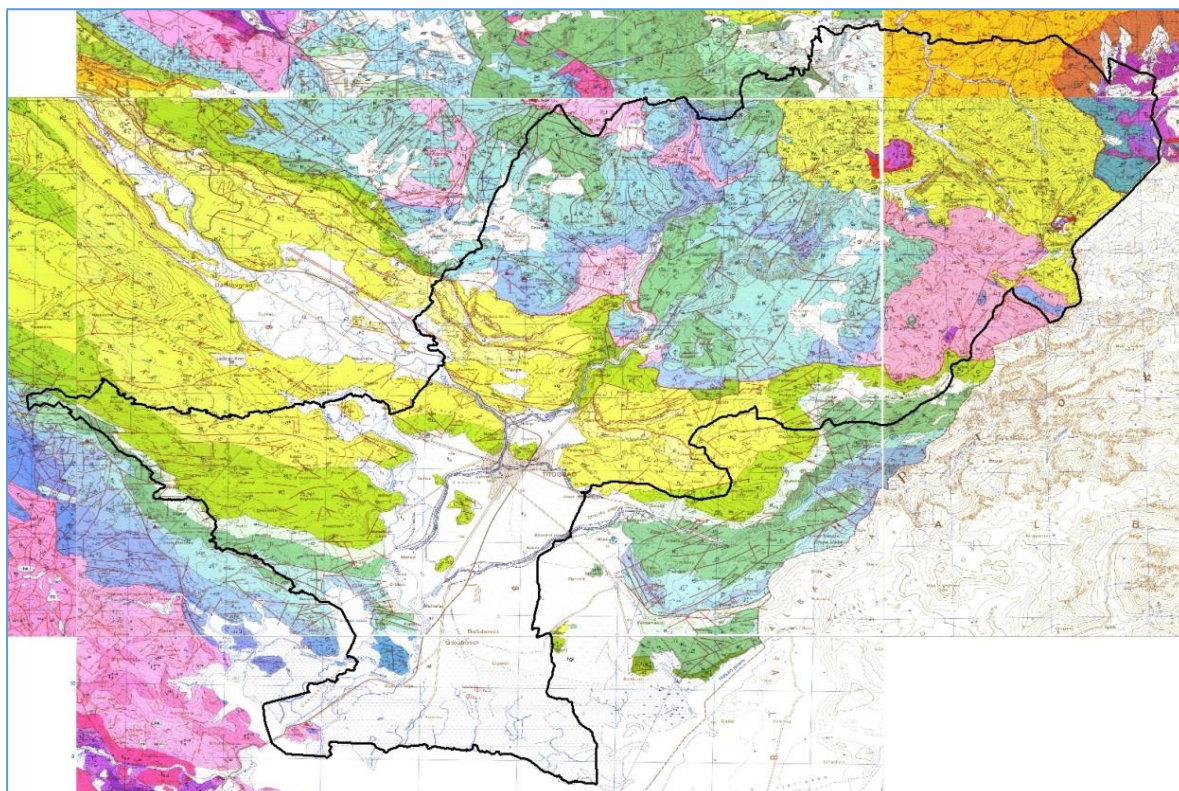
Glaciolimnički sedimenti su predstavljeni glinama, glinovitim i prašinih pjeskovima i sitnozrnim pjeskovima, a izgrađuju lugove zapadno od Podgorice i djelove obala rijeke Zete u njenom kanjonskom dijelu (uzvodno od ušća u Moraču nastavljajući se prema sjeverozapadu u Bjelopavličku ravnicu).

Deluvijalni sedimenti su predstavljeni nezaobljenim pijeskom, šljunkom i većim blokovima. Ovi zrnasti sedimenti su nekad izmiješani sa raznovrsnim glinama i u površinskim zonama humusom, a javljaju se na brdsko-planinskim padinama i u kanjonima vodotoka.

Aluvijalni sedimenti su predstavljeni zaobljenim pijeskom, šljunkom i valucima, a redovno se javljaju u koritima rijeka Morače, Male rijeke, Cijevne, Ribnice i Sitnice.

Jezerski sedimenti su predstavljeni glinama i zaglinjenim sitnozrnim pijeskom sa ili bez pojave tresetišta ili treseta, a izgrađuju obodne djelove Skadarskog jezera koji pripadaju Glavnom gradu Podgorica. Manje se javljaju u basenima Bukumirskog, Rikavačkog i Dugačkog jezera.

Neogeni sedimenti predstavljeni glinama i zaglinjenim pijeskom su nabušeni u Donjoj Zeti (Gostilj) i južno od područja Gradske opštine Tuzi.



Slika br.2.1. Geološka karta opštine Podgorica (listovi: Titograd, Kotor, Bar, Gusinje, Ivograd i Šavnik, razmjere 1:100 000, Savezni geološki zavod, 1971).

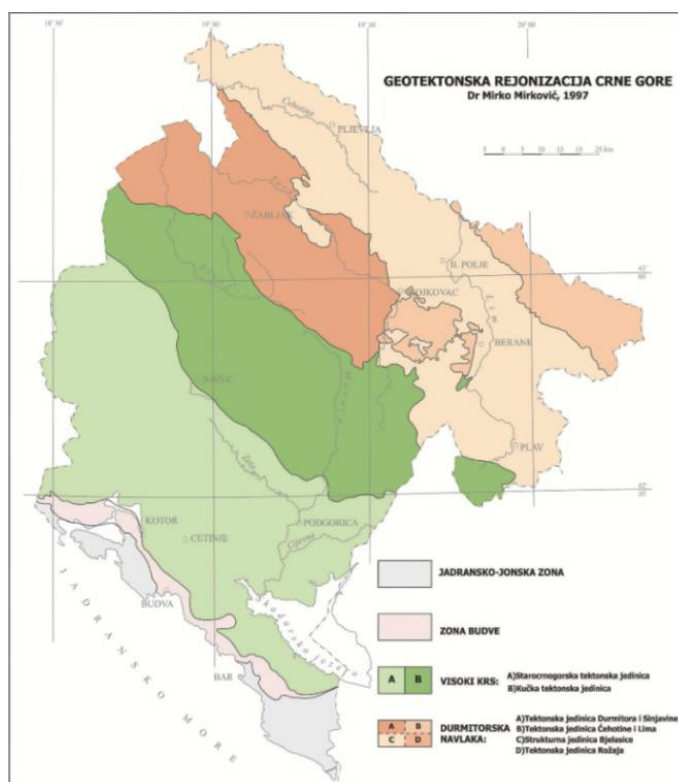
2.1.2 Tektonski sklop terena

Složena tektonika na prostoru Crne Gore i okruženja je odraz postojećih geodinamičkih procesa u Mediteranskom basenu. Usljed podvlačenja (subdukovanja) Jadranske mikro-ploče ispod Dinarida i Apenina i mehaničkog otpora stijenskih masa koje formiraju debeli sedimentni kompleks Jadrana, u zonama kontakta stvaraju se razne geološke forme, kao što su: horstovske i grebenske strukture, planinski masivi, tektonske potoline, rovovi, navlake, normalni, reversni i transformni rasjedi i td. Sistemi normalnih i reversnih rasjednih struktura gotovo uvijek su orijentisani paralelno Dinaridima.

Tereni Glavnog grada Podgorica najvećim dijelom pripadaju poznatoj, regionalnoj geotektonskoj jedinici I reda zvanj zona Visokog krša, a veoma malim dijelom (prostor Komova), takođe, poznatoj, regionalnoj geotektonskoj jedinici I reda zvanj Durmitorska navlaka.

Zona Visokog krša je sa brojnim reversnim razlomima i uopšte razlomima – rasjedima i brojnim nabornim strukturama. Među reversnim razlomima ističe se onaj spoljni dio zone Visokog krša kojim je prema jugozapadu navučena na regionalnu geotektonsku jedinicu I reda zvanu Pindos-Cukali i reversni razlom (ili sistem razloma) unutar same zone Visokog krša duž koje su od sjeveroistoka, sjevera i sjeverozapada navučeni stariji sedimenti na mlađe, a koji predstavlja granicu između Starocrnogorske kraljušti na jugozapadu i jugu od Kučke kraljušti na sjeveroistoku, sjeveru i sjeverozapadu. Sa sjevera i sjeveroistoka na Kučku kraljušt je navučena regionalna geotektonska jedinica I reda zvana Durmitorska navlaka.

Navedene kraljušti zone Visokog krša su sa izrazitim antiklinorijumima i sinklinorijumima. Starocrnogorsku kraljušt čini antiklinorijum Stare Crne Gore i sinklinorijum koji se proteže duž pravca: dolina Zete–Zlatica–Vrbica–Fundina–Koći. Kučku kraljušt čini antiklinorijum Žijovo–Vjeternik–Prekornica i sinklinorijum Gornja Morača–Gornja Tara.



Slika br.2.2. Karta tektonske rejonizacije Crne Gore (Mirković, 1997).

Antiklinorijume izgrađuju stariji mezozojski karbonatni sedimenti, a sinklinorijume mlađi karbonatni sedimenti i kredno-paleocenski i eocenski sedimenti.

Sa geotektonskog aspekta na terenu se lako uočava da elementi pružanja razlomnih i nabornih struktura sa prostornim zalijeganjem slojeva imaju dinarski pravac, tj. od sjeverozapada ka jugoistoku sve do terena zapadno od Podgorice. U tim terenima dolazi do račvanja dinarskih struktura i to tako što sjeverozapadni djelovi skreću u

pravcu zapad-istok i dalje jugozapad-sjeveroistok. Ovaj pravac pružanja razlomnih i nabornih struktura je poznat kao Zetsko-metohijski pravac. U tom pravcu su skrenule strukture sinklinorijuma Starocrnogorske kraljušti i antiklinorijum Kučke kraljušti. Antiklinorijum Starocrnogorske kraljušti svojim sjeveroistočnim krilom tone prema jugoistoku. Ovakvo stanje – sklop terena je nastalo kroz dugu geološku evoluciju orogenim i epirogenim pokretima alpske tektogeneze koji su stvorili prostranu Zetsko-skadarsku depresiju sa djelovima kriptodepresije (Skadarsko jezero), kao i kanjon vodotoka Morače koji je usječen gotovo upravno na pružanje pomenutih makrostrukture terena.

2.1.3 Geomorfološke odlike

Raznovrsni litološki sastav i veoma složeni geotektonski sklop kroz dugu geološku evoluciju uz promjenljive klimatske odlike regiona uslovio je veoma složene i zagonetne geomorfološke odlike terena. Tereni Glavnog grada Podgorica pripadaju onom dijelu Dinarida u kojima su jako izražene raznovrsne geomorfološke pojave različitih oblika i dimenzija nastalih različitim procesima koji su se smjenjivali i preklapali.

Karstifikacija u prostranim i moćnim karbonatnim stijenskim masama ostavila je brojne i raznovrsne površinske i podzemne pojave karakteristične za holokarst. Da ih ne nabrajamo, već samo da podsjetimo na poznatu konstataciju J. Cvijića koji je istakao „da nema celcitijeg karsta mimo onog između Trebišnjice i Skadarskog blata“. Tim terenima pripadaju i tereni Glavnog grada Podgorica.

Eolska erozija je po obodima brda koja strče iznad nivoa Zetske ravnice, na samoj toj ravnici i među glaciofluvijalnim sedimentima ravnice ostavila pojave lesnih naslaga.

Fluvijalna erozija je dala duboke kanjone i relativno proširene doline duž vodotoka Morače i njenih pritoka: Koštunice, Ibrištice, Mrtvice, Sjeverice, Melještaka, Bogutovskog potoka, Kruševačkog potoka, Male rijeke i Cijevne. Kanjoni – klisure Morače, Mrtvice, Bogutovskog potoka, Kruševačkog potoka, Male rijeke i Cijevne su usječeni u karstnu površ sa dubinama i od preko 1.000 m. Ti vodotoci su raščlanili karstnu brdsko-planinsku površ na posebne cjeline: Kučku krajinu, Bratonožice i prostor Pipera od kojih je sjeveroistočna proširena dolina Morače sa njenim pritokama, a na jugu Zetska ravnica sa Skadarskim jezerom. U kanjonskim djelovima vodotoka su drobine – sipari najčešće „žive“, a u proširenim dolinama su te drobinske mase najčešće umirene. U koritima vodotoka u Zetskoj ravnici je akumulacioni prostor kvartarnih zrnastih sedimenata, manje ili više vezanih čineći terase.

Glacijalna erozija je na visokim planinama ostavila zrnaste sedimente veoma promjenjive granulacije (čeone, bočne i podinske) morene i manja glečerska jezera (Bukumirsko, Dugačko, Malo i Rikavačko jezero u Kučkoj krajini i Kapetanovo i Manito jezero u istočnom dijelu Žurimskih planina).

Jezerska erozija je ostavila tragove po obodu pomenutih glečerskih jezera, a po obodu su prisutni jezerske gline i treseti.

2.1.4 Hidrogeološke karakteristike terena

Geološka građa i geomorfološke odlike uslovile su hidrogeološke odlike terena koje se u vremenu po intenzitetu sa geomorfološkim pojavama smjenjuju i preklapaju. Hidrogeološke odlike terena se najbolje ilustruju preko poroznosti koja karakteriše stijenske mase koje izgrađuju teren i hidrogeoloških pojava koje su prisutne na i u terenima.

Sa tih aspekata, predmetne terene izgrađuju:

- Stijenske mase koje karakteriše efektivna kombinovana pukotinsko-kavernozna poroznost. To su tereni izgrađeni od karbonatnih stijenskih masa. Atmosferski talozi koji se izlučuju na te terene poniru gdje padnu prehranjujući u podzemlje lagane karstne razbijene izdani. Te izdani se prazne duž i po obodima erozionih bazisa preko stalnih i povremenih vrela, estavela i vrulja. Tereni koje karakteriše pukotinsko-kavernozna efektivna poroznost predstavljaju hidrogeološke kolektore, a i rezervoare gdje za to postoje i drugi potrebni

uslovi. U tim terenima je hidrogeološko razvođe podzemno i uz to često na znatnim potezima zonarno. Sve ovo je prisutno u karstnim terenima Glavnog grada.

- Stijenske mase koje karakteriše efektivna superkapilarna intergranularna poroznost. To su tereni koje izgrađuju kvartarni zrnasti sedimenti fluvioglacijala, aluvijala, glacijala i deluvijala. To su tereni u kojima su prisutne podzemne vode u vidu zbijenih izdani. To je slučaj sa terenima Zetske ravnice; aluvijalnim sedimentima u koritima vodotoka (Morače sa pritokama) i u terasama tih vodotoka, a pod režimom voda priobalnog vodotoka. Tereni izgrađeni od ovih sedimenata su hidrogeološki kolektori, a i rezervoari tamo gdje su zato prisutni i ostali potrebni uslovi. Glacijalni sedimenti kada u njima ima prašinate frakcije ili kada su zaglinjeni mogu biti nosioci voda u vidu zbijenih izdani. To je slučaj i sa deluvijalnim sedimentima na blagim padinama kada su zaglinjeni i usitnjeni. Kada to izostane, onda su to samo hidrogeološki kolektori.
- Stijenske mase u kojima izostaje prisustvo efektivne superkapilarne poroznosti. To su stijenske mase glinovito škriljave facije perma i donjeg trijasa i flišnih facija kredno- paleocenske i eocenske starosti. Ove stijenske mase su tolike zaglinjene ili interkalisane sa glinovitim i/ili škriljavim slojevima čineći djelove terena neprobojne za površinske i podzemne vode. Te stijenske mase (sliv Opasanice i druge; prostor jugoistočnih Pipera, Zlatice, Vrbice, Fundine – Koća) predstavljaju hidrogeološke izolatore, a u terenu imaju funkciju hidrogeoloških barijera.

Podzemne vode sa terena Glavnog grada se dreniraju ka glavnim erozionim bazisima, koji za predmetne terene predstavlja Skadarsko jezero sa njegovim pritokama, odnosno glavnom pritokom - rijekom Moračom. U istočnom dijelu njenog sliva - podzemne vode, van Zetske ravnice, dreniraju se u vodotocima pritoka Morače: Cijevne, Ribnice i Male rijeke, a dijelom i u samom vodotoku Morače. Tereni Glavnog grada Podgorica zapadno od vodotoka Morače dreniraju se direktno u njen vodotok i u vodotoke Zete i Sitnice. U samoj Zetskoj ravnici pritiču i obnavljaju se dinamičke rezerve podzemnih voda ravnice preko brojnih stalnih i povremenih karstnih vrela, estavela i po južnom obodu ravnice u priobalju Skadarskog jezera - preko povremenih i stalnih vrulja i podaviranja. Dati tekst ilustrovan je na preglednoj karti vodnih objekata i smjerovakretanja podzemnih voda, a na prostoru Zetske ravnice su i dati i apsolutni nivoi podzemnih voda sa kojih se može izvesti zaključak o debljini tla do podzemnih voda.

Brzine i smjerovi kretanja podzemnih voda u prostoru Glavnog grada Podgorica su veoma promjenljive i zavisne su od hidrogeoloških i geomorfoloških odlika terena i klimatskih odlika regiona. Sve vode Glavnog grada se slivaju u erozione bazise Skadarsko jezero sa Zetskom ravnicom i vodotocima koji protiču preko terena tih bazisa. Na osnovu izvršenih utvrđivanja podzemnih veza u karstnim terenima Glavnog grada došlo se do saznanja da su te brzine veoma promjenljive i da idu od 1 do 11 cm/s. U Zetskoj ravnici podzemne vode se generalno kreću od sjeveroistoka, sjevera i sjeverozapada prema bazenu Skadarskog jezera u prostoru sjevernog dijela ravnice, da bi u južnom dijelu ravnice taj tok bio usmjeren generalno prema jugu. U toj ravnici brzine su veoma male, a posljedica je nagiba izdani čije su kote sjeverno od Podgorice na kotama od 30 do 35 mnm, da bi pristizale u jezero na kotama od oko 4 mnm, pa do preko 10 mnm. Na tom potezu gradijent nivoa podzemnih voda $l=0,0012-0,0014$. Sumarno gledano intergranularne stijenske mase Zetske ravnice su sa koeficijentom filtracije $K_f=1 \times 10^{-1}$ do 1×10^{-3} cm/s.

2.1.5 Inženjersko-geološke karakteristike

Sve prethodno istaknuto o sastavu, sklopu i odlikama terena je od uticaja – uslovljava inženjersko-geološke odlike terena. Te odlike se najbolje sagledavaju preko stepena vezivnosti, okamenjenosti i krutosti, savremenih geoloških procesa i pojava i u vezi s tim preko stabilnosti i nosivosti terena. Gledano sa tog aspekta terene Glavnog grada Podgorica izgrađuju:

- Vezane, dobro okamenjene krute stijenske mase. To su u prostoru Glavnog grada Podgorica, stijenske mase karbonatne facije: krečnjaci, dolomiti i prelazni varijeteti ovih litoloških članova. Ove stijenske mase su sa međuslojnom i kavernožnom anizotropnošću; u vodi su slabo rastvorljive; brzina longitudinalnih talasa u

terenu ovih stijenskih masa je od 3700 do 5300 m/s, a transversalni od 1700 do 2600 m/s; specifični električni otpor sa srednjom vrijednošću od oko 2.600 Ω m. Po GN-200 pripadaju IV, V i VI kategoriji;

- Vezane, slabookamenjene meke stijenske mase su one glinovito škriljave i flišnih facija. Velika litološka raznovrsnost, slaba–mala okamenjenost, najčešća tankoslojevitost – do listastost; tektonska zgužvanost itd., na kratkim potezima u terenu uslovljava promjene, i to često znatne, fizičkih i geotehničkih karakteristika članova ovog litološkog kompleksa. Ove stijenske mase u terenu se lako razaraju dejstvom površinskih sila. Iz ovih razloga nije korektno i prihvatljivo davati neke numeričke parametre. To je donekle prihvatljivo kada su u pitanju brzine longitudinalnih talasa koje idu od 2500 do 3500 m/s; transversalni i specifični električni otpor koji ide od
- Nevezane stijenske mase: prašine, pijesak, šljunak, valutci i veći blokovi sa glinom i bez nje, najčešće sa znatnim heterogenim sastavom. Kada izostanu gline i prašine, ove stijenske mase su relativno male stišljivosti bez seizmičkog opterećenja, zbijaju se brzo pod takvim opterećenjem. Brzine seizmičkih talasa su u znatnim rasponima i kreću se: longitudinalni od oko 1250 do 2500 m/s i transversalni od oko 150 do 400 m/s. Po GN pripadaju I, II i III kategoriji;

Savremeni procesi i pojave u predmetnim terenima su različite, a uslovljene su ukupnim geološkim odlikama u terenu. U terenima izgrađenim od vezanih, dobrookamenjenih krutih stijenskih karbonatnih stijenskih masa prisutan je proceskarstifikacije i na strmim padinama proces odronjavanja koji daje odrone, sipare i točila. U terenima izgrađenim od vezanih, slabookamenjenih, mekih stijenskih masa (glinovito–škriljava i flišna facija) prisutna su raspadanja, jaružanja, kidanja i klizanja, što sve dovodi do ubrzane denudacije.

Tereni izgrađeni od nevezanih sedimenata se lako razaraju ako pored ili preko njih protiču povremeno ili stalno vode. Tereni ravničarski, kao što je Zetska ravnica sa površinskim zemljanim masama i prašinastim pijeskom, pri jačim pokretima vazdušnih masa (vjetrova), stvaraju materijal koji se i tom snagom premješta.

Tereni karstnih površi su stabilni i nosivi i za najteže objekte. U tim terenima mogu biti prisutne kaverne takvih razmjera da vremenom može doći, čak i u prirodnim uslovima – do urušavanja. Na brdsko-planinskim padinama i duž kanjona sa nagibima preko 30o, a naročito preko 45o, izražena je nestabilnost i odronjavanje pojedinih blokova.

Tereni izgrađeni od stijenskih masa glinovito–škriljave i flišnih facija su uslovno stabilni. Ovo znači da se stabilnost u tim terenima sporo mijenja, ali se mijenja, i nestabilnost je prisutna ako se u njima bilo kakvim radovima (iskopima) poremeti prirodna ravnoteža. Od stabilnosti uslovno stabilnih terena i nagiba terena zavisi njihova nosivost. Iz ovih razloga praktično svaku lokaciju ili potez preko uslovno stabilnih terena treba posebno cijeniti i definisati.

Tereni izgrađeni od nevezanih sedimenata na ravnim ili u nagibima ispod 5o ako su dalje od dejstva voda su stabilni. Nosivost takvih terena zavisi od granulometrijskog i mineraloško–petrografskog sastava, stepena sortiranosti i slegnutosti sedimenata prisustva, povremenog ili stalnog voda itd. Iz ovih razloga potrebno je svaku lokaciju ili potez po nosivosti definisati jer je ista u načelu niska znatno (ispod nosivosti terena građenog od vezanih dobro okamenjenih stijena) i rjeđe ide preko 2–3 kg/cm².

Veće nosivosti mogu biti terase glaciofluvijalnih sedimenata, sa dubljim nivoom podzemnih voda i dalje od vodotoka, a takvi su veći djelovi Zetske ravnice iznad 15 mnm.

2.2. Seizmičnost

Kontinualna seizmička aktivnost kroz vrlo dugi historijski period (izražen u geološkom smislu) uz povremenu pojavu razornih i katastrofalnih zemljotresa na području Glavnog grada Podgorica, cijelom prostoru Crne Gore, ali i cijelom zapadnom Balkanu, ukazuje na permanentnu zemljotresnu opasnost kojoj je izložen ovaj region, kao dio izrazito trusnog Mediteranskog područja.

Dokumentovani podaci u kotorskim, dubrovačkim i drugim arhivama, o trusnim efektima na teritoriji Crne Gore i okruženja, sežu više vjekova u prošlost. Tako na primjer, tokom perioda između XV i XVII vijeka, u toj arhivskoj građi opisana su razaranja više gradova Boke Kotorske i Dubrovnika u 7 snažnih zemljotresa sa epicentrima u podmorju, na oko 15 kilometara od ulaza u Boku Kotorsku kao i u priobalnom pojasu kopna. Posljednji u toj rušilačkoj seriji velikih zemljotresa dogodio se 1667. godine, u blizini Dubrovnika, sa intenzitetom IX stepeni Merkalijeve (MCS) skale⁷. Ovaj zemljotres je razorio ne samo dubrovačku regiju, nego i značajan dio naselja Boke Kotorske.

Katastrofalni zemljotres od 15. aprila 1979. godine, koji je sa IX stepeni MCS skale intenziteta, zahvatio cijelo crnogorsko primorje i značajan dio unutrašnjeg kopna, na području Glavnog grada Podgorica izazvao je izvjesna razaranja koja su djelimično i danas vidljiva na tom području, što će biti detaljnije analizirano u narednom tekstu.

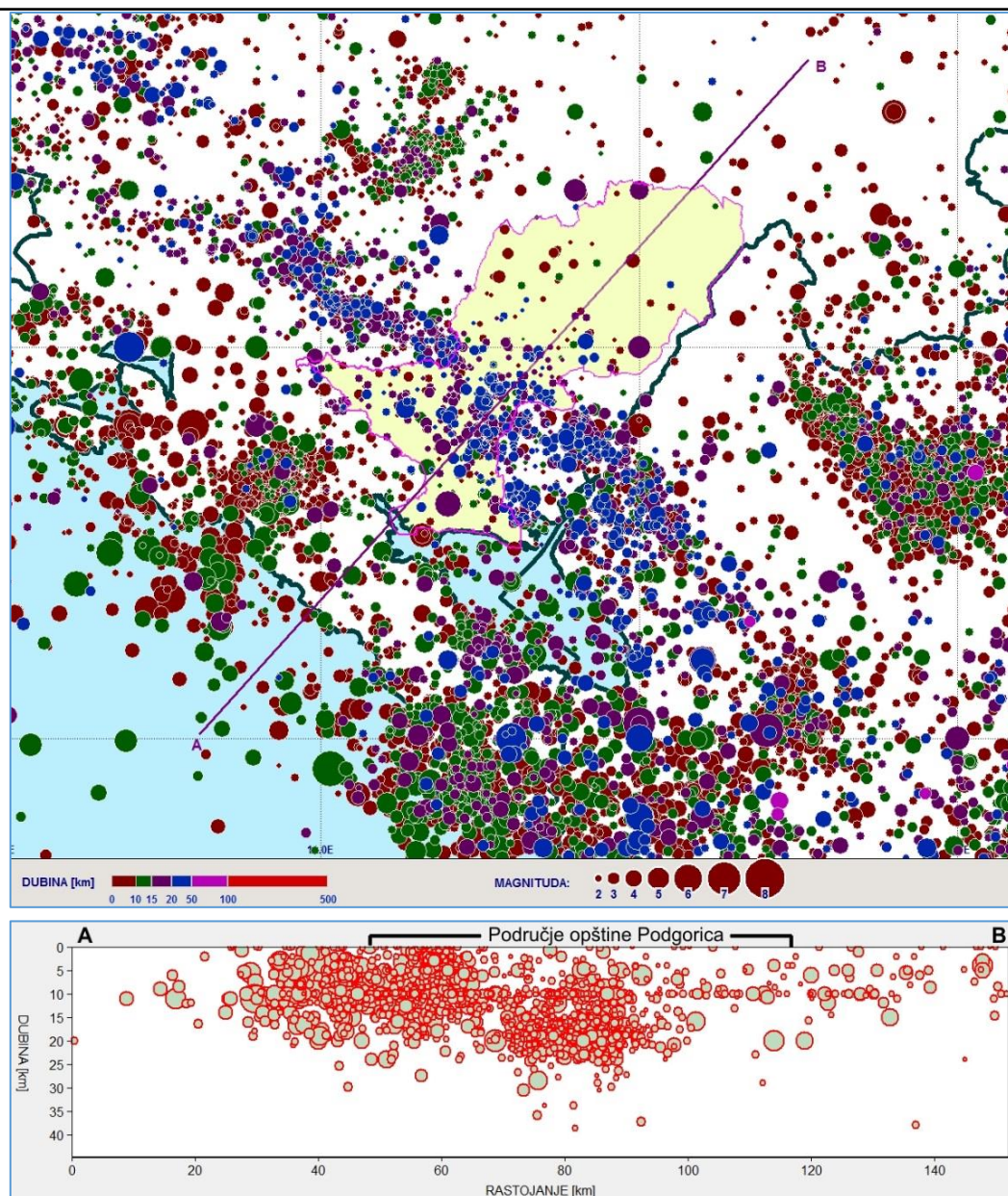
Dugoročna statistička analiza za ovaj dio Balkana, sa vrlo visokom dozom vjerovatnoće ukazuje da praktično svaka generacija, nažalost, ima veliku šansu da doživi bar jedan razoran zemljotres u svom vijeku.

Karakter i intenzitet seizmičke aktivnosti na prostoru južnih Dinarida ilustrativno izražava karta epicentara zemljotresa koji su se dogodili u periodu od XV vijeka do sredine 2022. godine u ovom regionu (slika 4). Na ovoj karti, za period od početka XX vijeka, pa do 1982. godine, prikazani su samo jači zemljotresi, sa magnitudom iznad 3.5 (Rihterovih jedinica⁸), dok je za interval 1983. - 2022. godina prikazana seizmička aktivnost iznad magnitude 2,0.

⁷ Za opisivanje i kvantifikaciju intenziteta zemljotresa, tokom seizmološke historije razvijeno je više seizmičkih skala. Prvu profesionalnu, tada široko prihvaćenu skalu intenziteta, konstruisali su i publikovali zajedno dva istraživača - Fransa Forel i De Rosi, poznatu kao Rosi-Forelova (R-F) skala intenziteta. Nedugo poslije toga, Giuseppe Mercalli je 1902. godine objavio novu skalu, nakon čega je 1921. godine publikovana tzv. MCS (Merkali-Kankani-Ziberg, odnosno Mercalli-Cancani-Sieberg) skala sa 12 podeoka. Za područje SAD 1931. godine, modifikovanjem MCS skale radi specifičnosti određenih tipova konstrukcija na tom prostoru, razvijena je tzv. Modifikovana Merkalijeva skala (MMI - Modified Mercalli Intensity Scale), takođe dvanaestostepena, koja je i danas u upotrebi na tom prostoru, ali i u nekim drugim državama. Od 1964. godine u SSSR-u i dijelu evropskih država korišćena je i skala MSK-64 (Medvedev-Sponhauer-Karnik) koja je utvrđena u Institutu fizike Zemlje, SSSR i koja je 1981. godine unaprijeđena u novu verziju - MSK-81 Nakon naredne modifikacije (MSK-93) ova skala je korišćena kao evropska makroseizmička skala - do 1998. godine, kada je koncipirana vrlo detaljna, nova evropska skala makroseizmičkog intenziteta, kratko nazvana EMS-98 (evropska makroseizmička skala) koja se danas intenzivno koristi u gotovo svim zemljama Evrope, ali i širom svijeta. U Japanu se koristi posebna japanska skala intenziteta (JMA - Japan Meteorological Agency) sa 7 stepeni.

Zbog diskretne (cjelobrojne) definicije skala intenziteta, treba naglasiti da ne postoje egzaktnije relacije za njihovu međusobnu konverziju, ali je u brojnim stručnim radovima izvedena njihova korelacija, koja ukazuje da se može prihvatiti da su sve (savremene) dvanaestostepene seizmološke skale (MCS, MSK-64, MMI i EMS-98), u domenu tačnosti njihove definicije, u intervalu intenziteta između V i X stepeni, međusobno korelabilne (na primjer: Musson et al., 2010, Grünthal 1998).

⁸ Magnituda zemljotresa je internacionalni termin koji označava relativnu mjeru (kao neimenovani broj) oslobođene energije u žarištu (hipocentru) zemljotresa. Prvi je definisao i numerički izrazio seizmolog Čarls Rihter (Charls Richter) 1935. godine, pa se njemu u čast osnovni oblik magnitude naziva Rihterova magnituda i označava sa ML (sa indeksom L koji indicira tzv. lokalni tip magnitude). Magnituda tipa Mw je tzv. moment magnituda, izvedena iz vrijednosti sračunatog seizmičkog momenta zemljotresa u procesu određivanja mehanizma žarišta tzv. metodom centroidnog momenta tenzora (CMT) kao apsolutna mjera oslobođene energije - kroz emisiju seizmičkih talasa, na tzv. spektralnom nivou nulte frekvencije. Moment magnituda je empirijski povezana sa Rihterovom (lokalnom) magnitudom ML na osnovu odgovarajućih relacija karakterističnih za specifičnu (nacionalnu) mrežu seizmoloških stanica.



Slika br.2.3. Distribucija epicentara jačih zemljotresa na teritoriji Crne Gore i neposrednog okruženja, na osnovu Kataloga zemljotresa koji obuhvata period od prethodnih 550 godina (do sredine 2022. godine). Donji dio slike prikazuje vertikalni profil hipocentara duž linije naznačene ljubičastom bojom na karti (A-B), koji se pruža preko teritorije Glavnog grada Podgorica, indikujući da se dubine žarišta svih aktivnih seizmogenih zona nalaze unutar zemljine kore, pretežno do dubine od 25 km (sa prosječnom vrijednošću od 8.5 km). Profil obuhvata hipocentre do rastojanja od 20 km sa obje strane profila.

Sa slike 2.3 je uočljivo da je najveći dio prostora južnih Dinarida prekriven seizmičkim žarištima. Međutim, ova žarišta se karakterišu vrlo različitim stepenom seizmičkog potencijala. Takođe se može uočiti da je dominantni dio seizmičke aktivnosti lociran u kopnenom i uskom priobalnom dijelu Crne Gore, kao i ostalog dijela Jadrana, dok se centralni dio jadranske mikroploče u zoni južnog dijela Jadrana manifestuje praktično aseizmično. Ova pojava se može tumačiti prisustvom veoma debelog sedimentnog kompleksa u južnojadranskom basenu (gdje sedimenti mjestimično dostižu debljinu i preko 20 kilometara), ali i prisustvom krute, relativno debele bazaltne ploče u zoni dubokog dijela Jadranskog mora, što je utvrđeno interpretacijom anomalnog ponašanja longitudinalnih seizmičkih talasa u ovom dijelu litosfere (Glavatović, 1988).

Podužni profil sa položajem hipocentara (u pojasu širokom 30 km) na donjem dijelu slike 3, takođe prikazuje vrlo visok stepen seizmičke aktivnosti u zoni u kojoj je pozicionirana teritorija Glavnog grada Podgorica. Ovaj profil takođe ukazuje da se praktično cjelokupna seizmička aktivnost u Crnoj Gori i njenom dijelu podmorja, realizuje unutar zemljine kore (koja je u toj zoni prosječno debela oko 40 km /npr. Glavatović, 1988./), odnosno da se u

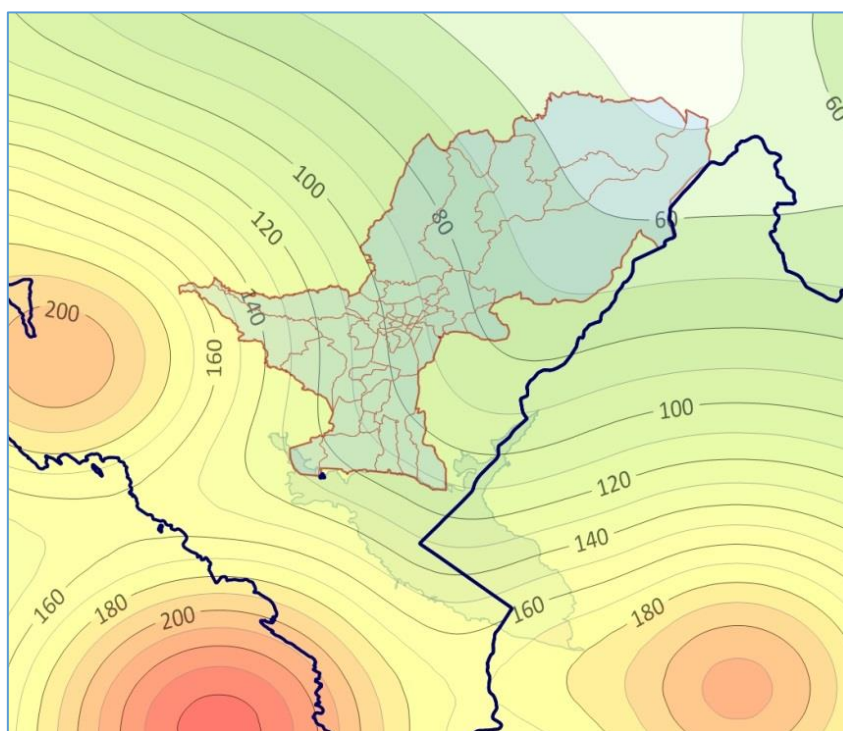
tom regionu ostvaruju isključivo tzv. plitki zemljotresi, koji svakako potencijalno nanose znatno veće dejstvo na konstrukcije od zemljotresa sa dubljim hipocentrima.

Seizmičnost Crne Gore karakterišu brojna autohtona seizmogeno žarišta, ali i veći broj seizmogenih zona cijelog zapadnog Balkana, posebno ona sa prostora južne Hrvatske, Hercegovine, sjeverne Albanije i južne i jugozapadne Srbije. Kao izrazito seizmički aktivan prostor Crne Gore treba svakako apostrofirati seizmogene zone oko Ulcinja i Bara, Budve i Brajića, kao i Boke Kotorske, ali i neposrednu okolinu Berana, cio region Skadarskog Jezera, Zetsko-Bjelopavličku ravnicu, kao planinski masiv Maganika itd.

Kvantifikaciju efekata istorijske seizmičnosti na području Glavnog grada Podgorica, moguće je izraziti kroz analizu maksimalnih vrijednosti intenziteta zemljotresa koji su se manifestovali na tom prostoru, odnosno ekvivalentno - maksimalnih vrijednosti horizontalnog ubrzanja tla nastalih prilikom dejstva naj snažnijih zemljotresa u širem, seizmički uticajnom regionu, generisanih tokom prethodnih nekoliko stotina godina.

Za potrebe takve ocjene nivoa seizmičke aktivnosti na teritoriji Glavnog grada Podgorica i seizmički uticajnog okruženja, na slici br.2.4 su prikazana maksimalna dejstva zemljotresa tokom prethodnih pet vijekova, u obliku maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla, koja su sračunata na osnovu svih evidentiranih zemljotresa u širem regionu (slika 3). Sa ovog priloga je moguće utvrditi da je područje Glavnog grada Podgorica tokom navedenog perioda vremena bilo izloženo oscilacijama tla pri dejstvu zemljotresa – sa maksimalnim vrijednostima ubrzanja od 150 do 260 cm/s^2 (odnosno između 15 i 26 % od ubrzanja sile teže g). Na osnovu karakteristika izolinija ubrzanja lako je zaključiti da je lokalna seizmičnost koja je generisana u seizmogenim zonama Boke Kotorske i jadranskog podmorja u blizini budvanske obale, određuje seizmički režim na području Glavnog grada.

U proračunu je korišćena grupa od pet empirijskih relacija za maksimalno horizontalno ubrzanje na čvrstom tlu ($V_{S30} \geq 800 \text{ m/s}$), za koju je njihova intenzivna praktična primjena na teritoriji Crne Gore i okruženja tokom poslednjih 10 godina pokazala vrlo kvalitetnu korelaciju sa opserviranim vrijednostima tog parametra u ovom regionu. Taj kriterijum su zadovoljile empirijske relacije: Akkar and Bommer 2010, Ambraseys et al., 2010, Berge-Thierry 2003, Joyner and Boore 1981 i Glavatovic 1985. Prikazani rezultat proračuna na slici br.2.5 predstavlja aritmetičku sredinu nezavisno sračunatih vrijednosti ubrzanja na osnovu navedenih pet empirijskih relacija.



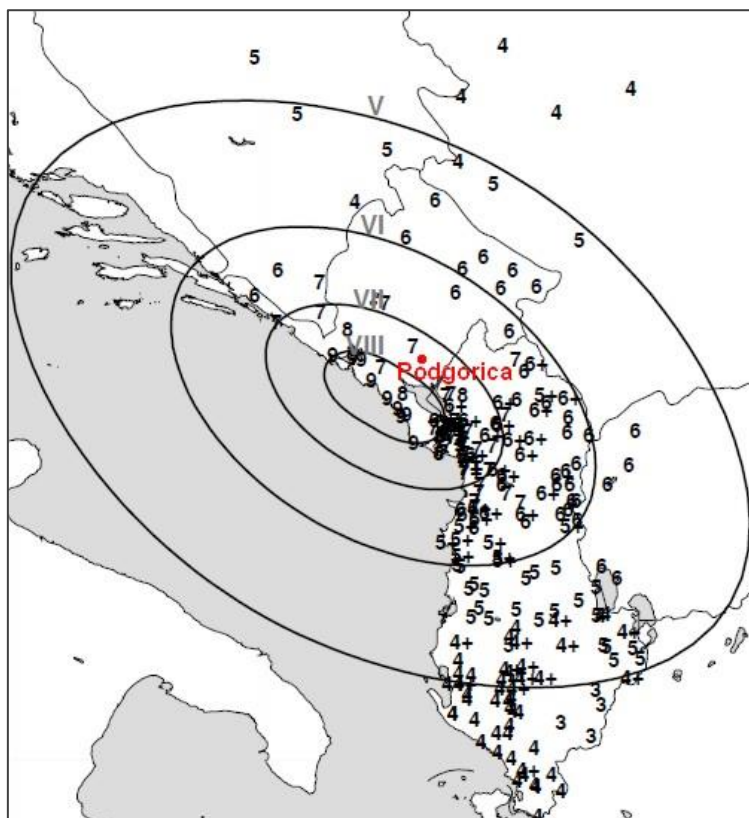
Slika br.2.4. Sračunate maksimalne vrijednosti horizontalnog ubrzanja tla na čvrstom tlu za područje Glavnog grada Podgorica i šireg okruženja, na osnovu svih dogođenih snažnih zemljotresa tokom prethodnih deset vijekova na širem, seizmički uticajnom području Glavnog grada Podgorica. Raspon ovih ubrzanja, kao objektivnog kvantitativnog opisa istorijske seizmičnosti, kreće se u širokom dijapazonu - od 50 cm/s^2 na sjeveru ove opštine do 160 cm/s^2 na njenom krajnjem jugu.

Diskutovana, ukupna seizmička aktivnost šireg regiona i nezavisno utvrđene maksimalne vrijednosti ubrzanja tla i intenziteta zemljotresa, koje su po svojim amplitudama međusobno kompatibilne, potvrđuju već konstatovani stav da je teritorija Glavnog grada Podgorica smještena u reonu intenzivne seizmičnosti, odnosno visokog seizmičkog hazarda, a posebno njen južni dio. Očigledno je da seizmičnost ovog reona potiče kako od lokalnih seizmogenih zona, tako i od udaljenih žarišta sa visokim seizmogenim potencijalom.

2.2.1 Efekti katastrofalnog zemljotresa od 15. aprila 1979. godine na teritoriji Glavnog grada Podgorica

Zemljotres iz 1968. godine, sa intenzitetom od VII stepeni Merkalijeve skale, sa epicentrom u zaleđu Bara, nije nanio velika razaranja, ali je praktično nagovijestio najsnažniji zemljotres u XX vijeku na cijelom prostoru južnih Dinarida. To je bio katastrofalni zemljotres od 15. aprila 1979. godine, u 07 časova 19 minuta, sa magnitudom Mw 7.0 jedinica Rihterove skale, trusna katastrofa koja je bila razornija od bilo koje - više vjekova unazad na ovim prostorima. Zemljotres sa intenzitetom devet stepeni Merkalijeve skale, zahvatio je cijelo crnogorsko primorje i sjevernu Albaniju, prouzrokujući brojne ljudske žrtve i velika materijalna razaranja

Epicentar ovog katastrofalnog zemljotresa nalazio se u Jadranskom moru, između Ulcinja i Bara, na udaljenosti od 14 kilometara od obale. Do kraja 1980. godine (do kada je trajala naknadna seizmička aktivnost u ovoj epicentralnoj zoni) u epicentralnom području koje je pokrilo značajan dio crnogorskog podmorja i priobalja (slika br.2.5) registrovano je 93 jaka naknadna zemljotresa sa magnitudom iznad 4 Rihterove jedinice, preko 500 zemljotresa sa magnitudom između 3.5 i 4.0, kao i preko 50.000 slabijih potresa, nanoseći dodatna razaranja građevinskim objektima.



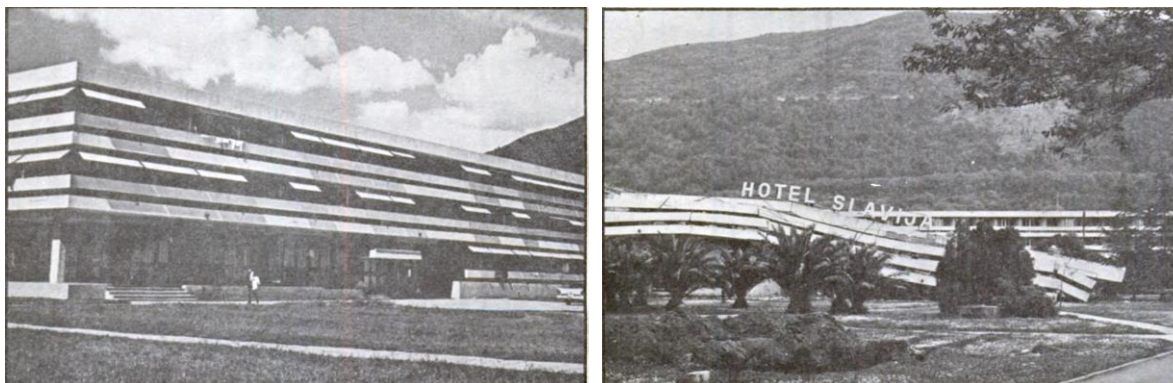
Slika br.2.5. Izoseiste zemljotresa od 15. aprila 1979. na crnogorskom primorju, sa magnitudom Mw 7.0 sa izraženom elongacijom u pravcu pružanja Dinarida. Pleistoseista IX (izoseista sa maksimalnim intenzitetom) ovog zemljotresa obuhvatila je praktično cijelo crnogorsko priobalje. Numeričke vrijednosti izražavaju intenzitet ovog zemljotresa, izražen u MCS skali. Na teritoriji Glavnog grada Podgorice, ovaj zemljotres se manifestovao pretežno sa intenzitetom od VII jedinica MCS skale.

U ovom zemljotresu, život je izgubila 101 osoba u Crnoj Gori i 35 u Albaniji. Više od 1.000 ljudi je povrijeđeno, a oko 80.000 je ostalo bez doma. Zemljotres se osjetio čak na udaljenosti od 900 kilometara, dok su štete bile

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

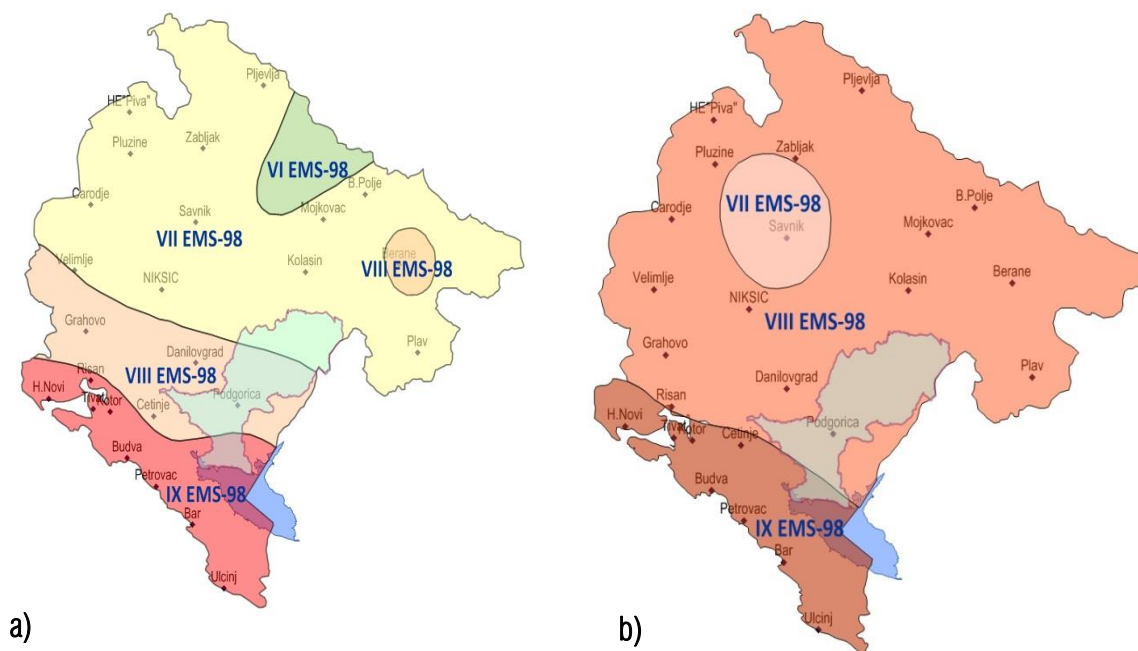
ograničene na Crnu Goru i sjevernu Albaniju, odnosno na prostor – po dužini od oko 100 kilometara – između Herceg-Novog na sjeveru i Skadra na jugu i po širini – oko 25 kilometara obalnog pojasa i zaleđa.

Posebno su teško stradali gradovi: Ulcinj, Bar, Petrovac, Budva, Tivat, Kotor, Risan i Herceg Novi, a razoreno je i 250 drugih naselja (slika br.2.6). Direktna materijalna šteta prouzrokovana zemljotresom je tada procijenjena na 4.5 milijarde američkih dolara, što je na današnjem nivou ekvivalentno vrijednosti od preko 16 milijardi dolara (s obzirom na zvaničnu kumulativnu inflatornu stopu).



Slika br.2.6. Hotel Slavija u Budvi: prije (gore) i poslije (dolje) zemljotresa od 15. aprila 1979. godine sa magnitudom ML 7.0. (EERI, 1980).

Tom prilikom je bio uništen ogroman dio modernih hotelskih kapaciteta u regionu, oštećena su 53 zdravstvena objekta, 570 objekata socijalne i dječije zaštite, 240 školskih objekata. Posebno su stradali kulturno-istorijski spomenici (manastiri, crkve, muzeji). Velike štete su konstatovane i na putnoj mreži – oštećeno je oko 350 km magistralnih i 200 km regionalnih puteva. Jedna od specifičnih manifestacija oštećenja tla izazvana zemljotresom bile su pojave likvefakcije (tečenja tla), klizišta i odroni.



Slika 2.7. a) Karta seizmičke reonizacije Crne Gore, sa vrijednostima očekivanih maksimalnih intenziteta zemljotresa Crne Gore (1982); b) Privremena seizmološka karta SFRJ (dio za Crnu Goru), 1987. Područje Glavnog grada Podgorica naznačeno je zasjenčenom površinom.

U tom periodu izrađena je i Karta seizmičke reonizacije Crne Gore (1982. godine) u projektu *Seizmička reonizacija Crne Gore* (slika br.2.7), koja izražava očekivane maksimalne intenzitete zemljotresa u uslovima tzv. srednjeg tla⁹

⁹ Srednje tlo u Crnoj Gori je deklarirano u projektu *Seizmička reonizacija Crne Gore (1982. godine)* kao sedimentni geološki kompleks koji gradi karbonatna i flišna formacija, sa brzinom transversalnih seizmičkih talasa preko 700 m/s i ukupnom debljinom preko 30 metara.

u povratnom periodu od 100 godina. Na osnovu te karte, područje Glavnog grada Podgorica se prostire u tri zone: krajnji južni dio Glavnog grada je u zoni IX stepeni po evropskoj Makroseizmičkoj skali EMS-98 skali (u nastavku će za ovu skalu biti korišćen skraćena kratica - EMS), središnji dio Glavnog grada pripada zoni od VIII stepeni EMS-98 i krajnji sjeverni – nalazi se zoni VII stepeni EMS-98 skale.

U projektu koji je realizovala Zajednica za seizmologiju SFRJ ((1987. godina), izrađena je i grupa karata (tzv. privremenih karata) za različite povratne periode vremena (od 50 do 10.000 godina) koje prikazuju očekivane maksimalne intenzitete zemljotresa u određenom povratnom periodu vremena. Karta na slici 7b predstavlja jedan od rezultata tog projekta – za povratni period od 500 godina, koja je bila dio seizmičkih propisa (“Tehnički normativi za izgradnju objekata u seizmičkim uslovima”, 1980.) do 2021. godine. Na toj karti samo krajnji južni dio Glavnog grada Podgorica se nalazi u zoni od IX stepeni EMS-98, dok je ostatak teritorije Glavnog grada u zoni od VIII stepeni EMS skale.

Navedeni podaci o očekivanom maksimalnom intenzitetu zemljotresa na području Glavnog grada Podgorica, saglasni su sa dogođenim scenarijom koji je generisao zemljotres koji se dogodio 1. juna 1905. godine sa epicentrom u blizini albanskog grada Skadra (slika 26). Taj zemljotres je imao magnitudu Mw 6.4 jedinice, a pored velikih razaranja koja je izazvao u Skadru i okolnim naseljima, naneo je značajne štete na teritoriji Glavnog grada Podgorica, koje su ocijenjene sa intenzitetom od VIII stepeni MCS skale (ili numerički ekvivalentne skale EMS skale).

2.2.2. Seizmotektonske karakteristike teritorije Glavnog grada Podgorica

Tangencijalni pritisci iz kontaktne zone Afričke i Evroazijske ploče, posebno iz prostora Apenina, prenose se preko jadranske mikro-ploče u oblast Dinarida - u smjeru sjevero-istoka. Koncentracija napona u stijenama litosfere Dinarida ostvarena je kompleksnim procesom kretanja segmenata litosfere u zoni jadranske mikro-ploče (u dijelu ispod sedimentnog kompleksa, obuhvatajući stijene kiselog i bazičnog sastava, sve do Mohorovičićeve granice) u smjeru poniranja subdukционе ploče Apenina - ka Tirenskom moru.

S druge strane, snažni bočni pritisak stvara debeli sedimentni kompleks Jadrana (sve do nivoa trijaskih klastita) opirući se horizontalnim deformacijama u regionu Jadrana i istovremeno izazivajući snažne tektonske procese u spoljašnjim i unutrašnjim Dinaridima. Kao rezultat ovakvih naprezanja, u stijenama ovog dijela terena se stvaraju horstovske i grabenske strukture, planinski masivi, tektonske potoline, rovovi, navlake, a posebno tektonski rasjedi koji na jugu imaju dominantno reversni karakter, dok se na sjeveru, u zoni durmitorske navlake, rasjedi karakterišu pretežno horizontalnim kretanjem rasjednih krila. Sistemi ovih rasjednih struktura gotovo redovno su orijentisani paralelno pravcu pružanja Dinarida. Često se karakterišu regionalnim dimenzijama, sa padnim uglom ka kopnu - od 20 do 50 stepeni u odnosu na horizontalnu ravan. Transkurentni rasjedi u (pretežno) unutrašnjim Dinaridima uglavnom se stvaraju u pravcu upravnom na prethodni, karakterišući se relativno malim dimenzijama i vrlo strmim nagibom rasjedne ravni.

Kompleksnom obradom podataka višegodišnjeg GPS osmatranja na nizu permanentnih stanica, ostvaruje se vrlo precizno praćenje mikropokreta segmenata zemljine kore, sa tačnošću boljom od jednog milimetra na godišnjem nivou (Glavatić i dr., 2011). Tako sračunati kinematski horizontalni vektori segmenata zemljine kore u uslovima relativnog fiksiranja apulijske platforme, koji predstavljaju rezultate višegodišnjeg permanentnog GPS osmatranja na većem broju stanica Crne Gore i okruženja prikazani su na slici br.2.8. Njihova orijentacija i intenzitet jasno ukazuju na generalne uzročnike geodinamičkih procesa u južnom Jadranu i Dinaridima – na subdukovanje jadranske mikro-ploče ispod Dinarida i Apenina ukupnom brzinom od oko 4 mm na godišnjem nivou i zatvaranju Jadrana, odnosno na međusobnu konvergenciju južnih Dinarida i Apenina tom brzinom. Ova geodinamička kretanja zatim rezultiraju seizmotektonskom reakcijom crnogorskog podmorja i priobalja s jedne strane, odnosno Apenina sa druge – stvarajući brojne tektonske rupture u kontaktnim zonama i produkujući snažne zemljotrese.

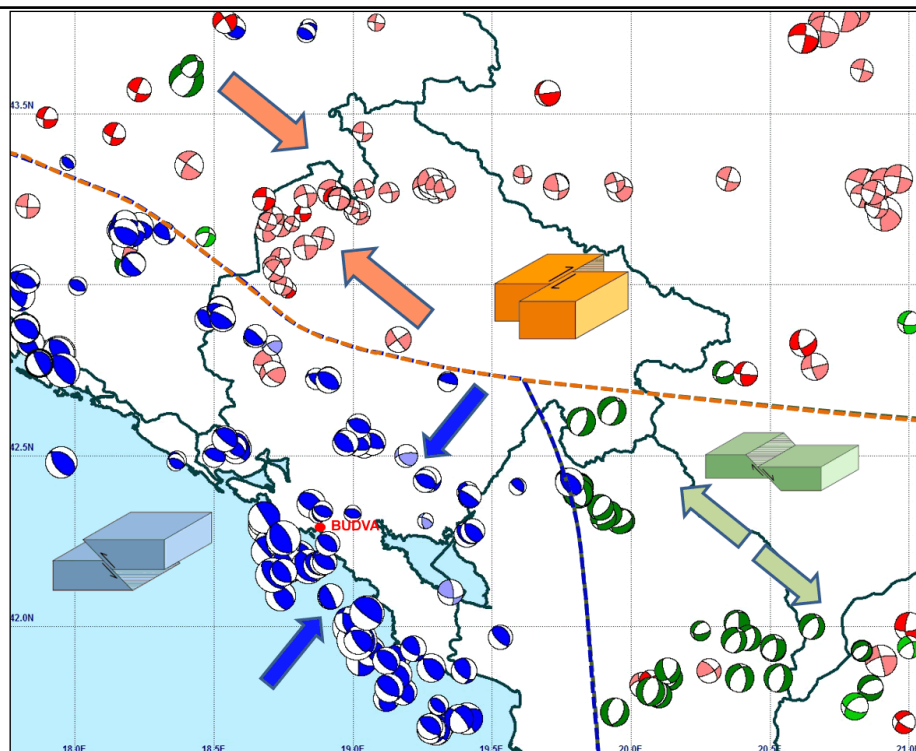


Slika br.2.8. Kinematski horizontalni vektori segmenata zemljine kore na prostoru Crne Gore i okruženja, u uslovima relativnog fiksiranja apulijske platforme, na osnovu višegodišnjeg permanentnog GPS osmatranja na većem broju stanica Crne Gore i okruženja, ukazuju na geodinamički proces subdukcije jadranske mikroploče ispod Dinarida i Apenina i njihovom međusobnom konvergencijom - ukupnom brzinom od oko 4 mm na godišnjem nivou (Glavatić et al., 2011).

Kao dalju posljedicu ovih aktivnih tektonskih procesa, tereni Glavnog grada Podgorica zadobili vrlo kompleksnu geološku i strukturnu građu. Sa aspekta tektonske reonizacije, ovo područje pripada tzv. regionalnoj rasjednoj strukturi koju čine naborni i razlomni tektonski oblici (slika 2.14). Od nabornih oblika su razvijene prevrnute antiklinale, čije ose imaju dinarski pravac pružanja i tonu prema jugoistoku, a jezgra su im izgrađena od anizijskih flišnih sedimenata. Od razlomnih oblika naročito su karakteristični regionalni rasjedi koji su, saglasno rezultatima geološkog kartiranja na kopnu i reflektivnih seizmičkih istraživanja ugljovodonika u podmorju (na primjer: Vučić i Glavatić, 2014), dominantno reversnog karaktera, sa pravcem pružanja sjeverozapad-jugoistok i intenzivnim navlačenjem u smjeru jugozapada (Mirković 1997).

Geotektonska jedinica Visoki krš navučena je na Budva-Cukali zonu, a ova je navučena na Parautohton (slika 9). Alpskom orogenezom, krajem paleogena, ona je stisnuta u sistem prevrnutih izoklinih nabora, koji su međusobno iskidani i razdvojeni lokalnim kraljuštima.

Za terene priobalne zone se može uopšteno reći da spadaju u najintenzivnije tektonski deformisane regione Crne Gore. Takođe, kao što je to prethodno opširnije diskutovano, po svojoj geološkoj strukturi, ovi tereni predstavljaju prilično kompleksno područje u jugoistočnom dijelu Spoljašnjih Dinarida (Tumač geološke karte 1:100.000, za listove listove: Titograd, Kotor, Bar, Gusinje, Ivangrad i Šavnik, 1971).



Slika br.2.9. Distribucija rješenja mehanizama žarišta zemljotresa na području Crne Gore i neposrednog okruženja: zone reversnih (južna zona), transkurentnih (sjeverni dio) i normalnih rasjeda (jugoistočni region) sa grafičkom ilustracijom odgovarajućeg tipa rasijedanja. Kružni simboli predstavljaju ortogonalne projekcije stanja napona u žarištu zemljotresa u momentu njegovog generisanja, pri čemu su četiri kvadranta različitog stanja napona razdvojeni projekcijama dvije nodalne (međusobno upravne) ravni koje reprezentuju potencijalne rasjedne ravni. Plavo obojeni segmenti simbola izražavaju kompresioni karakter napona i tipove tektonskog rasijedanja, crveni – kombinovani karakter napona sa transkurentnim tipom rasijedanja i zeleni – dilatacioni tip napona sa rezultujućim normalnim rasijedanjem.

Na slici 2.9 se može sagledati karakter mehanizama geneze (žarišta) zemljotresa, koji su utvrđeni na osnovu analize polariteta primarnih faza vertikalno polarisanih longitudinalnih seizmičkih talasa, kao i cijele talasne slike tzv. CMT¹⁰ metodom, koji su registrovani na velikom broju seizmoloških stanica Crne Gore i zemalja okruženja (Glavatović, 2019). Kružni simboli na ovoj karti standardizovanim oznakama izražavaju dvojni karakter naponskog polja u žarištu – kompresioni i dilatacioni (koji dovodi do loma stijene u uslovima njene prenapregnutosti), dok boja simbola izražava pretežni tip rasijedanja. Na ovoj slici je lako uočljivo da su aktivni rasjedi u priobalju, podmorju i spoljašnjem dijelu cijelih Dinarida, gdje vlada dominantno kompresioni karakter tektonskog, odnosno geodinamičkog naponskog polja – gotovo isključivo reversnog karaktera. Ovoj zoni pripada i cijela teritorija Glavnog grada Podgorica.

Takođe, sa slike 9 se zapaža da i u sjevernim djelovima Crne Gore, kao i u sjeveroistočnom dijelu zapadnog Balkana, pretežno vlada kompresiono polje, koje na tim prostorima rezultira horizontalnim (transkurentnim) tipom rasijedanja. Dilataciono stanje naponskog polja, koje uslovljava dominantno normalni tip tektonskog rasijedanja, vlada samo na krajnjem istočnom dijelu Crne Gore (južno od Plava) kao i na cijelom istočnom dijelu Albanije.

Pravac dejstva kompresionog tektonskog polja je konsistentan na cijelom posmatranom području, saglasno rješenjima mehanizma žarišta zemljotresa prikazanih na slici 9, ukazujući na glavni pravac kompresije jugozapad – sjeveroistok, odnosno pravac koji je generalno upravan na pravac prostiranja Dinaride.

a) Seizmogeni model regiona

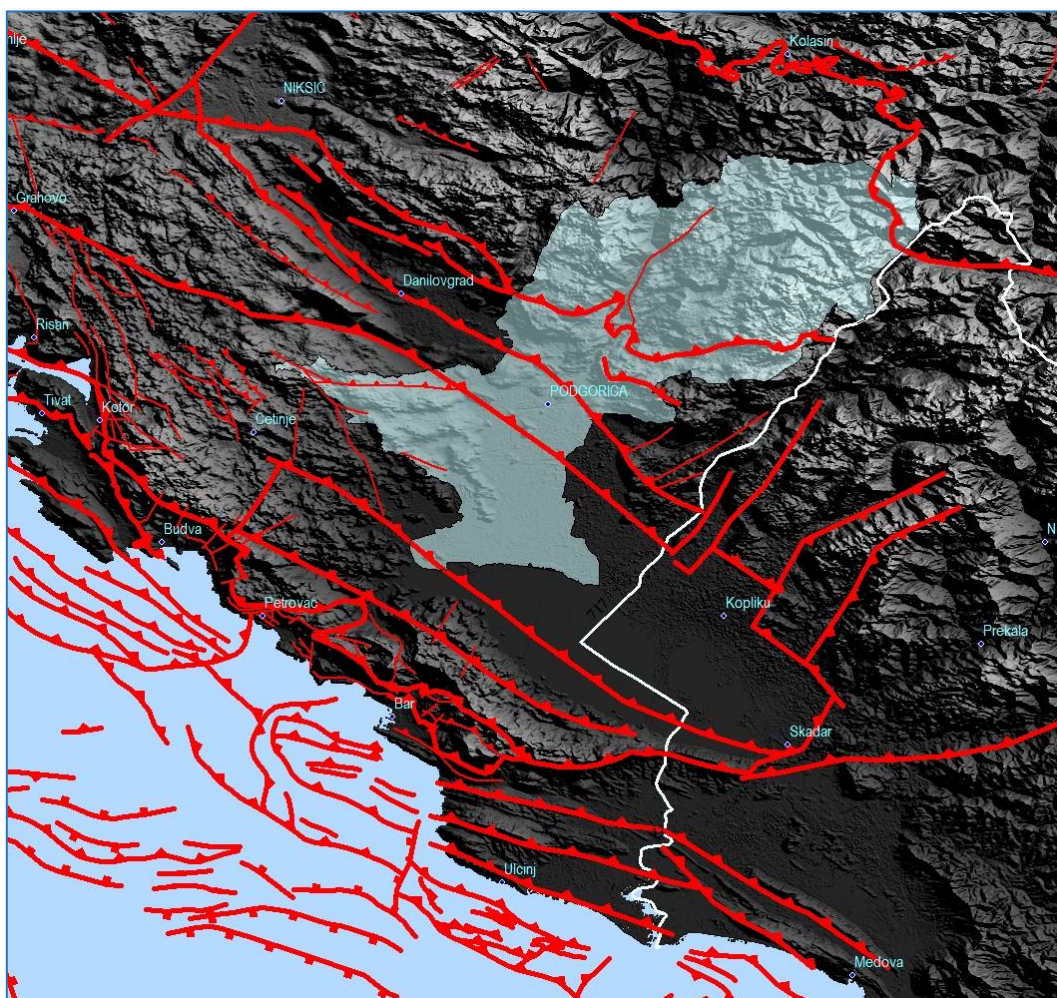
¹⁰ CMT je skraćenica od engleskog naziva numeričke metode „Centroid Moment Tensor“ koja se koristi za proračun tenzora naponskog polja u žarištu zemljotresa potpunom inverzijom seizmičke talasne slike seizmograma širokopojasnih seizmometara.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

U savremenom pristupu modelovanju seizmotektonskih procesa, koristi se i metoda numeričke analize promjene tzv. Kulonovog (Coulomb) napona stvorenog tektonskim procesima u zemljinoj kori u zoni aktivnih rasjeda, koji predstavlja jedan od kvalitetnih kriterijuma za bolje razumijevanje procesa događanja zemljotresa, kao i za pouzdanije izražavanje seizmičkog hazarda.

Po Kulonovom kriterijumu, lom u stijeni nastaje kada Kulonov napon prevaziđe specifičnu kritičnu vrijednost koja zavisi od veličine smičućeg napona na rasjednoj površini, pored pritiska tečnosti u stijeni i koeficijenta trenja na rasjednoj površini. Ova razmatranja se koriste za analizu stanja napona prije i nakon dogođenog loma stijene, dakle u fazi pripreme i događanja tektonskog zemljotresa u realnim uslovima, u cilju predviđanja daljih konsekvenci tog procesa, kao i analize seizmičkog hazarda. Analize promjene Kulonovog napona u brojnim konkretnim slučajevima, ukazuju da pored predikcije načina prostorne distribucije naknadnih zemljotresa, karakteristike ovog napona mogu da ukažu i na položaj budućih hipocentara glavnih zemljotresa.

Na osnovu distribucije regionalnih aktivnih tektonskih ruptura, utvrđenih na bazi geofizičkih (dubokih refrakcionih i reflektivnih seizmičkih) ispitivanja i višedecenijskih seizmoloških i geoloških istraživanja i ispitivanja, izrađena je karta regionalnih aktivnih tektonskih rasjeda Crne Gore (Vucic and Glavatic, 2014b i Glavatić 1997) koja je prikazana na slici br.2.10. Seizmotektonskom analizom i karakterizacijom tih podataka o rupturama, utvrđen je generalizovani seizmotektonski model teritorije Crne Gore, sa odgovarajućim parametrima geodinamičkih procesa utvrđenim u najnovijim seizmotektonskim istraživanjima (SHARE, 2010-2013).



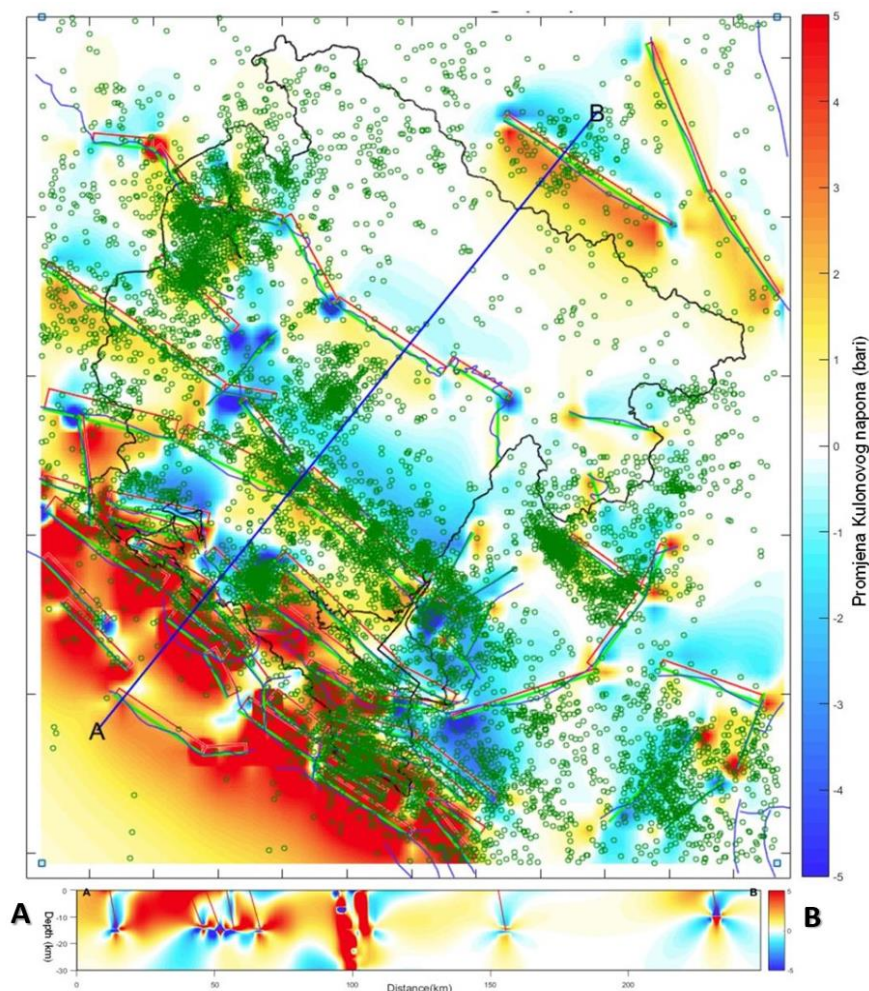
Slika br.2.10. Distribucija i karakter aktivnih tektonskih rasjeda na širem području Glavnog grada Podgorica, na osnovu rezultata geoloških istraživanja na kopnu i dubokih reflektivnih i refrakcionih seizmičkih ispitivanja u podmorju, kao i na bazi registrovane seizmičnosti.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Za potrebe sagledavanja aktuelnog stanja tektonskog napona u horizontalnoj ravni u stijenskim masama na seizmotektonskom modelu cjelokupnog sistema regionalnih rasjeda Crne Gore izvršena je analiza geodinamičke promjene tektonskog (Kulonovog) napona u zoni utvrđenih rasjeda (Shinji, 2011). Na slici br.2.11 prikazana je distribucija napona u ortogonalnoj projekciji u površinskoj zoni modelovanih rasjeda, kao i na vertikalnom presjeku do dubine od 30 km, na kojem se dobro uočava mehanizam tektonskih rasijedanja, gotovo isključivo sa reversnim tipom rasijedanja.

Saglasno značenju i definiciji Kulonovog napona, na toj slici se mogu uočiti zone povećanog i smanjenog napona, koje će najvjerojatnije u narednom periodu biti poprište manifestacije povećane seizmičke aktivnosti. Uočava se dobra korelacija distribucije intenzivne promjene polja Kulonovog napona i položaja hipocentara zemljotresa koji su se dogodili tokom prethodnih pet vijekova na istom prostoru, indicirajući na veliki aktuelni tektonski potencijal cijelog crnogorskog podmorja i priobalja.

Na osnovu izloženog razmatranja seizmotektonskih karakteristika šireg okruženja Glavnog grada Podgorica, može se izvesti generalni zaključak da je ta teritorija očigledno izložena vrlo intenzivnim seizmičkim dejstvima brojnih aktivnih seizmogenih procesa u okruženju, koji se odvijaju kroz duži geološki period. Realno je očekivati da će se i budući tektonski procesi seizmički manifestovati na sličan način kao u dokumentovanom seizmičkom periodu prethodnih deset vijekova, odnosno da će građevinski i infrasrukturani objekti na teritoriji Glavnog grada Podgorica biti izloženi visokom nivou seizmičkog hazarda, koji se generalno može izraziti intenzitetom zemljotresa od IX jednica MCS (odnosno EMS98) skale intenziteta u uslovima osnovne (čvrste) stijene.



Slika br.2.11. Sračunata promjena tektonskog (Kulonovog) napona uslijed aktivnih geodinamičkih procesa, na bazi seizmotektonskog modela – koja nastaje kao posljedica relaksacije tektonskih pritisaka kroz potencijalnu genezu zemljotresa na seizmički aktivnim rasjedima (Glavatović, 2019). Na vertikalnom presjeku terena (donji dio slike) dobro se uočava karakter tektonskog rasijedanja, gotovo isključivo sa reversnim karakterom.

Učestanost pojavljivanja zemljotresa, njihova vremensko-prostorna distribucija i jačina zemljotresa, uslovljene su seizmogenim karakteristikama žarišnih zona u kojima zemljotresi nastaju. Zbog toga se proučavanjem zakonitosti njihovog pojavljivanja u određenim regionima, uz primjenu statističkih metoda obrade podataka, mogu posredno proučavati i seizmogene karakteristike samih seizmo-aktivnih zona.

Kao osnovna pretpostavka pri statističkoj analizi elemenata seizmičkog režima određenog regiona, usvaja se stacionarnost procesa pojavljivanja zemljotresa, odnosno pretpostavlja se da je posmatrana prethodna seizmička aktivnost u regionu reprezentativna i za aktivnost u narednom periodu. Ovakva pretpostavka dozvoljava vremensku ekstrapolaciju utvrđenog seizmičkog režima i definisanje očekivane aktivnosti u odgovarajućem povratnom periodu vremena. Pri tome, dužina vremenskog intervala ekstrapolacije ne treba da bude veća od samog vremena opažanja stvarne seizmičke aktivnosti u regionu.

Sa statističkog stanovišta, sam proces pojavljivanja zemljotresa predstavlja jedan stohastički proces, odnosno matematički model datog fizičkog sistema, koji se mijenja u saglasnosti sa zakonima vjerovatnoće (Lomnitz 1976). Poasonov (Poisson) statistički model, koji se najčešće koristi pri obradi prostorno-vremenskih procesa, kao što je pojavljivanje zemljotresa i koji je korišćen u ovom Izvještaju, predstavlja diskretan stohastički proces koji izražava položaj pojedinačnog slučajnog događaja (u našem slučaju - zemljotresa) u vremenu. Na osnovu rezultata osmatranja stvarne seizmičke aktivnosti u predmetnom regionu, Poasonov proces omogućuje statističku predikciju karakteristika buduće seizmičke aktivnosti, relevantne za definisanje ukupnog seizmičkog hazarda na proučavanom području.

U dosadašnjoj praksi, proučavanje učestanosti pojavljivanja zemljotresa u određenom regionu, u zavisnosti od veličine magnituda zemljotresa ili proizvedenih maksimalnih intenziteta, bazirano je na empirijskom pristupu. Rezultati istraživanja pokazuju da je međusobna veza učestanosti pojavljivanja zemljotresa, s jedne i njihove magnituda ili intenziteta, s druge strane, logaritamskog tipa, odnosno da se najbolje izražava (Gutenberg-Rihterovom) relacijom oblika:

$$\log[N(M)] = a - b \cdot M$$

gdje je:

N - ukupan broj zemljotresa u određenom periodu vremena, sa magnitudom većom ili jednakom M;

a, b - konstante relacije - njihove numeričke vrijednosti uslovljene su seizmičkim režimom regiona.

Analizom tektonskog sklopa šireg regiona Glavnog grada Podgorica, može se zaključiti da postoji značajan seizmogeni potencijal prisutnih regionalnih, ali i lokalnih tektonskih formi, sudeći po njihovoj recentnoj aktivnosti i dimenziji (slika 11). Takođe, na osnovu istorijskih podataka o seizmičnosti ovog područja, može se konstatovati da očekivane maksimalne vrijednosti magnituda zemljotresa koje mogu biti generisane na neotektonskim rasjedima u centralnom i proiobalnom dijelu CrnGore, kao i crnogorskog podmorja, mogu dostići 7 jedinica Rihterove skale, što može rezultirati maksimalnim intenzitetima zemljotresa na području Glavnog grada Podgorica (u lokalnim uslovima tla) oko VIII stepeni MCS skale u uslovima osnovne (čvrste) stijene, a uz sadejstvo amplifikacionog faktora lokalnog tla, ukupan seizmički efekat na krajnjim južnim dijelovima terena ove Glavnog grada, može biti uvećan najmanje za jednu jedinicu te skale.

2.3. Seizmički hazard

Za procjenu seizmičkog hazarda danas se koriste dvije metodologije: deterministička analiza (Deterministic Seismic Hazard Assessment - DSHA) i probabilistička analiza (Probabilistic Seismic Hazard Assessment - PSHA). Kod determinističkih metoda karakteriše se maksimalni zemljotres koji može biti generisan određenim tektonskim rasjedom i može uticati na određeno mjesto ili datu strukturu. Sve promjenljive koje ulaze u proračune tretiraju se determinističkim pristupom, na osnovu pretpostavke da će buduća seizmičnost regiona biti identična istorijskoj seizmičnosti. Probabilističke metode, odnosno pristupi bazirani na principima teorije vjerovatnoće, uzimaju u obzir

sve moguće scenarije koji se mogu odigrati na lokaciji/regionu od interesa, a njihov stanje u prostoru, vremenu i veličini je slučajna promenljiva. Funkcija vjerovatnoće koja karakteriše vjerovatnoću događaja i njegove karakteristike povezuje svaki proces. Sve ove neizvjesnosti se uzimaju u obzir prilikom procjene seizmičkog hazarda i rezultat se opisuje kao slučajna veličina sa specifičnom distribucijom vjerovatnoće. Tačnije, probabilistička procjena seizmičkog hazarda sastoji se od procjene vjerovatnoće da u datom vremenskom periodu dođe do prekoračenja određenog nivoa parametra koji karakteriše kretanje tla.

Probabilističke metode su u seizmologiji našle široku primjenu u analizi seizmičkih procesa vezanih za pojavu fenomena zemljotresa i analizu kretanja tla. Ipak, i ove metode imaju i određena ograničenja. Na primjer, ekstrapolacija dobijenih rezultata za vremenske periode veće od onih obuhvaćenih postojećim istorijskim podacima, ili za magnitude veće od onih koje su korišćene u analizi, mogu proizvesti pogrešne rezultate u slučaju nedovoljnosti podataka. Drugo ograničenje se primjećuje kada posmatrani procesi ne zadovoljavaju hipotezu koja je zasnovana na relevantnim probabilističkim modelima, kao što su Poasonov karakter procesa, njegova stacionarnost itd.

Bez sumnje, među metodama koje se danas koriste za procjenu seizmičkog hazarda, najrasprostranjeniji je probabilistički pristup. Osnovni koraci za implementaciju PSHA su (Kramer, 1996):

- Identifikacija i karakterizacija seizmičkih izvora, pri čemu svaki izvor treba da odgovara distribuciji vjerovatnoće koja opisuje pojavu zemljotresa u bilo kojoj tački unutar tog izvora. Definicija zonalnih izvora zasniva se na procjeni seizmotektonskog okvira, na uočenoj seizmičnosti u prošlosti, kao i na razmatranjima stacionarnosti seizmičke aktivnosti u vremenu i prostoru.
- Karakterizacija seizmičnosti unutar svake izvorišne zone, što znači određivanje relacije učestanost-magnituda, kao i maksimalne moguće magnitude za svaki seizmički izvor.
- Definisane adekvatnog modela za predikciju relevantnog parametra kretanja tla koji opisuje atenuaciju amplitude seizmičkog talasa (ubrzanje, brzina, spektralne ordinate, itd.) kao funkciju magnitude, uslova tla, mehanizma rasjeda) od rastojanja tačke posmatranja, itd.
- Procjena vjerovatnoće da određeni nivo bilo kog parametra kretanja tla može biti prevaziđen u određenom vremenskom periodu, uzimajući u obzir slučajnu prirodu zemljotresa i nesigurnosti povezane sa njihovom veličinom i položajem, kao i kretanje tla koje ih generiše.

Brojne geološke studije pokazuju da se karakteristični zemljotresi u opsegu rijetkih događaja sa velikim magnitudama, manifestuju češće nego što bi se moglo očekivati po Gutenberg-Rihterovoj (G-R) relaciji. Da bi se ovaj fenomen prevazišao, predložena je složenija rekurentna funkcija, takozvani karakteristični zakon zemljotresa. Rekurentna relacija čini okosnicu PSHA pošto obezbjeđuje instrument za predviđanje rijetkih, destruktivnih, snažnih zemljotresa, na osnovu podataka posmatranja malih, češćih zemljotresa. Vodeće hipoteze obezbjeđuju da relacija bazirana na istorijskim podacima, omogućujući što objektivnije predviđanje budućih seizmičkih događaja.

Kvalitetan katalog zemljotresa je osnovni preduslov za bilo koju vrstu procjene opasnosti od zemljotresa. Nažalost, čak i najbolji katalozi sežu oko hiljadu godina u prošlost i to samo za najrazornije događaje. Problem pouzdanosti kataloških podataka koji se odnose na istorijske zemljotrese, takođe je važno pitanje.

Probabilistička procjena seizmičkog hazarda se u velikoj mjeri oslanja na pretpostavku da je seizmičnost u prošlosti reprezentativna za buduću zemljotresnu aktivnost u regionu. Ovaj stav bi trebalo da važi u svim aspektima: relaciji magnituda-učestanost, prostorna distribucija žarišta, mehanizmi žarišta, vremenska distribucija, itd. i trebalo bi da budu stacionarni u vremenu, pružajući osnovu za ekstrapolaciju u budućnost.

U slučaju seizmičke ocjene hazarda, krše se skoro svi preduslovi za primjenu ekstrapolacije – vremenski raspon podataka (kataloga) je često kraći od prosječnih povratnih perioda velikih zemljotresa, katalogi su daleko od homogenosti (u vremenu, prostoru i magnitudi), zemljotresi se ne povinuju Poasonovom modelu (prethodni i naknadni zemljotresi), a sama seizmičnost nije stacionarna.

Najznačajnija istraživanja seizmičnosti u regionu realizovana su u tzv. Balkan projektu 1970.-ih godina (Proučavanje seizmičnosti Balkanskog regiona) što je rezultiralo autoritativnim i reprezentativnim katalogom za region Balkana (Shebalin V. i dr. 1974), koji i danas pruža – posebno njegov istorijski dio – osnov za sva ozbiljna istraživanja seizmičnosti. Isti autor je sastavio katalog za JI Evropu za period od 342. prije nove ere do 1990. godine nove ere. Takođe, vrlo su korisni Karnikovi evropski katalogi objavljeni 1968. i 1971. godine (Karnik 1968. i Karnik 1971.). U nedostatku nedavnih lokalnih podataka o zemljotresima, katalogi se često dopunjuju globalnim katalogima koje održavaju brojne seizmološke agencije, npr. NEIC, ANSS ili ISC.

Nakon integrisanja svih parcijalnih kataloških podataka o zemljotresima za potrebe realizacije BSHAP projekta, a zatim za potrebe izrade Nacionalnog aneksa Crne Gore za Eurokod MEST EN1998-1, formiran je jedinstveni, reprezentativni katalog zemljotresa za prostor Crne Gore i seizmički uticajnog regiona. Primijenjeni su svi dostupni podaci seizmoloških agencija iz okolnih zemalja, kao i podaci sa javno dostupnih baza. atim je izvršena analiza kompletnosti kataloga zemljotresa za postavljene granične magnitudo za cijeli region.

Poznavajući interval kompletnosti za svaku klasu magnitudo, vrijednosti b i normalizovani referentni stepen aktivnosti (N_r), analizirani su parametri Gutenberg-Richterove relacije, primjenom metode maksimalne vjerovatnoće. Ista procedura je primijenjena za sve podatke za svaki čvor u mreži (5×5 km) koja pokriva čitavo područje Crne Gore i seizmički uticajnog regiona. Zatim je utvrđen obrazac prostorne kompletnosti kataloga i izračunata geografska distribucija b -vrijednosti, kao i stopa aktivnosti za prag magnitudo 3.0.

2.3.1. Procjena seizmičkog hazarda

U procesu probabilističke procjene seizmičkog hazarda, pored kompletnosti kataloga zemljotresa obično je problematičan i zahtjev za specificiranje zona seizmičkih izvora.

Za taj zahtev je često potrebna ekspertiza nezavisnih grupa stručnjaka kako bi se stvorili različiti modeli seizmičkih izvora koji su u mnogim slučajevima previše subjektivni. Naime, srednja godišnja stopa seizmičke aktivnosti varira od jedne tačke do druge i ona je u funkciji geografskog položaja. U kontekstu metode zona seizmičkih izvora, svaka od njih je povezana sa jedinstvenom, konstantnom stopom seizmičke aktivnosti unutar zone, izraženom u smislu srednjeg godišnjeg broja događaja koji premašuju graničnu magnitudu unutar zone. Pretpostavka da je seizmičnost unutar seizmičke zone ujednačena, često je u suprotnosti sa prostornom distribucijom epicentra zemljotresa. Naprotiv, ova geometrija izgleda strukturirana i može se okarakterisati fraktalnom distribucijom.

Iz tog razloga, tzv. pristup bez zona (zoneless) i danas dobija sve veći značaj u studijama seizmičkog hazarda (Frankel, 1995; Woo, 1996; Crespo i Martin, 2002; Martin et al., 2002; Nacionalni program seizmičkih karata opasnosti u SAD, USGS 1996, 2002-2003, 2008). Ovdje se stopa seizmičnosti smatra prostornom slučajnom promenljivom, ali ne konstantnom unutar različitih seizmotektonskih zona. Metode bez zona djeluju izvan koncepta seizmotektonskog zoniranja i izbjegavaju sve subjektivizme u ograničavanju zona seizmičkog izvora. Metoda predstavlja konsolidovanu alternativu za procjenu seizmičkog hazarda i zasniva se na modelima seizmičke aktivnosti koji proizilaze direktno iz kataloga zemljotresa.

Između različitih probabilističkih metoda bez zona u upotrebi, u proračunu hazarda za područje Crne Gore korišćena je tzv. metodologija glatke mreže (smoothed-gridded methodology) koju je razvio Frankel (1995) i koja je uspješno korišćena u regionalnom projektu BSHAP (2011). Inače, ovo je i zvanična metoda za procjenu seizmičkog hazarda

u SAD. Metoda i dalje prati osnovni pristup koji je ustanovio Kornel 1968. godine (Cornell 1968), ali bez potrebe razgraničavanja seizmičkih izvora.

Mrežni modeli seizmičnosti su zasnovani na istorijskim zemljotresima i uzimaju u obzir očekivanje da će se budući jaki, razorni zemljotresi dogoditi u blizini prethodnih, slabijih i umjerenih zemljotresa (Frankel, 1995). Primjena ujednačene pozadinske zone obuhvata mogućnost pojave buduće slučajne seizmičnosti u oblastima bez istorijske seizmičnosti i uspostavlja podlogu za proračun seizmičkog hazarda. Posebne zone dozvoljavaju lokalnu promjenljivost u karakteristikama seizmičnosti unutar zone (na primer, promjene u b-vrednosti, promjene maksimalne magnitude i karakteristike uniformne seizmičnosti). Ovi modeli su kombinovani da bi se obuhvatio skup potencijalnih zemljotresa koji mogu uticati na lokaciju.

Stope seizmičnosti se određuju prebrojavanjem zemljotresa u svakoj ćeliji mreže i prilagođavanjem za potpunost, utvrđujući maksimalne vjerovatnoće lokalne stope seizmičnosti (Frankel, 1995). Dvodimenziona prostorna Gausova funkcija se zatim koristi za glačanje utvrđenih stopa seizmičnosti. Izbor parametara glačanja (korelacione udaljenosti) zasniva se na procjeni nepouzdanosti lokacije zemljotresa i prostornim trendovima uočenim u istorijskoj seizmičnosti. Rezultujuća „ λ -mreža“ daje godišnju stopu zemljotresa čija magnitude je veća ili jednaka donjoj granici magnitude iz kataloga zemljotresa. Frankelov metod su poboljšali Lapajne i saradnici (1997, 2003), uključujući u proračun seizmotektonske karakteristike regiona.

Na području Boke Kotorske u Crnoj Gori i neposrednom okruženju, evidentirana je specifičnost seizmogenog karaktera i nedovoljno dobro istorijski dokumentovani snažni zemljotresi, koji su se događali tokom prethodnih pet vijekova. Zbog toga nije bilo moguće istorijsku seizmičnost reprezentovati opisanim metodom bez zona, te je za to područje izrađen i primijenjen poseban deterministički pristup na osnovu detaljne analize seizmotektonskih karakteristika i mehanizma geneze zemljotresa u periodu instrumentalne seizmologije u Crnoj Gori i okruženju. Seizmogeni model koji je formiran za to područje, uključen je u vidu determinističkog pristupa u primjeni metode tzv. "logičkog drveta" za šire područje Bokokotorskog zaliva. Na taj način su za to područje, sa geološkog i seizmotektonskog aspekta, dobijene znatno realističnije vrijednosti seizmičkog hazarda.

Seizmički hazard je sračunat za sve potencijalne zemljotrese u svakoj ćeliji mreže. Zemljotresi manji od $M_w=6.0$ su okarakterisani kao tačkasti izvori u centru svake ćelije, dok se zemljotrese iznad $M_w=6$ pretpostavljaju hipotetički konačni vertikalni ili kosi rajsedi sa centrom u ćeliji izvorne mreže. Dužine konačnih rasjeda se određuju korišćenjem relacije Wells i Coppersmith (1994) ili drugih empirijskih relacija između dužine rasjeda i magnitude, uzimajući u obzir odgovarajući tip rasjeda. Na osnovu izglaćanih stopa seizmičnosti primjenom odgovarajućih modela predviđanja kretanja tla, izračunava se godišnja stopa prekoračenja navedenog nivoa za dati parametar kretanja tla i na kraju relevantna vrijednost hazarda koja odgovara datom povratnom periodu. Najzad, izračunate su funkcije seizmičkog hazarda koje opisuju godišnju učestanost prekoračenja na datim nivoima kretanja tla u ćelijama detaljnije mreže područja (5x5 km).

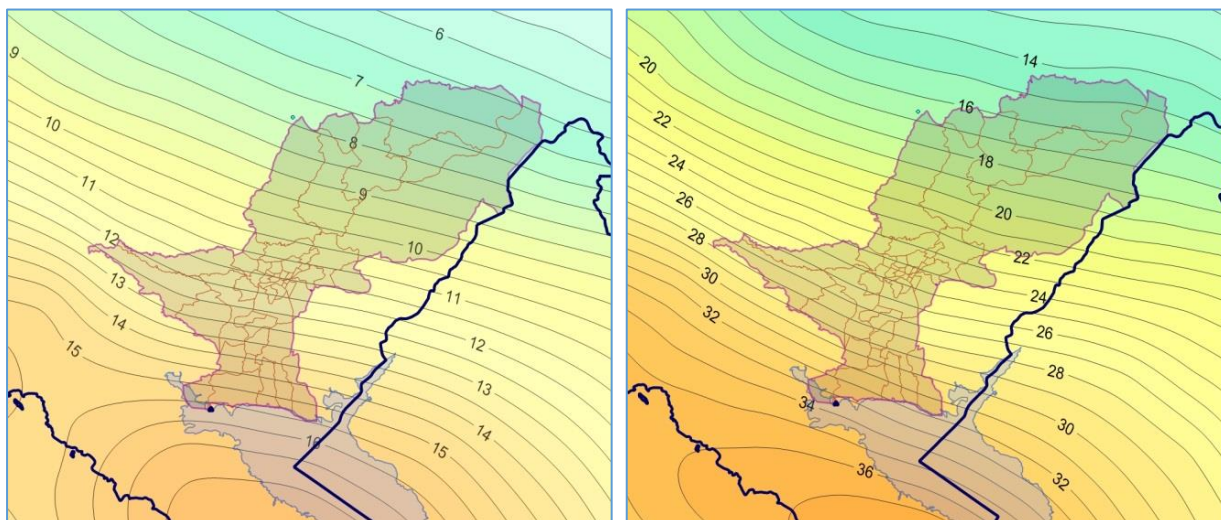
a) Empirijske atenuacione relacije horizontalnog ubrzanja tla na osnovnoj stijeni

Za područje zapadnog Balkana do sada je razvijeno nekoliko posebnih prediktivnih atenuacionih modela ubrzanja, uz korišćenje baza raspoloživih podataka akcelerograma različitog obima, na osnovu kojih su determinisane aproksimacije takvih vrsta oscilacija tla pri dejstvu zemljotresa sa različitim uspjehom. Međutim, na osnovu preporuke ekspertskeg tima iz konzorcijuma brojnih istraživačkih institucija Evrope okupljenih u uspješno realizovanom FP7 projektu "Harmonizacija seizmičkog hazarda Evrope" (SHARE 2015), kao optimalna rješenja za proračun seizmičkog hazarda na području Evrope, preporučena su četiri modela atenuacije (koji su korišćeni za izračunavanje seizmičkog hazarda od određenog izvora, primjenom dvostruko skraćene eksponencijalne distribucije magnitude-učestanost, sa b-vrijednošću koja odgovara relevantnoj zoni) i to: Bindi et al., 2009, Akkar i Bomer 2010, Boore i Atkinson 2008 i Cauzzi i Faccioli 2008.

Procjena hazarda se primjenjuje za uslove čvrste stijene, sa brzinom transverznog talasa od 800 m/s u gornjih 30 metara tla. Srednje vrijednosti su izračunate kao ponderisani prosjek procjena dobijenih korišćenjem četiri pomenute atenuacione relacije. Takođe, na bazi preporuka pomenutog ekspertskeg tima, prihvaćena je sledeća konačna šema ponderisanja: $w = 0.3, 0.3, 0.2$ i 0.2 , respektivno.

Za potrebe izrade Nacionalnog aneksa za MEST EN1998-1 za Crnu Goru realizovana je posebna studija (Vučić i Glavotović 2014a) primjenom opisane metodologije pri čemu su izrađene karte vjerovatnoće seizmičkog hazarda

koje karakterišu prostornu promjenljivost maksimalnog horizontalnog ubrzanja tla (PGA) u skladu sa standardima MEST EN1998-1 - za dva karakteristična povratna perioda: 95 i 475 godina, što odgovara vjerovatnoći prekoračenja od 10% za 10 godina i 50 godina, respektivno.



Slika br.2.12. Karte seizmičkog hazarda za teritoriju Glavnog grada Podgorica za povratne periode vremena od 95 (lijevo) i 475 godina (desno). Izolinije prikazuju maksimalna horizontalna ubrzanja u procentima ubrzanja sile teže g (9.81 m/s^2) na čvrstoj stijeni ($V_{s30} \geq 800 \text{ m/s}$).

Dio karata seizmičkog hazarda koje su publikovane u Nacionalnom aneksu standarda MEST EN1998-1 (Institut za standardizaciju, 2014). Seizmički hazard a_{GR} za područje Glavnog grada Podgorica su prikazane u grafičkom obliku na slici 12 za povratne periode vremena od 95 i 475 godina, kao i numeričkom vidu u Tabeli 2.1.

Tabela 2.1. Seizmički hazard izražen kao maksimalno horizontalno ubrzanje na čvrstoj stijeni na području Glavnog grada Podgorica, za povratne period vremena 95 i 475 godina

| Povratni period [godine] | PGA [% g] |
|--------------------------|-------------|
| 95 | 6.4 – 15.7 |
| 475 | 14.2 – 33.7 |

Sa ovih karata i iz Tabele 1 je uočljivo da se seizmičnost na teritoriji Glavnog grada Podgorica značajno mijenja i povećava u pravcu od sjevera ka jugu, tako da se može konstatovati u oba posmatrana slučaja seizmičkog hazarda (povratni periodi od 95 i 475 godina) da su vrijednosti očekivanog maksimalnog ubrzanja tla (na čvrstom tlu) oko 2.5 puta veća na krajnjem jugu ove Glavnog grada u odnosu na područja na krajnjem sjeveru, što je svakako posljedica prostornog položaja velikih, aktivnih seizmogenih ruptura, pretežno pozicioniranih na krajnjem jugu Crne Gore i u podmorju Jadrana.

2.4. Seizmički rizik

Termin seizmički rizik izražava stepen očekivanih gubitaka na elementima izloženim zemljotresnom hazardu tokom određenog vremenskog perioda. Elementi rizika mogu biti zgrada ili drugi građevinski objekat, grupa zgrada, naselje ili grad, kao i samo stanovništvo tih zgrada i naselja, ali mogu biti i ekonomske aktivnosti povezane sa tim zgradama i stanovništvom. U odnosu na to kako je elemenat rizika definisan, rizik može biti iskazan u terminu očekivanih ekonomskih gubitaka, broja izgubljenih života ili stepena oštećenja na samim objektima.

Za proračun nivoa seizmičkog rizika za neki objekat ili sistem, osim seizmičkog hazarda neophodno je odrediti i povredljivost (ili vunerabilitet) tog objekta ili sistema. Povredljivost objekta označava stepen potencijalnih gubitka

koje zemljotres određenog intenziteta može nanijeti datom elementu rizika (ili skupu takvih elemenata). Povredljivost elementa izloženog riziku se definiše kao odnos očekivanog gubitka prema totalnom gubitku i može imati vrijednosti između 0 (bez štete) i 1 (totalni gubitak). Mjera gubitka zavisi od elementa rizika i u zavisnosti od toga može biti mjerena kao odnos poginulih ili povrijeđenih lica u odnosu na cijelu populaciju, ili kao odnos troškova popravke objekta u odnosu na cijenu potpune zamjene i slično. U slučaju naselja sa većim brojem zgrada, vulnerabilitet može biti izražen kao odnos broja zgrada koje su doživjele određeni stepen oštećenja u odnosu na ukupan broj zgrada (Janković, 2014).

Poznavajući hazard i vulnerabilitet, seizmički rizik se može relativno lako izračunati u vidu matematičkog izraza koji označava konvoluciju (sumu proizvoda funkcija) tih sistemskih promjenljivih:

$$[R_{ij}] = [H_j] * [V_{ij}]$$

gdje je za element rizika i (na primjer - individualna zgrada, zgrade cijelog naselja, stanovništvo i dr.):

- $[R_{ij}]$ je rizik - vjerovatnoća ili srednja vrijednost stepena gubitka elementa i usljed zemljotresa intenziteta j ,
- $[H_j]$ je hazard – vjerovatnoća ili srednja vrijednost pojavljivanja zemljotresa intenziteta j ,
- $[V_{ij}]$ je vulnerabilitet – stepen gubitka nanesenog datom elementu rizika i usljed pojave zemljotresa intenziteta j (gdje je gubitak izražen kao procenat od ukupne vrijednosti elementa i).
- $*$ je matematički simbol za operaciju konvolucije, tj. sume porizvoda dvije funkcije u datom opsegu.

Sumirajući vrijednosti seizmičkog rizika na nivou svih hazarda ($\min \leq j \leq \max$) određuje se totalni rizik za svaki individualni element.

Da bi se procijenila povredljivost posmatranog elementa izloženog riziku, to jest da bi se procijenile moguće buduće štete kod veće grupe objekata, infrastrukturnih sistema itd., kao posljedice dejstva nekog zemljotresa, potrebno je (Janković, 2014):

1. Specificirati zemljotresni hazard,
2. Klasifikovati tipove zgrada i drugih objekata u određene grupe, u kojima bi seizmičko ponašanje bilo slično po prirodi i po intenzitetu,
3. Definisati metodu procjene štete kod svake grupe objekata, kako bi se ona mogla kvantifikovati i
4. Definisati distribuciju štete za svaku grupu objekata i za svaki nivo seizmičkog intenziteta.

Postoje dvije osnovne metode procjene vulnerabiliteta: predviđajući vulnerabilitet i opaženi (osmotreni) vulnerabilitet. Predviđajući vulnerabilitet se odnosi na procjenu ponašanja objekata na osnovu analize i proračuna konstrukcije, dok se opaženi vulnerabilitet bazira na opažanju i statističkoj obradi posljedica dejstava ranijih zemljotresa. Prvi navedeni vulnerabilitet se koristi kod inženjerskih konstrukcija koje su projektovane i izvedene u skladu sa postojećim tehničkim propisima, gdje postoji tehnička dokumentacija i gdje je moguće dovoljno tačno analitički izračunati seizmičku otpornost. Kod neinženjerskih objekata (drvene kuće, kamene kuće ili kuće od nearmirane zidarije) gdje najčešće ne postoji projektna dokumentacija niti dokumentacija na osnovu koje bi se moglo procijeniti kvalitet ugrađenog materijala, otpornost je znatno teže izračunati. Kod ovakvih objekata se koristi opaženi vulnerabilitet (Janković, 2014).

Elementi izloženi dejstvu zemljotresa, odnosno ugroženi elementi se obično kategorizuju kao: stanovništvo, zajednice, izgrađena sredina, prirodna sredina, privredne aktivnosti i usluge, koji su pod prijetnjom katastrofe u određenom području (SYNER-G, 2014). Ugroženi elementi unutar izgrađene sredine se mogu klasifikovati u četiri glavne kategorije: zgrade, komunalne mreže, saobraćajna infrastruktura i kritični objekti. U svakoj kategoriji postoji nekoliko skupova funkcija ranjivosti koje su razvijene s obzirom na taksonomiju i njihove tipološke karakteristike.

U tom smislu postoje brojne tipologije za armirano-betonske (AB) ili zidane zgrade, brojne tipologije za mostove i brojne tipologije za sve ostale elemente sistema koji mogu biti izloženi opasnosti dejstva zemljotresa. Treba naglasiti da intenzivan razvoj homogene taksonomije za sve rizične elemente inženjeringa izložene seizmičkom hazardu i preporuka odgovarajućih funkcija ranjivosti za svaki od njih, uzimajući u obzir i evropski kontekst, svakako predstavljaju značajan doprinos smanjenju seizmičkog rizika uopšte.

2.4.1. Značaj i potreba mitigacije seizmičkog rizika

Uprkos značajnom unapređenju standarda u oblasti planiranja, projektovanja i izgradnje, izuzetnih tehničkih dometa seizmičkog monitoringa, zatim sve kvalitetnijeg poznavanja fenomenologije pripreme i događanja zemljotresa, kao i metoda seizmički sigurnog projektovanja i planiranja, još uvijek ne postoji adekvatan tretman složenog aspekta upravljanja seizmičkim rizikom. Odsustvo konzistentnih nacionalnih politika u ovoj oblasti manifestuje se kroz nepotpun institucionalni i legislativni okvir, kao i kroz tekuću društvenu i profesionalnu praksu i odnose prema osnovnim aspektima i faktorima smanjenja seizmičkog rizika.

U Nacionalnoj strategiji za vanredne situacije u Crnoj Gori (koju je Vlada usvojila 2006. godine) obaveza zaštite od zemljotresa je prepoznata kao prioritet u opredjeljenju strategije upravljanja rizicima uopšte. Ostvarivanje tog cilja kompatibilno je sa baznim elementima seizmološke djelatnosti – kroz proces kontinuiranog seizmičkog i geodinamičkog monitoringa teritorije Crne Gore i stalnu analizu i rekalkulaciju elemenata seizmičkog hazarda, naglašavajući poseban društveni značaj i interes tog cilja koji se realizuje kroz funkciju smanjenja ukupnih gubitaka u društvu u uslovima nastanka eventualnih velikih trusnih katastrofa u bližoj i daljoj budućnosti, iskazanih u vidu ljudskih života, materijalnih dobara, elemenata kulturnog nasljeđa i životne sredine.

Najzad, treba naglasiti da se seizmička aktivnost na teritoriji Crne Gore, kao i u širem okruženju, sa aspekta intenziteta i učestanosti događanja zemljotresa, već dugi niz godina nalazi ispod dugogodišnjeg prosjeka, što je vjerovatno dijelom rezultat izuzetno velike seizmičke i tektonske relaksacije stijenskih masa zemljine kore našeg podmorja i priobalja, ostvarene tokom realizacije ogromne serije zemljotresa u 1979. godini, uključujući i katastrofalni zemljotres od 15. aprila te godine. Ipak, imajući u vidu dugoročni karakter i intenzitet seizmičke aktivnosti tokom dokumentovane dugogodišnje zemljotresne istorije prostora južnog Jadrana i južnih Dinarida, realno je očekivati da se u narednom periodu ukupna seizmičnost u regionu intenzivira, što ukazuje na naglašenu potrebu sprovođenja aktivnosti u svim oblastima koje mogu da doprinesu mitigaciji ukupnog seizmičkog rizika, uključujući i ovaj dokument.

2.4.2. Ugroženi elementi pri dejstvu zemljotresa

Elementi izloženi dejstvu zemljotresa, ili kratko – ugroženi elementi, se obično kategorizuju kao: stanovništvo, zajednice, izgrađena sredina, prirodna sredina, privredne aktivnosti i usluge, koji su pod prijetnjom katastrofe u određenom području (SYNER-G, 2014). Ugroženi elementi unutar izgrađene sredine se mogu klasifikovati u četiri glavne kategorije: zgrade, komunalne mreže, saobraćajna infrastruktura i kritični objekti. U svakoj kategoriji postoji nekoliko skupova funkcija ranjivosti koje su razvijene s obzirom na taksonomiju i njihove tipološke karakteristike. U tom smislu postoje brojne tipologije za armirano-betonske (AB) ili zidane zgrade, brojne tipologije za mostove i brojne tipologije za sve ostale elemente sistema koji mogu biti izloženi opasnosti dejstva zemljotresa. Treba naglasiti da intenzivan razvoj homogene taksonomije za sve rizične elemente inženjeringa izložene seizmičkom hazardu i preporuka odgovarajućih funkcija ranjivosti za svaki od njih, uzimajući u obzir i evropski kontekst, svakako predstavljaju značajan doprinos smanjenju seizmičkog rizika uopšte, a odnose se posebno na:

1. Stanovništvo
 - Urbano
 - Ruralno
2. Građevinski fond
 - Objekti za stanovanje
 - Industrijski objekti
 - Ostali poslovni objekti
3. Infrastrukturni sistemi

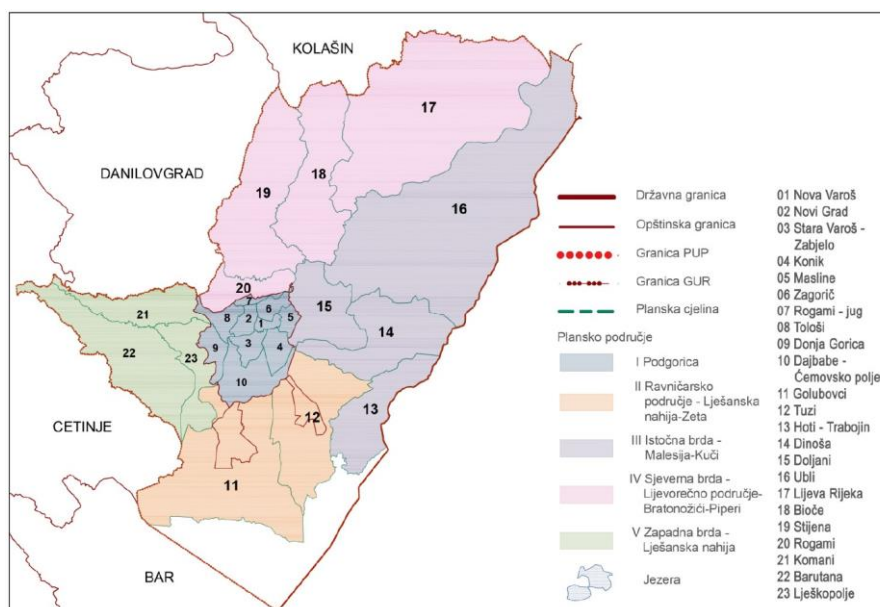
PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

- Putevi, autoputevi, mostovi, tuneli, konvencionalni mostovi, magistralni i regionalni putevi, lokalni putevi,
 - Željeznica (mostovi, tuneli),
 - Vazdušni saobraćaj (terminali, uzletno-sletne piste),
 - Elektro-energetski sistemi (prenosni vodovi, prenosne podstanice, distributivni vodovi, distributivne podstanice),
 - Vodosnabdijevanje (crpne stanice, rezervoari za skladištenje vode, crpni bunari),
4. Zdravstveni sistem (bolnice),
 5. Službe hitnog odgovora (službe zaštite i spašavanja).

Kada je u pitanju dejstvo zemljotresa, svakako da stanovništvo, zgrade i infrastrukturi sistemi predstavljaju najvažnije grupe rizičnih elemenata. Zbog toga su relevantni podaci za sveobuhvatno opisivanje objektivnog stanja ovih elemenata, u obliku organizovane baze podataka u vidu GIS informacionog sistema, od suštinskog značaja za izradu kvalitetnih projekcija u analizi bilo kojeg zemljotresnog scenarija.

2.4.3 Stanovništvo kao elemenat rizika - lokacija i izloženost

Podaci o broju i distribuciji stanovništva u ovoj studiji, kao dijelu Plana zaštite i spašavanja od zemljotresa za opštinu Podgorica, citirani su iz godišnjih izvještaja i publikovanih rezultata analize popisa stanovništva MONSTAT-a (Uprava za statistiku Crne Gore). Nažalost, u tim izvještajima se navode samo spiskovi naselja sa brojem stanovnika, ali bez podataka o njihovom prostornom položaju i zonama koje obuhvataju ta naselja. Iz tih razloga, u analizama za potrebe ovog Plana zaštite, neophodno je bilo koristiti podatke o mjesnim zajednicama za koje su pribavljeni podaci o njihovim o granicama u digitalnoj formi. Ovdje treba pomenuti da su opštinski administrativni organi praktično u cjelosti ignorisali brojne pisane zahtjeve autora Plana, za dostavljanje odgovarajućih podataka. Zbog toga je, u cilju realizacija Plana bilo nužno upotrijebiti alternativne puteve za pribavljanje neophodnog dokumentacionog materijala.

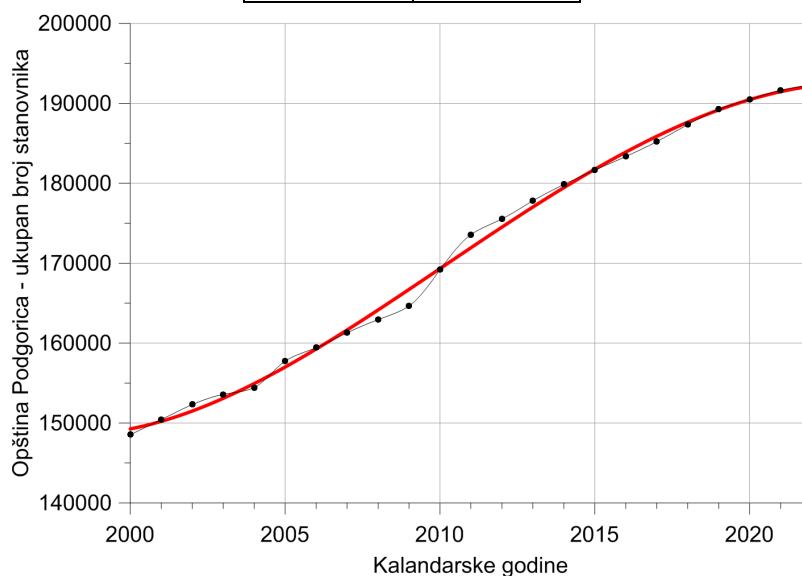


Slika br.2.13. Planska teritorijalna podjela Glavnog grada Podgorice (PUP Glavnog grada, 2014).

Promjena ukupnog broja stanovnika za opštinu Podgorica tokom perioda 2000. – 2021. godina može se pratiti na osnovu rezultata popisa stanovništva u tom periodu i na bazi godišnjih statističkih projekcija (MONSTAT, 2021) kao što je prikazano u tabeli 2.2.

Tabela 2.2. Promjena broja rezidentnih stanovnika Glavnog grada Podgorica u periodu 2000. - 2021. godina, prema popisima stanovništva i statističkim projekcijama (MONSTAT, 2021).

| Godina | Broj stanovnika |
|--------|-----------------|
| 2000 | 148547 |
| 2001 | 150434 |
| 2002 | 152317 |
| 2003 | 153590 |
| 2004 | 154443 |
| 2005 | 157758 |
| 2006 | 159428 |
| 2007 | 161290 |
| 2008 | 162943 |
| 2009 | 164647 |
| 2010 | 169178 |
| 2011 | 173582 |
| 2012 | 175540 |
| 2013 | 177812 |
| 2014 | 179854 |
| 2015 | 181651 |
| 2016 | 183347 |
| 2017 | 185218 |
| 2018 | 187344 |
| 2019 | 189260 |
| 2020 | 190488 |
| 2021 | 191637 |



Slika br.2.14. Korelacija broja stanovnika Glavnog grada Podgorica na osnovu popisa stanovništva i statističkih projekcija u periodu 2000.-2021.godine (MONSTAT, 2021). Na osnovu polinomijelne regresije ovog trenda, projekcija za sredinu 2022. godine iznosi 192,450 stalno nastanjenih stanovnika.

U cilju utvrđivanja aktuelnog broja stanovnika Glavnog grada, na osnovu podataka iz tabele II sa sadržajem podataka popisa stanovništva u periodu 2000. - 2021. godina i statističkih projekcija (MONSTAT, 2021) može se uspostaviti korelacija broja stanovnika Glavnog grada Podgorica u funkciji godine posmatranog podatka, kao što je to prikazano na slici br.2.14.

Numeričkom ekstrapolacijom ove funkcije, lako je utvrditi projekciju za 2022. godinu, koja iznosi **192,450 rezidentnih stanovnika**, što je za 10.9 % više u odnosu na stanje iz poslednjeg popisa obavljenog 2011. godine.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Rezultati tog proračuna prikazani su u Tabeli 2.3. i biće korišćeni prilikom procjene obima potencijalnih ljudskih žrtava u analizi razornih efekata scenario zemljotresa.

Tabela 2.3. Rezime polaznih podataka relevantnih za primjenu različitih metoda proračuna potencijalnog broja nastradalih lica u scenario zemljotresu: ukupan broj stanovništva, domaćinstava, stanova i objekata na teritoriji Glavnog grada Podgorica.

| Područje Glavnog grada | Zona – intenzitet | Broj stanovnika ¹¹ | % izloženog stanovništva | Gustina stanovnika/m ² | Broj stanova | Broj objekata |
|------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------|
| Urbana zona | VIII | 184,000 | 75 | 3,680 | 68,845 | 26,850 |
| Ruralna zona | VI | 1,600 | 90 | 20 | 620 | 378 |
| | VII | 1,400 | 90 | 20 | 550 | 335 |
| | VIII | 1,200 | 90 | 20 | 480 | 293 |
| | IX | 17,800 | 90 | 123 | 7,120 | 4,343 |
| UKUPNO | | 192,450 | - | 178 | 82,029 | 32,199 |

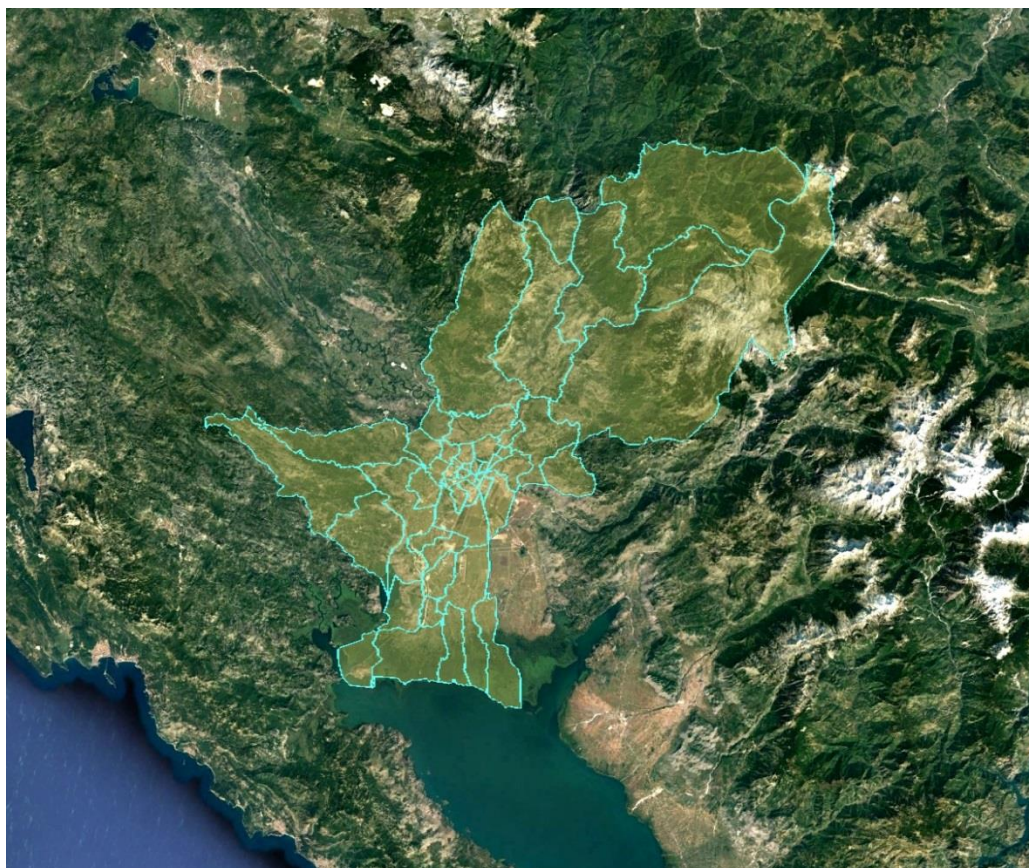
Na osnovu podatka iz tabele 2.3. sa ukupnim (aktuelnim) brojem stalnih stanovnika opštine Podgorica i podatka da ukupna površina teritorije ove opštine iznosi 1,148.4 km² (Monstat, 2021), lako se može sračunati da aktuelna prosječna gustina stalno nastanjenog stanovništva u Opštini iznosi 178 stanovnika po km², dok za gradsko područje Glavnog grada (sa površinom od oko 50 km²) gustina iznosi 3,680 stanovnika po km², dok na ruralnom dijelu Opštine gustina je oko 20 stanovnika po kvadratnom kilometru, osim na području Gradske opštine Golubovci, gdje iznosi 123 stanovnika po km².

Tabela 2.4. Izvod iz rezultata popisa stanova za stalno stanovanje u opštini Podgorica 2011. godine.

| Opština Podgorica | Ukupno | do 1919. | 1920.- 1945. | 1946.- 1960. | 1961.- 1970. | 1971.- 1980. | 1981.- 1990. | 1991.- 2000. | 2001.- 2011. | Nep. god. izgradnje |
|----------------------------|-----------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|
| Broj stanova | 68,346 | 1,430 | 924 | 6,016 | 8,469 | 13,461 | 11,614 | 9,561 | 15,332 | 1,538 |
| Površina (m ²) | 5,084,597 | 88,901 | 62,677 | 363,851 | 544,878 | 1,028,062 | 942,392 | 822,252 | 1,130,332 | 101,208 |

Ukoliko se ukupan broj stanova u opštini Podgorica koji je utvrđen poslednjim popisom (2011. godine) iz tabele 2.4. uveća proporcionalno rastu broja stanovnika kako je utvrđeno tabelama II i III, što je objektivno očekivati, u iznosu od 10.9 % za ukupan broj stanova (bez njihovog kategorisanja) dobijamo procijenjeni ukupan broj stanova u 2022. godini u iznosu od 75,958, a za njihovu ukupnu površinu 5,638,818 m². Najzad, na ovih ukupnog broja stanova i ukupne površine stanova može se sračunati da prosječna površina jedne stambene jedinice u ovoj opštini iznosi 74.2 m².

¹¹ Zbog nedostatka validnih podataka o broju stanovnika u mjesnim zajednicama opštine Podgorica, osim kumulativno (u urbanom i ruralnom području) broj žitelja u grupama mjesnih zajednica ruralnog područja Opštine (koji je na slici 43 zahvaćen intenzitetom zemljotresa između VI i IX stepeni EMS-98 skale), je približno utvrđen – na osnovu podataka o broju žitelja Gradske opštine Golubovci i urbanog područja (MONSTAT, 2021).



Slika br.2.15. Opština Podgorica (na Google mapi) sa granicama mjesnih zajednica (zelene linije).

Posljednjim popisom stanova za stalno stanovanje u ovoj opštini (2011. godine) utvrđeno je stanje koje je citirano u tabeli 2.4. u vidu ukupnog broja i površine stanova, kao i periodi izgradnje tih stanova.

Broj stranih i domaćih turista na teritoriji Glavnog grada Podgorica, izražen kroz broj njihovog noćenja, nije velik i značajno varira tokom poslednjih šest godina (MONSTAT, 2021). Naime, prosječan broj noćenja (u toku jednog dana) turista sračunat kao srednja vrijednost tokom cijele godine u Podgorici iznosi svega 509. Nažalost, varijacija njihovog broja tokom godine je publikovana samo za primorske opštine.

Imajući u vidu relativno mali broj turista u odnosu na ukupan broj stanovnika Glavnog grada, kao i cijele Opštine Podgorica (manji od 1 % u bilo kojem periodu godine), kao i činjenicu da je nepoznata njegova zavisnost od perioda godine, to je očigledno da je u proračunu broja potencijalnih žrtava u najnepovoljnijem scenario zemljotresu, dovoljno aproksimirati njihov broj u toku jednog dana na **oko 1.500 tokom turistički najposjećenijeg perioda juli – avgust**.

Dakle, na osnovu diskutovanih podataka, može se zaključiti, da za proračun potencijalnog broja žrtava u najnepovoljnijem scenario zemljotresu, za gradsko (urbano) **područje Glavnog grada treba usvojiti da je ukupan broj rezidentnih stanovnika i turista sredinom 2022. godine, iznosio oko 184,000 lica, a za ruralno područje – oko 22,000** (uključujući i zanemarljiv broj turista).

2.4.4. Tipologija zgrada i izloženost

Jedan od značajnih elemenata u procesu evaluacije šteta na objektima u uslovima dejstva zemljotresa, predstavlja tipologija zgrada. Ona ne zavisi samo od karakteristika za koje se očekuje da utiču na način i intenzitet djelovanja zemljotresa na konstrukcije, već i od obima dostupnih podataka za te zgrade, te je zato cjelovit, reprezentativan fond informacija o tipologiji objekata i stepenu njihove izloženosti dejstvu potencijalnih zemljotresa u budućnosti – jedan od ključnih faktora u realizaciji delikatnog procesa prognoze njihovog ponašanja.

Tabela 2.5. Risk-UE klasifikacija evropskih tipologija zgrada (na primjer Oliveira et al., 2008)

| Tipologije gradnje | Oznaka | Vrste materijala |
|--------------------------------|--------|---|
| Nearmirana zidana konstrukcija | M1 | Miješana zidarija |
| | M2 | Nepečena opeka ("adobe") |
| | M3 | Običan kamen |
| | M4 | Masivni kamen |
| | M5 | Nearmirani zidovi (cigle) |
| | M6 | Nearmirani zidovi sa AB podom |
| Ojačana zidarija | M7 | Ojačana zidarija |
| Armirani beton | RC1 | Betonski neduktilni ram |
| | RC2 | Betonski zidovi i zidovi za bočno ukrućenje ¹² |
| | RC3 | Dualni sistemi |

Za uobičajene tipove konstrukcija tipičnih za evropske zgrade, razvijena je okvirna klasifikacija kroz istraživački projekat RISK-UE (na primjer - Oliveira et al., 2008), u obliku kako je sažeto prikazano u Tabeli 2.5.

Tokom 2014. godine na području zemalja zapadnog Balkana je realizovan projekat NERA (Network of European Research Infrastructures for Earthquake Risk Assessment and Mitigation), koji je obuhvatio i Crnu Goru. Kombinujući različite metode tumačenja podataka, pregleda literature, upitnika za mišljenje stručnjaka, daljinske analize "Google Street view-a" i neposredan obilazak terena, u tom projektu je sastavljen izvještaj o inventaru stanova, saglasno raspoloživim informacijama koje su prikupljene od stručnih učesnika projekta iz obuhvaćenih zemalja.

Tom prilikom je u određenoj mjeri definisana tipologija objekata sa prosječnim brojem stanova u tim objektima – u urbanim i seoskim naseljima. U tabelama VI i VII prikazan je skraćeni oblik rezultata tih istraživanja za Crnu Goru, u vidu sračunatog prosjeka na osnovu obavljenih istraživanja u tom projektu.

Tabela 2.6. sadrži pregled procentualne zastupljenosti pojedinih klasa objekata, kao i prosječan broj stanova u objektima različitog tipa konstrukcije na teritoriji Crne Gore, dok tabela 2.7. izražava procentualno učešće stanova u objektima različite konstrukcije, u urbanim i seoskim naseljima posebno.

Tabela 2.6. Prosječan broj stanova u objektima različitog tipa konstrukcije na teritoriji Crne Gore, za različite klase objekata, prema podacima projekta NERA, 2014.

| Klasa objekta | Vrsta konstrukcije | Relativan broj objekata u klasi (%) | Prosječan broj stanova u zgradi |
|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| A | Zidana od kamena ili nepečene opeke | 4 | 1 |
| | Zidana sa drvenim podom | 6 | 1 |
| | Zidana sa betonskim podom | 11 | 8 |
| B | AB / ojačana zidarija | 9 | 4 |
| | Sa AB ramom – prije 1981. | 14.5 | 32 |
| C | Sa AB ramom – poslije 1981. | 19.5 | 53 |
| D | Sa AB zidovima prije 1981. | 18.5 | 147 |

¹² Specifični građevinski termini su usaglašeni sa „Građevinskim rečnikom“ - Vukićević, 2003.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|---|------------------------------|------|----|
| E | Sa AB zidovima poslije 1981. | 17.5 | 84 |
|---|------------------------------|------|----|

Tabela 2.7. Prosječan broj stanova u objektima različitog tipa konstrukcije, u urbanim i seoskim naseljima na teritoriji Crne Gore (NERA, 2014)

| Vrsta konstrukcije | | Spratnost | Prosječan broj stanova (%) | |
|--|---------------|------------------|----------------------------|----------------|
| | | | Urbana zona | Seoska naselja |
| Drvena konstrukcija | | | 2 | 3 |
| Zidana od kamena ili nepečene opeke | | | 8 | 12 |
| Zidana ciglom/blokom, sa drvenim podom | | | 11 | 16 |
| Zidana ciglom/blokom, sa betonskim podom | | | 15 | 14 |
| AB / ojačana zidarija | | | 14 | 22 |
| Sa AB ramom | prije 1990. | do 3 sprata | 5 | 8 |
| | | 4-6 spratova | 8 | 0 |
| | | preko 6 spratova | 1 | 0 |
| | poslije 1990. | do 3 sprata | 6 | 15 |
| | | 4-6 spratova | 3 | 0 |
| | | preko 6 spratova | 1 | 0 |
| Sa AB zidovima | prije 1990. | do 3 sprata | 3 | 0 |
| | | 4-6 spratova | 6 | 0 |
| | | preko 6 spratova | 1 | 0 |
| | poslije 1990. | do 3 sprata | 4 | 0 |
| | | 4-6 spratova | 5 | 0 |
| | | preko 6 spratova | 2 | 0 |
| Ostalo | | | 5 | 10 |
| Ukupno (međusobni odnos) | | | 39 | 61 |

Ukoliko se iskombinuju podaci Tabele 2.3. sa podacima o broju stanova u urbanom i ruralnom dijelu Glavnog grada Podgorica i Tabele 2.7. sa prosječnim brojem stanova u određenom tipu stambenih objekata, može se dobiti ukupan broj objekata na tim područjima, kako je prikazano u Tabeli 2.8., što će biti korišćeno pri analizi potencijalnih šteta na tom stambenom fondu u poglavlju 2.6.3 ovog Plana (Potencijalne štete stambenog fonda na području Glavnog grada Podgorica u scenario zemljotresu).

Tabela 2.8. Ukupan broj objekata u opštini Podgorica, sračunat na osnovu sadržaja Tabele 2.3. i Tabele 2.7.

| Područje | Br. stanova | Br. objekata |
|-------------------|-------------|--------------|
| Opština PODGORICA | 82,030 | 34,893 |
| - urbano područje | 68,845 | 26,850 |
| - seoski dio | 13,185 | 8,043 |

Na teritoriji Glavnog grada Podgorica konstrukcije niske i srednje spratnosti, uglavnom su izgrađene zidanjem blokom i opekom, dok su objekti srednje do visoke spratnosti izvedene sa armirano-betonskim konstrukcijama (NERA, 2014). Primjeri takve gradnje prikazani su na slikama br.2.16a i 2.16c.

U seoskim područjima Glavnog grada (slika 2.16c) su uglavnom su prisutne starije konstrukcije, zidane od lomljenog kamena ili blokova, sa drvenim ili betonskim podovima, dok su u novijim ruralnim zonama zgrade pretežno izgrađene zidanjem sa AB ramom (slike 2.16c do 2.16d).



Slika br.2.16a. Primjeri gradnje zidanih objekata tesanim kamenom u opštini Podgorica (NERA, 2014).



Slika br.2.16b. Primjeri zidanih objekata sa betonskim podovima na teritoriji Glavnog grada Podgorica (NERA, 2014).



Slika br.2.16c. Primjer zidanih stambenih objekata sa AB ojačanjem (lijevo) i objekata sa ramom od prenapregnutog betona – izgrađenih prije 1981. godine (desno) (NERA, 2014).



Slika br.2.16d. Primjer zidanih stambenih objekata sa AB ramom koji su izgrađeni poslije 1981. godine na teritoriji Glavnog grada Podgorica (NERA, 2014).



Slika br.2.16e. Primjer zidanih stambenih objekata sa AB zidovima na teritoriji Glavnog grada Podgorica (NERA, 2014).

2.4.5. Infrastrukturni sistemi

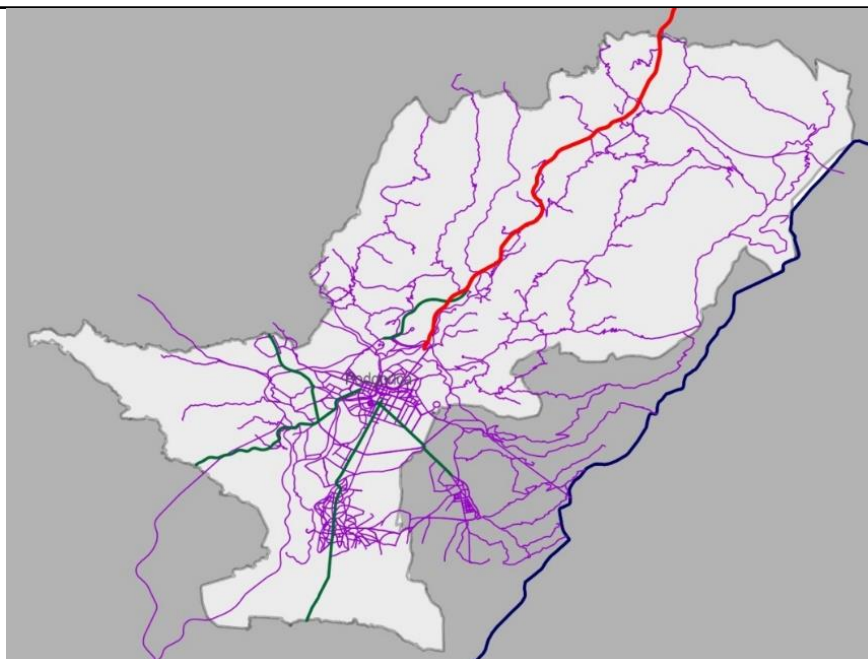
Infrastrukturni sistem (engl. “lifeline”) je inženjerski pojam koji označava sisteme neophodne za život ljudi i urbanu funkciju naselja, bez kojih velike urbane zone ne mogu efikasno funkcionisati (ATC-25, 1991). Infrastruktura ili infrastrukturni sistem obuhvata sve izgrađene objekte i sastavne djelove tehničke prirode koji omogućuju socijalno, političko, ekonomsko i privredno funkcionisanje jednog društva. Naime, infrastrukture predstavljaju mrežu resursa u kojoj je sistem kao cjelina namijenjen da bude neograničeno održavan specifičnom standardnom usluge kroz kontinuiranu izmjenu i promenu svojih sastavnih djelova – komponentata ili elemenata.

Ti sistemi u osnovi obezbjeđuju prenos hrane, vode, goriva, energije, informacije i druge materijale potrebne za ljudski život od proizvodnih do potrošačkih urbanih oblasti. Dugotrajni prekid infrastrukturnih sistema, kao što je na primjer snabdijevanje vodom ili električnom energijom za grad ili urbanizovanu zenu, neizbježno bi doveo do velikih ekonomskih gubitaka, pogoršanja javnog zdravlja i na kraju – do migracije stanovništva. Zemljotresi su najvjerovatnije prirodne katastrofe koje mogu dovesti do velikog prekida infrastrukturnih sistema. Uvođenjem sve naprednije tehnologije, sve napredne društvene zajednice, sve više postaju zavisne od pouzdanog snabdijevanja životno važnim robama, kao što su električna energija, gorivo i voda.

Najznačajniji infrastrukturni sistemi za jednu društvenu zajednicu, za čije funkcionisanje je vrlo značajna analiza potencijalnog uticaja zemljotresa, obuhvataju posebno: saobraćajnu infrastrukturu, elektroenergetski sistem, vodosnabdijevanje i zdravstveni sistem.

a) Saobraćajna infrastruktura

Svi najvažniji saobraćajni tokovi u Crnoj Gori, osim pomorske plovidbe, prolaze podgoričkim prostorom (PUP Glavnog grada, 2014): Aerodrom „Podgorica“, željezničke pruge Bar–Beograd, Podgorica–Skadar, Podgorica–Nikšić, zatim magistralni putevi Bar–Beograd, Skadar–Podgorica–Nikšić–Sarajevo, Podgorica–Cetinje–Budva, regionalni put Bioče–Veruša–Mateševo, dio trase autoputa Bar – Boljari (Autoput „Princeza Ksenija“) u dužini od oko 36 km prolazi kroz opštinu Podgorica, kao i dio trase buduće Jadransko-jonske saobraćajnice (slika br.2.17).



Slika br.2.17. Mreža puteva na teritoriji Glavnog grada Podgorica: autoput, magistralni, regionalni i ostali putevi.

Širi prostor Glavnog grada, a pogotovo brdoviti i planinski dio, nije podržan odgovarajućim i kvalitetnim putevima koji bi poboljšali postojeće uslove i omogućili integralni razvoj na bazi evidentnih potencijala (poljoprivreda, energetika, turizam, šumarstvo itd.). Ravničarski dio, dio Zetske ravnice, takođe nije opremljen kvalitetnim putevima.

Aerodrom Podgorica ima poletno-sletnu stazu dužine 2.500 m i širine 45 m sa orijentacijom sjever-jug (PSS 18/36) (Nacionalni plan zaštite i spašavanja od klizišta i odrona, 2020). Aerodrom raspolaže sa: 14 staza za vožnju, 6 parking pozicija za avione kategorije C, uz mogućnost parkiranja aviona kategorije D na parking pozicijama 5 i 6, 3 parking pozicije za avione generalne avijacije (raspon krila ≤ 20 m), 1 parking poziciju na tehničkoj platformi za avione kategorije C, putnički terminal površine 5.500 m², koji ima 8 šaltera za registraciju putnika i prtljaga, 8 izlaza (dva za dolaske i 6 za odlaske) i 2 karusela za preuzimanje prtljaga.

Infrastruktura za vazdušni saobraćaj – Aerodrom „Podgorica“ ima značajno veće kapacitete, prostor i instalacije od trenutnog nivoa korišćenja. Državna aviokompanija, „Montenegro Two“, zadovoljava trenutne potrebe Podgorice.

Aerodrom na Čemovskom polju koristi se za sportsko letjenje aviona i jedrilica.

Tabela 2.9. Struktura i dužine gradskih saobraćajnica (PUP Glavnog grada, 2014)

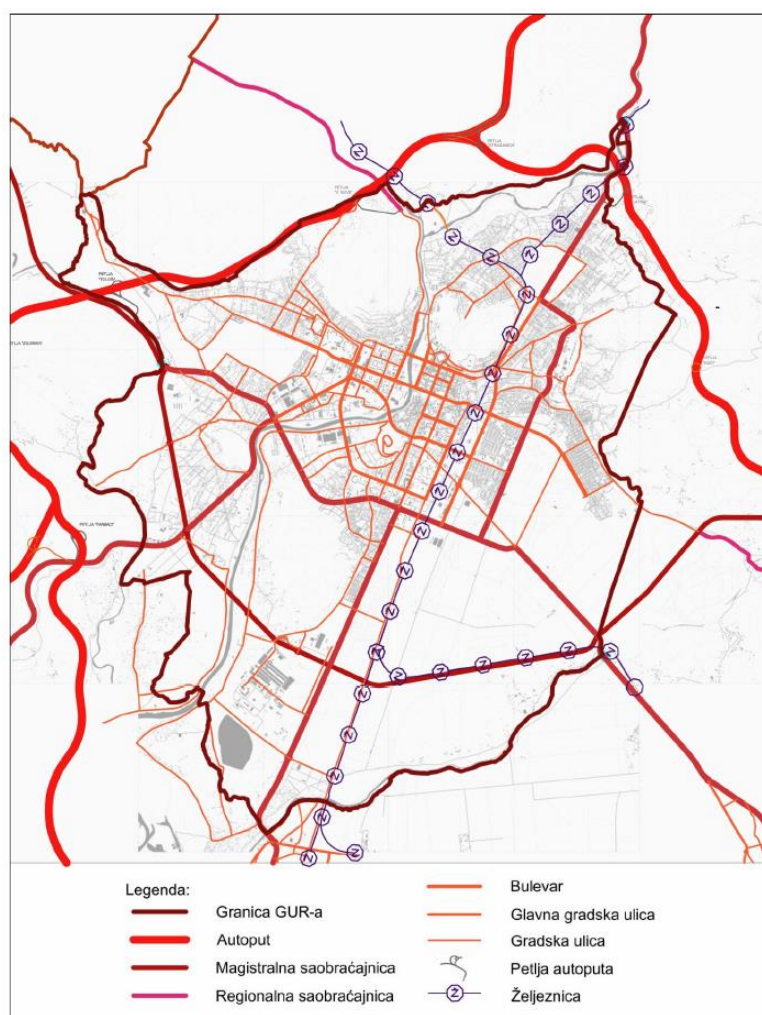
| Vrsta saobraćajnice | Dužina (km) |
|--|--------------|
| Autoput „Princeza Ksenija“ (dio u opštini Podgorica) | 35.8 |
| Magistralni putevi (M-2, M-2.3, M-18) | 86.7 |
| Gradske obilaznice kao dio državnog puta | 16.7 |
| Gradske ulice kao dio državnog puta | 16.7 |
| Ukupno | 155,9 |
| Ulice na teritoriji Glavnog grada | |
| Glavne gradske ulice | 47.3 |
| Pristupne ulice | 229.2 |
| Sekundarna mreža | 32.6 |
| Ukupno | 309.1 |
| Sve saobraćajnice zajedno | 465.0 |

Vodeni – jezerski saobraćaj odvija se u vidu turističkih tura po Skadarskom jezeru, kao i ribolovnim plovilima i plovilima Nacionalnog parka „Skadarsko jezero“, te plovilima granične policije. Veći stepen korišćenja Skadarskog jezera i kao plovnog puta je, svakako, i u koncepciji razvoja ove vrste saobraćaja Glavnog grada.

Pruga Beograd–Bar je najvažniji željeznički segment Crne Gore. Njena putnička funkcija zadovoljava jedan dio postojećih potreba, na relaciji Bar–Beograd.

Teretni transport na relaciji Luka Bar–Beograd je na nivou sadašnjeg obima roba koje su usmjerene na željeznički transport. Predstojeći privredni razvoj zahtijevaće značajno efikasniji teretni transport ovom prugom.

Pruga Podgorica–Nikšić je rekonstruisana i puštena u rad 01.10.2012. godine. Prema Prostornom planu Crne Gore do 2020. godine predviđeno je izmještanje kraka pruge Podgorica–Nikšić koji prelazi preko antičke Duklje.



Slika br.2.17a. Mreža saobraćajne infrastrukture u urbanom području Podgorice (PUP Glavnog grada, 2014).

Pruga Podgorica–Skadar vrši samo teretni prevoz, što nije racionalno ni za Podgoricu ni za Skadar, odnosno za Crnu Goru i Albaniju.

b) *Telekomunikacije*

Elektronska komunikaciona infrastruktura i povezana oprema obuhvata infrastrukturu i opremu povezanu sa elektronskom komunikacionom mrežom ili elektronskom komunikacionom uslugom, koja omogućava ili podržava pružanje usluga ili se može koristiti radi pružanja usluga, uključujući i zgrade ili ulaze u zgrade, kablovsku kanalizaciju i vodove u zgradama, antene, antenske i druge stubove, potporne konstrukcije, cijevi i kanale, šahtove i razvodne ormane, kao i sisteme uslovnog pristupa i povezane usluge.

c) *Zdravstveni sistem*

Bolnice spadaju u takozvane „složeno-socijalne“ sisteme pošto zavise od nekoliko komponenata različite prirode koji su značajni za njihovo pravilno funkcionisanje i pružanje socijalnih usluga građanima (Lupoi et al., 2014). Osnovne komponente bolnice su: osoblje, organizacija i objekti. Oni zajednički „doprinose“ pružanju medicinske njege pacijentima.

Bolnica mora biti sposobna da pruži medicinsku pomoć nakon pojave velikog zemljotresa; stoga je ciljni učinak objekta postavljen kao operativni. Takva izvedba zavisi od odgovora i strukturnih i nestrukturnih elemenata.

Bolnice imaju osnovnu društvenu funkciju pružanja pomoći građanima u svakodnevnom životu, ali i žrtvama prirodnih katastrofa. Naime, bolnice imaju vodeću ulogu u suočavanju sa vanrednim stanjem u slučaju pojave masovnih žrtava.

Sa inženjerske tačke gledišta, bolnica je veoma složen sistem sastavljen od mnogo komponenata, različite prirode, koje zajednički obezbeđuju medicinske usluge.

Taksonomija za takozvane „složeno-socijalne“ sisteme se može izraziti kroz pet glavnih komponenti: procedure, organizaciju, operatere, fizičku komponentu (strukture i hardver) i okruženje. U osnovi sistema su medicinske usluge koje se sastoje od standardizovanih procedura uspostavljenih da garantuju adekvatan tretman pacijenata. Medicinske usluge se pacijentima pružaju zajedničkim doprinosom sljedeće tri „aktivne“ komponente sistema:

- Ustanova (fizička komponenta) bolničkog sistema u kojoj se pružaju medicinske usluge čine strukturni i nestrukturni elementi (arhitektonski elementi, osnovni sadržaji i oprema);
- Operateri - odnosno ljekari, medicinske sestre i uopšte svako ko ima aktivnu ulogu u pružanju medicinske njege;
- Organizacija koja je odgovorna za uspostavljanje adekvatnih uslova za pružanje medicinskih usluga. Generalno, ovo je na rukovodstvu bolnice kroz razvoj, implementaciju i nadzor standardizovanih procedura.

Procjena seizmičkih performansi bolnica je izuzetno složen zadatak, znatno zahtjevniji u odnosu, na primer, na stambene zgrade ili mostove. Prvo se mora definisati mjera performansi sistema, a zatim se za odgovarajuću procjenu performansi sistema uzimaju u obzir doprinosi svih komponenata i njihove interakcije.

2.5. Scenario zemljotresa

Scenario zemljotresa predstavlja simulaciju realizacije budućeg potencijalnog zemljotresa, uz pretpostavku njegove jačine izražene kroz projektovanu magnitudu, zatim lokaciju žarišta zemljotresa i njegovu dubinu, prostorne i geometrijske karakteristike tektonskog rasjeda čijim aktiviranjem je generisan, u skladu sa relevantnim podacima o istorijskoj seizmičnosti, utvrđenom geodinamičkom potencijalu i elementima rasjedne strukture, kao i utvrđenom seizmičkom hazardu za to područje, kao i procjenu dejstva tog zemljotresa na sve elemente društvene zajednice - korišćenjem specifičnih metoda.

Scenariji zemljotresa omogućuju verifikovanje realnih i osporavanje neutemeljenih pretpostavki. Konflikti koji nastaju između planera kada se konstruiše scenario zemljotresa može pomoći u razjašnjavanju pitanja u kojima nedostaju specifična saznanja, kao što je događanje budućih razornih zemljotresa. Fenomenologija procesa pripreme i događanja jakih zemljotresa je do sada vrlo dobro proučena, ali još uvijek ne postoji adekvatno naučno znanje za pouzdano predviđanje tačne lokacije, vremena događanja i jačine takvih zemljotresa. Međutim, u novije vrijeme razvijeno je mnogo metoda i naučnih i inženjerskih znanja za predviđanje takvih vjerovatnih događaja i kvantifikaciju njihovih efekata na društvene zajednice u cjelini, ljudske živote i materijalna dobra. Takve metode se nazivaju scenarijom zemljotresa ili seizmičkim scenarijom.

Kroz scenario zemljotresa se ne može konkretizovati potrebna reakcija društvene zajednice na adekvatan odgovor u takvim, pretpostavljenim događajima, ali se na taj način obezbjeđuje širok i koristan spektar informacija o projektovanom zemljotresu, čime se mogu identifikovati oblasti najveće ranjivosti društvene zajednice, kao što je donošenje i preduzimanje odgovarajućih preventivnih odluka i aktivnosti u cilju smanjenja destruktivnog dejstva budućih razornih i katastrofalnih zemljotresa. Dakle, sintetički generisani scenariji zemljotresa mogu se koristiti za bolje razumijevanje i planiranje aktivnosti u upravljanju katastrofama u cilju objektivne procjene potencijalnih šteta na građevinskim objektima i infrastrukturnim sistemima, kao i mogućim ljudskim gubitcima - radi smanjenja mogućih negativnih efekata takvih budućih seizmičkih događanja.

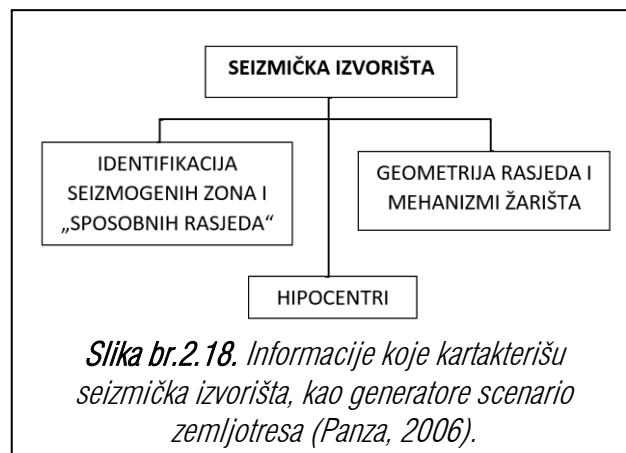
2.5.1. Izbor reprezentativnih scenarija zemljotresa

Za izradu optimalnih zemljotresnih scenarija neophodno je prethodno izvršiti prikupljanje svih relevantnih informacija o specifičnim karakteristikama regiona koji mogu imati uticaje na seizmičko dejstvo na ljudske živote i materijalne vrijednosti društvene zajednice, koji su potencijalno izloženi dejstvu scenariju zemljotresa na istraživanom području, a posebno podataka o:

- seizmotektonskim i geodinamičkim svojstvima aktivnih tektonskih struktura,
- seizmičkoj istoriji tog područja,
- lokalnoj i regionalnoj geologiji,
- geotehničkim uslovima lokalnog tla,
- adekvatnim atenuacionim relacijama koje opisuju način prenošenja seizmičkih dejstava (posebno maksimalnih horizontalnog ubrzanja i maksimalnog intenziteta zemljotresa) kroz geološku i geotehničku sredinu,
- inventaru stambenog fonda, posebno uključujući njihovu starost, vrstu konstrukcije, spratnost, vrstu temelja, prostorni položaj itd.,
- specifičnim karakteristikama i prostornoj distribuciji lokalne građevinske, komunikacione, energetske i druge infrastrukture društvene zajednice (industrijskih objekata, aerodroma, putne i komunalne infrastrukture, elektro-energetskih vodova, linija i površina za spašavanje i evakuaciju stanovništva i smještaj povrijeđenih i itd),
- kao i druge podatke koji mogu biti od značaja za dizajniranje najnepovoljnijeg scenarija zemljotresa i izradu odgovarajućeg plana zaštite i spašavanja.

a) Karakterizacija seizmičkih izvora za zemljotresni scenario

Izbor reprezentativnog ili “maksimalno mjerodavnog” ili “maksimalno kredibilnog” ili “maksimalno sposobnog” aktivnog tektonskog rasjeda ili žarišta ekvivalentnog “maksimalno vjerodostojnog” zemljotresa sa najvećom mogućom magnitudom u datom seizmotektonskom okruženju, koji na objektivan način reprezentuje realni seizmički ambijent istraživane lokacije za potrebe simulacije zemljotresnog scenarija, predstavlja izazovan zadatak (slika br.2.18.). Njegovo pravilno rješavanje zahtijeva korišćenje svih dostupnih informacija (geoloških, geofizičkih, geotehničkih i seizmoloških) potrebnih i za projektovanje kritičnih infrastrukturnih sistema, kao i adekvatno tumačenje tih informacija, što predstavlja interdisciplinarni zadatak koji treba da uključi stručnjake iz različitih oblasti (geofizike, geologije, seizmologije i geotehnike) kao i građevinske inženjere i analitičare bezbjednosti.



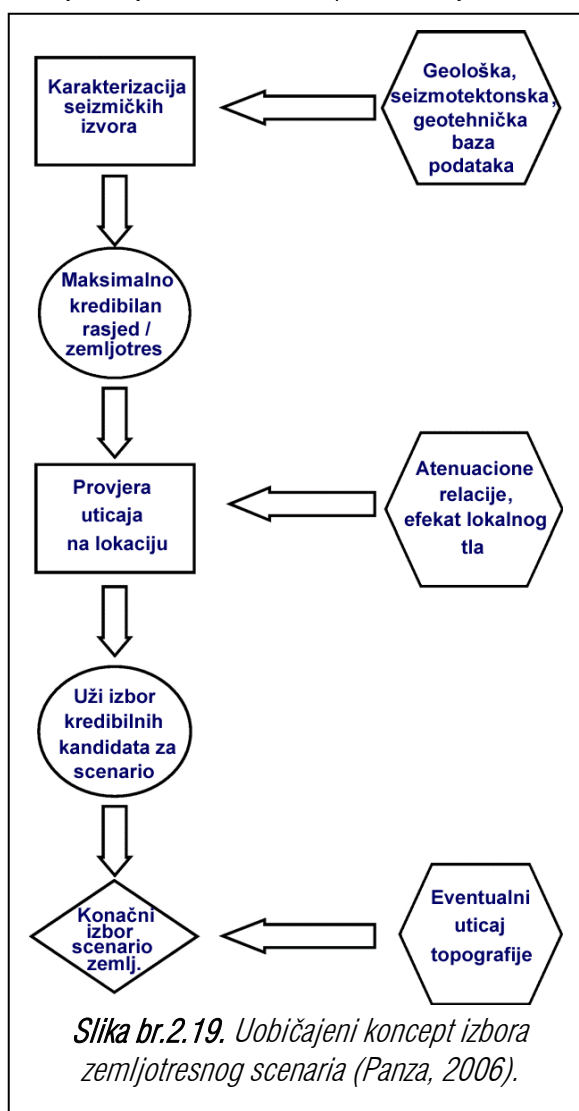
Slika br.2.18. Informacije koje karakterišu seizmička izvorišta, kao generatore scenario zemljotresa (Panza, 2006).

Istovremeno, za pravilno izabran „maksimalno kredibilan” rasjed i/ili zemljotres, neophodno je da njegovo dejstvo na lokaciju (odnosno građevinsku konstrukciju) približno odgovara vrijednostima utvrđenog seizmičkog hazarda za određeni, reprezentativni povratni period, s obzirom da je hazard izveden na bazi istog korpusa informacija. Istovremeno „maksimalno kredibilan” rasjed i/ili zemljotres treba da posjeduje parametre koji su u cjelosti reprezentativni za seizmogeni model seizmički uticajnog regiona. Najzad, s obzirom na osnovni smisao i cilj scenarija “maksimalno kredibilnog” zemljotresa, potrebno je da taj zemljotresni scenario predmetnoj društvenoj zajednici za koju se obavlja analiza, potencijalno nanese najviše moguće štete.

Uobičajeni koncept izbora “sposobnog rasjeda” za zemljotresni scenario (na primjer Panza, 2006) je prikazan na šematski način na slici br.2.19. koja ukazuje da je za definisanje “odgovornog” seizmičkog izvorišta za zemljotresni scenario, istovremeno potrebno izvršiti pouzdanu identifikaciju aktivnih seizmogenih zona i relevantnih “sposobnih rasjeda” i odrediti njihovu geometriju, mehanizam žarišta, dubinu zalijeganja, tip rasijedanja i u sprezi sa referentnim podacima o prethodno dogođenim jakim zemljotresima u zoni tih rasjeda, izabrati optimalni “kredibilan rasjed” sa optimalnim “kredibilnim zemljotresom” koji pretpostavlja identifikovanje svih značajnih parametara za proračun njegovog dejstva na predmetnu lokaciju na koju je potrebno primijeniti scenario tog zemljotresa, odnosno svih potencijalnih zemljotresa koje može generisati izabrani “kredibilan rasjed”.

b) Maksimalno moguće magnitude zemljotresa u regionu

Na osnovu rezultata izvedene kategorizacije teritorije Crne Gore sa aspekta jačine zemljotresa, odnosno očekivane maksimalne magnitude zemljotresa, prema standardu MEST EN1998-1 (Vučić i Glavatović, 2014a) na slici br.2.20. su indicirane dvije karakteristične zone sa aspekta maksimalno mogućih:

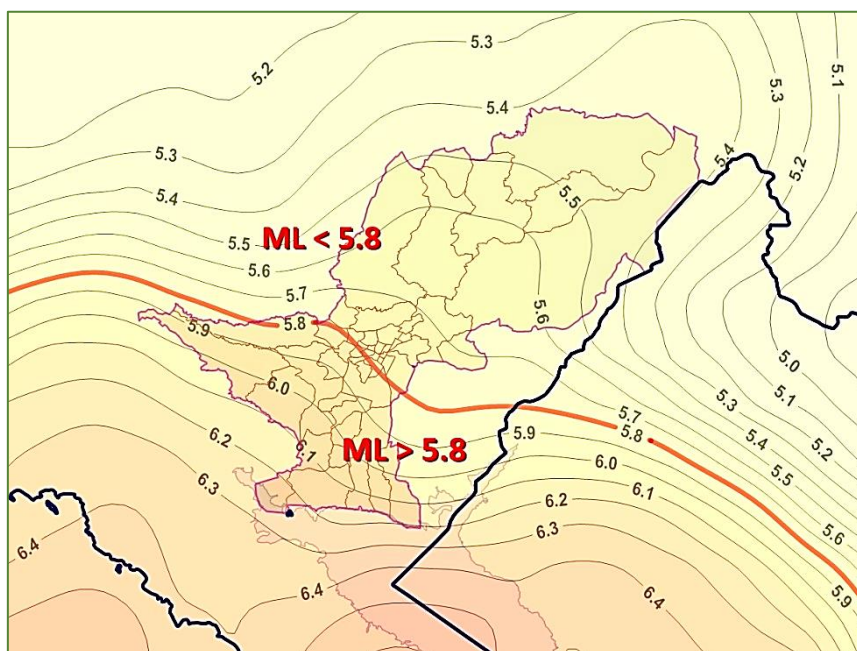


Slika br.2.19. Uobičajeni koncept izbora zemljotresnog scenarija (Panza, 2006).

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

- priobalni dio Crne Gore, sa očekivanim maksimalnim magnitudama iznad $ML = 5.8$ jedinica Rihterove skale, u standardnom referentnom povratnom periodu vremena od 100 godina (što je ekvivalentno sa magnitudom na bazi amplituda površinskih seizmičkih talasa $M_s \geq 5.5$ - kako je izraženo u Eurokodu MEST EN1998-1) u kojem se nalazi južni dio teritorije Glavnog grada Podgorica,
- središnji i sjeverni dio Crne Gore, sa maksimalnim magnitudama $ML < 5.8$ (odnosno $M_s < 5.5$ u Eurokodu MEST EN1998-1) gdje je smješten i sjeverni dio Glavnog grada Podgorica.

Kao što je već naglašeno prilikom izlaganja elemenata seizmičkog hazarda, kao produkt primijenjene metodologije (proračun Gutenberg-Rihterove relacije u mreži tačaka na bazi istorijske seizmičnosti) na području Boke Kotorske i neposrednom okruženju, proračun je rezultirao znatno manjim očekivanim magnitudama na tom području u odnosu na istorijski opservirane maksimalne intenzitete dogođenih zemljotresa.



Slika br.2.20. Očekivane maksimalne magnitute zemljotresa koje su sračunate za povratni period od 100 godina, primjenom Gutenberg-Rihterove relacije za mrežu tačaka za područje Glavnog grada Podgorica i neposredno, seizmički uticajno okruženje. Na osnovu ovog proračuna može se utvrditi da lokalne seizmogene zone mogu produkovati (u navedenom povratnom periodu vremena) maksimalne magnitute do 6.4 na kopnu, odnosno 6.9 u podmorju. Na ovoj karti posebno je istaknuta izolonija $ML 5.8$ jedinica Rihterove skale, kao granica između dva tipa zemljotresa po Eurokodu MEST EN1998-1 (zemljotres tipa 1, za $ML > 5.8$ i tipa 2, za $ML < 5.8$).

Naime, ovakav rezultat je posljedica nekompletnosti podataka o slabijim zemljotresima u periodu do 1900. godine (ispod magnitute 6), što je rezultiralo neadekvatnim Gutenberg-Rihterovim relacijama. Iz tih razloga, ocjena očekivanih maksimalnih magnituda za područje Bokotorskog zaliva i neposrednog okruženja je izvedena primjenom determinističkog pristupa. Naime, definisanje maksimalnih magnituda u širem reonu Boke Kotorske, izvedeno je na osnovu karakterizacije aktivnih tektonskih rasjeda tog regiona i primjene odgovarajućih empirijskih relacija za procjenu funkcionalne zavisnosti magnitute zemljotresa od geometrijskih parametara aktivnih tektonskih rasjeda na kojima su katalogizirani snažni istorijski zemljotresi tog regiona. Na taj način, sa geološkog i seizmotektonskog aspekta, za ovo područje su dobijene znatno realističnija slika cjelokupnog seizmogenog modela šireg regiona.

U istraživačkom projektu SHARE „Harmonizacija seizmičkog hazarda Evrope“, koji je finalizovan 2013. godine, utvrđene su glavne rasjedne zone za Crnu Goru, sa svim elementima rasijedanja. Pod rasjednom zonom se podrazumijeva grupa prostorno bliskih rasjeda sa približno istim seizmogenim karakteristikama.

U cilju kvantitativne ocjene maksimalnog seizmogenog potencijala sistema aktivnih tektonskih rasjeda, pored gore navedenih ranijih rezultata, za potrebe ove Studije izvršena je analiza makimalnih mogućih magnituda zemljotresa

koje utvrđeni rasjedi mogu generisati, na bazi većeg broja publikovanih empirijskih relacija koje su izvedene za slične geološke i seizmološke uslove - između dimenzija utvrđenih rasjeda, njihovih geoloških karakteristika, veličine dislokacija rasjednih blokova i veličine maksimalnih mogućih magnituda zemljotresa.

U istraživanju mogućih empirijskih veza između dimenzija elemenata rasjednih ravni i energetskih svojstava korespondentnih zemljotresa, do sada je u naučnom svijetu učinjeno mnogo napora tokom prethodnih tridesetak godina. Ipak, najznačajniji korak u ovoj oblasti numeričke kvantifikacije seizmogenog potencijala tektonskih rasjeda, na osnovu njihovih geometrijskih elemenata i realizovanog seizmogenog potencijala, ostvarili su istraživači Vels i Kopersmit (Wells and Coppersmith, 1994), a nešto kasnije unaprijedio Papazakos sa grupom istraživača (Papazachos et al., 2004).

Na osnovu baze pouzdanih podataka više stotina zemljotresa iz cijelog svijeta, za koje su pouzdano utvrđene vrijednosti moment magnitude M_w , kao i geometrijske karakteristike aktiviranih rasjeda, ovi istraživači su uspjeli da izvedu korektnu empirijsku relaciju između veličine magnitude i : dužine površinske rupture (rasjeda), zatim dužine pod-površinske rupture, širine rasjedne ravni, površine rupturne ravni i maksimalne vrijednosti kliženja rasjeda. Veći broj drugih radova u ovoj oblasti (na primjer: Anderson i dr. 1996, Lund 2012 i brojni drugi) nije unio bitnije promjene u te bazične relacijame.

Istraživanjima Papazakosa i dr. (Papazachos et al., 2004), kao i Velsa i Kopersmita (Wells and Coppersmith, 1994) utvrđene su empirijske relacije (sa prihvatljivom standardnom devijacijom) između veličine moment magnitude zemljotresa M_w i odgovarajuće veličine pripovršinskog dijela rasjeda, odnosno njegove dužine u bazi sedimentnog kompleksa stijena. Na osnovu ovih relacija, možemo sračunati vrijednost maksimalne moment magnitude M_w koju taj rasjed može generisati za slučaj reversnog tipa rasijedanja:

$$M_w = 5.00 + 1.22 \cdot \log(dr)$$

odnosno za normalni tip rasijedanja:

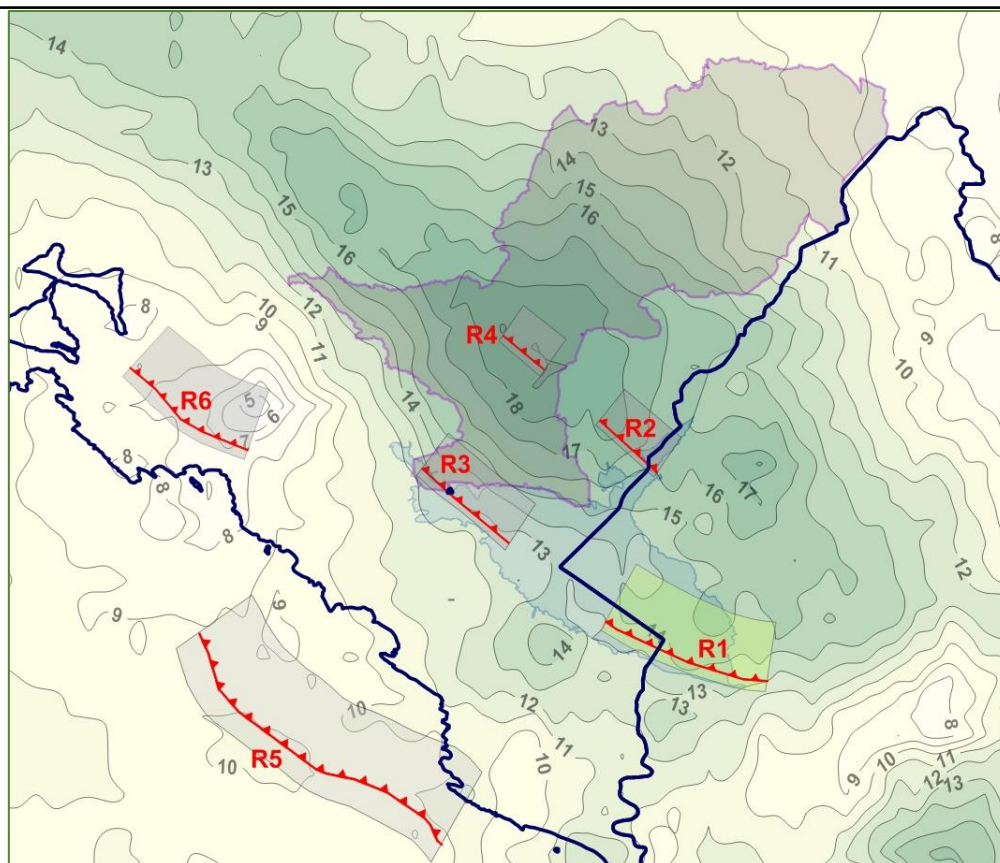
$$M_w = 4.86 + 1.32 \cdot \log(dr)$$

Ove relacije su primijenjene u daljim proračunima “kredibilnog rasjeda”, odnosno u narednim razmatranjima “kredibilnog zemljotresa”.

c) Dubine seizmogenih zona u regionu

Na osnovu kataloga svih registrovanih i obrađenih zemljotresa tokom više vijekova, koji su se dogodili na području Crne Gore i neposrednog okruženja (slika br.2.4), moguće je sračunati prosječan nivo seizmičke aktivnosti, odnosno najčešću dubinu žarišta zemljotresa, kao što je to prikazano na slici br.2.21. Na osnovu ovih rezultata, može se konstatovati da se prosječna dubina tzv. seizmoaktivnog nivoa na području Zetsko-Bjelopavličke ravnice kreće od 15 do 19 km, što je znatno više od prosjeka na cijelom prostoru Crne Gore i okruženja¹³, dok se u preostalom dijelu teritorije Crne Gore, uključujući i podmorje, koje se karakteriše najvećim seizmogenim potencijalom u širem regionu – prosječna dubina aktivnih seizmotektonskih procesa kreće u granicama između 8 i 11 km.

¹³ Ovaj podatak ukazuje na seizmotektonsku aktivnost koja se generiše u subdukcionom procesu u ovoj zoni, odnosno unutar tzv. Kučke tektonske jedinice u kojoj se stijenski masiv sjeverno od linije bjelopavličke doline – navlači preko stijenskogf masiva južnog i jugozapadnog dijela Kučke tektonske jedinice.



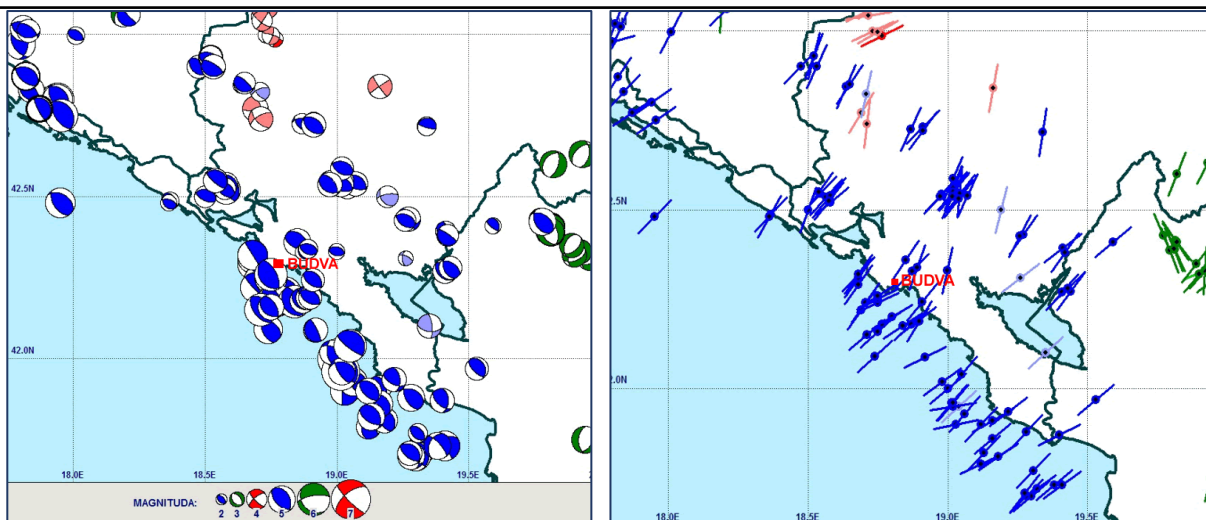
Slika br.2.21. Prosječne dubine hipocentara zemljotresa, sračunate na bazi svih dogođenih i registrovanih zemljotresa tokom prethodnih pet vijekova. Dubine su izražene u kilometrima. Na karti su naznačene trase svih šest seizmogenih rasjeda sa kojima je izvedena analiza scenarija zemljotresa.

Na osnovu ove karte za sve rasjedne strukture koje su pažljivo odabrane za potencijalnu analizu zemljotresnih scenarija, određene su srednje vrijednosti dominantne dubine njihove seizmičke aktivnosti, a rezultati su prikazani u tabeli X.

d) Reprezentativni mehanizmi žarišta zemljotresa

Kao što je već ranije naglašeno kod analize seizmotektonskih karakteristika terena Glavnog grada Podgorica – seizmički aktivni rasjedi u zoni priobalja, podmorja i cijelih spoljašnjih Dinarida, imaju gotovo isključivo reversni karakter rasijedanja, odnosno rezultat su dejstva dominantno kompresionog karaktera tektonskog, odnosno geodinamičkog naponskog polja (slika br.2.22. lijevo) čiji pravac dejstva je upravan na obalnu liniju, odnosno na generalni pravac pružanja Dinarida. Na potvrdu takvog zaključka upućuje i slika br.2.22. (desno) na kojoj su prikazane orijentacije osa maksimalne kompresije (P-osa) koje takođe ukazuju na kompresioni karakter naponskog polja, kao i pravac maksimalnih pritisaka: jugozapad – sjeveroistok.

Treba naglasiti da je za potrebe analiza dejstva zemljotresa na cijelu društvenu zajednicu ili na pojedinačni građevinski objekat ili infrastrukturni elemenat, vrlo značajan tip rasijedanja razmatranog tektonskog rasjeda koji je generisao takav zemljotres, s obzirom na značajnu razliku u tipu i amplitudi oscilacija tla pri dejstvu zemljotresa na različitim tipovima rasjeda (na primjer: Yoshida 2015, Dalguer i dr. 2017). Iz ovih razloga je posebna pažnja posvećena karakterizaciji potencijalnih “kredibilnih” rasjeda sa aspekta objektivne tipizacije njihovog tektonskog rasijedanja.

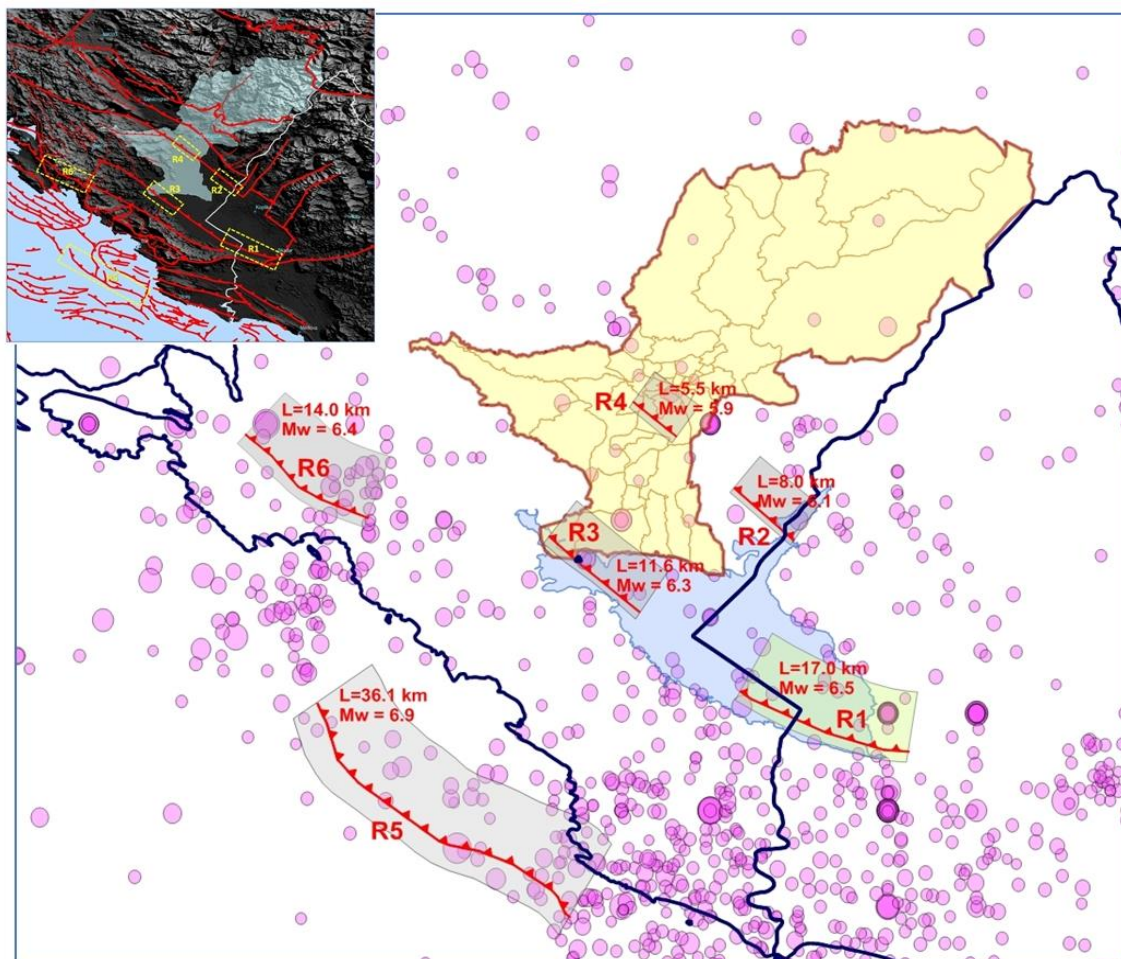


Slika br.2.22. Karta mehanizama zemljotresa u širem regionu Glavnog grada Podgorica (lijevo) kao izvod sa karte mehanizama žarišta šireg područja (slika br.2.13.) i karta orijentacije osa maksimalnih kompresija u zemljinoj kori (P-osa) na osnovu rješenja mehanizama žarišta. Obije karte jasno ukazuju na dominantan kompresioni karakter tektonskih procesa u ovom regionu, sa pravcem djelovanja kompresionih sila duž ose jugozapad-sjeveroistok (upravno na pravac Dinarida).

2.5.2. Analiza dejstva izabranih kredibilnih zemljotresnih scenarija

Seizmički scenario je moguće formirati na osnovu izbora nekoliko “mjerodavnih” pojedinačnih zemljotresa uz težnju da oni najobjektivnije reprezentuju “kredibilni” zemljotresni scenario. Međutim, imajući u vidu da je za svaki identifikovani aktivni rasjed podjednako moguće da se “kredibilni” zemljotres proizvede u bilo kojoj tački njegove rasjedne ravni, proističe da je broj takvih mogućnosti enormno velik, što znači da je subjektivni izbor neke njegove specifične pozicije na rasjedu - uvijek diskutabilan, s obzirom da za takav izbor nije moguće obezbijediti validnu stručnu argumentaciju.

Međutim, izborom cijelog aktivnog rasjeda kao “kredibilnog” za seizmički scenario i istovremenim potenciranjem njegovog dominantno seizmički aktivnog nivoa (prosječna dubina hipocentara realno dogođenih zemljotresa na rasjedu), moguća subjektivnost se značajno ili u cjelosti elimiše. Istovremeno – ukoliko se razmatra scenario sa svim mogućim položajima hipocentra na tom rasjedu i identifikovanom seizmički aktivnom nivou - ostvaruje se znatno veća objektivnost rezultata analize scenarija, a time ukupan zemljotresni scenario čini realnijim i pouzdanijim za dalje analize seizmičkog rizika, odnosno potencijalnih gubitaka koji mogu nastati u tom scenariju. Najzad, u takvom pristupu se ne uvećava seizmički hazard u scenariju, s obzirom da se seizmički efekat računa “deterministički” – posmatranjem odgovarajuće tačke prostora u odnosu samo na najbliži element aktivne zone rasjeda, a ne u odnosu na sve moguće druge varijante.



Slika br.2.23. Položaj i osnovne tektonske karakteristike izabranih "kredibilnih" seizmički aktivnih rasjeda (R1 – R6) sa kartom svih evidentiranih potencijalno seizmički aktivnih regionalnih i lokalnih rasjeda (desno gore) i položajem epicentara jačih zemljotresa (iznad magnitude 3.5) za teritoriju Glavnog grada Podgorica šire okruženje, u cilju sticanja cjelovitog uvida u opravdanost njihovog izbora. Na karti svih regionalnih rasjeda zelenim pravougaonicima su uokvireni izdvojeni kredibilni rasjedi.

Kao još jedan argument za navedeni pristup "kredibilnog rasjeda" nasuprot "kredibilnog zemljotresa" predstavlja i činjenica da je, posebno kod događanja snažnih i veoma snažnih zemljotresa, uočeno da se izoseiste zemljotresa (linije koje razdvajaju zone istog intenziteta) značajno elongiraju u pravcu rasjedne strukture, ukazujući da ukupnom seizmičkom efektu zemljotresa doprinosi cijela aktivna ruptura, a ne samo nukleus zemljotresa. Ovaj efekat je sadržan u izgledu izolija sračunatih maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla (koje je ekvivalentno maksimalnom intenzitetu zemljotresa) na svim slikama koje prikazuju numerički ekvivalent seizmičkog dejstva izabranih scenarija zemljotresa (slike 2.24, 2.25, 2.26, 2.28 i 2.30).

Primjenjujući izloženi koncept, nakon pažljive analize svih raspoloživih podataka o utvrđenoj mreži seizmotektonskih rasjeda i seizmogenom karakteru aktivnih tektonskih rasjednih formi regiona (slika br.2.10.), izvedena je objektivna analiza njihovog seizmogenog potencijala na osnovu njihovih geometrijskih karakteristika i diskutovanih empirijskih relacija, kao i analize istorijske i savremene seizmičnosti. Na taj način je izvršena konstrukcija pet sintetičkih, seizmički aktivnih ruptura čije dimenzije, zalijeganje rasjedne ravni, dubina seizmički aktivnih zona, mehanizam rasijedanja i seizmogeni potencijal dobro simuliraju realne uslove na terenu i istovremeno najobjektivnije reprezentuju ukupan izmički scenario seizmogenog područja Glavnog grada Podgorica i njene šire, seizmički uticajne okoline.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Na opisani način je izvršen konkretan izbor “kredibilnih rasjeda” za odgovarajući seizmički scenario, sa svim geometrijskim i seizmotektonskim elementima, koji su prikazani u grafičkoj formi na slici br.2.23., a u numeričkoj – u tabeli 2.10. Kao što se vidi sa ove slike, svi izabrani rasjedi se karakterišu reversnim karakterom rasijedanja, koji dominira širim područjem (slika br.2.13.), posebno kada su u pitanju regionalni rasjedi.

Četiri rasjeda iz ove grupe su locirana u grupi regionalnih ruptura zetsko-bjelopavličke ravnice, jedan pripada grupi rasjednog sistema Budva-Cukali zone, dok je jedan izabran iz grupe rasjeda smještenih u crnogorskom podmorju, na kojem je generisan katastrofalni zemljotres od 15. aprila 1979. godine sa magnitudom Mw 7,0. Rajed koji potencijalno može generisati šesti scenario zemljotres predstavlja segment regionalne rasjedne strukture tzv. Budva-Cukali zone.

Seizmogeni potencijal (izražen kao reprezentativna magnituda) rasjeda, odnosno serije zemljotresa koji se mogu dogoditi u bilo kojoj tački rasjeda na utvrđenom seizmoaktivnom nivou, utvrđeni su na osnovu ranije pomenute empirijske relacije Wells i Kopersmith (1994) pri čemu je dužina tih rasjeda dimenzionisana istovremeno saglasno sa njihovom realnom trasom, seizmogenim potencijalom regiona kojem pripadaju (koristeći dokumentovanu seizmičku istoriju tog područja) kao i uzimajući u obzir rezultate proračuna seizmičkog hazarda za tu zonu.

Tabela 2.10. Karakterizacija reprezentativnih “kredibilnih” seizmičkih izvora za zemljotresni scenario

| Oznaka rasjeda | Dužina rasjeda (km) | Maksimalna magnituda (Mw) | Dubina aktivne zone (km) | Tip rasjeda (mehanizam) |
|----------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| R1 | 17.0 | 6.5 | 13 | Reversan |
| R2 | 8.0 | 6.1 | 17 | Reversan |
| R3 | 11.6 | 6.3 | 13 | Reversan |
| R4 | 5.5 | 5.9 | 19 | Reversan |
| R5 | 36.1 | 6.9 | 10 | Reversan |
| R6 | 14.0 | 6.4 | 8 | Reversan |

Koristeći već pomenute referentne empirijske relacije za atenuaciju maksimalnog horizontalnog ubrzanja na osnovnoj (čvrstoj) stijeni (Akkar i Bommer 2010, Ambraseys et al., 2010, Berge-Thierry 2003, Joyner and Boore 1981 i Glavatović 1985) izveden je proračun srednjih vrijednosti maksimalnog ubrzanja za sve moguće pozicije hipocentra duž trase svih pet “kredibilnih” rasjeda. Rezultati proračuna su prikazani pojedinačno na slikama br.2.22 -2.27.

Dobijeni rezultati u potpunosti realistično prikazuju nivoe očekivanih maksimalnih ubrzanja na osnovj stijeni (saglasno evidentiranim efektima zemljotresa iz bliske i dalje seizmičke istorije regiona) i istovremeno odgovaraju rezultatima dobijenih kod analize seizmičkog hazarda ovog regiona.

a) Rezultujući efekti scenario zemljotresa na osnovnoj stijeni

Primjenom opisanog koncepta izbora “kredibilnog” rasjeda za mjerodavni seizmički scenario, iz grupe evidentiranih seizmogenih rasjeda u širem, seizmički uticajnom regionu u odnosu na teritoriju opštinu Podgorica zoni (koji su pretežno utvrđeni na osnovu seizmotektonske korelacije geoloških ruptura i seizmičke aktivnosti evidentirane katalogom zemljotresa, zatim rezultata dubokih reflektivnih i refrakcionih ispitivanja u regionu, kao i brojnih regionalnih geoloških istraživanja) izvršen je izbor pet reprezentativnih, “kredibilnih” aktivnih tektonskih rasjeda za koje su utvrđene prostorne, geometrijske i seizmogene karakteristike, kako je to prikazano na slici 2.23. i tabeli 2.10. Analiza seizmičkog scenarija za svaki od odabranih “kredibilnih” rasjeda pojedinačno, prikazana je u narednom tekstu.

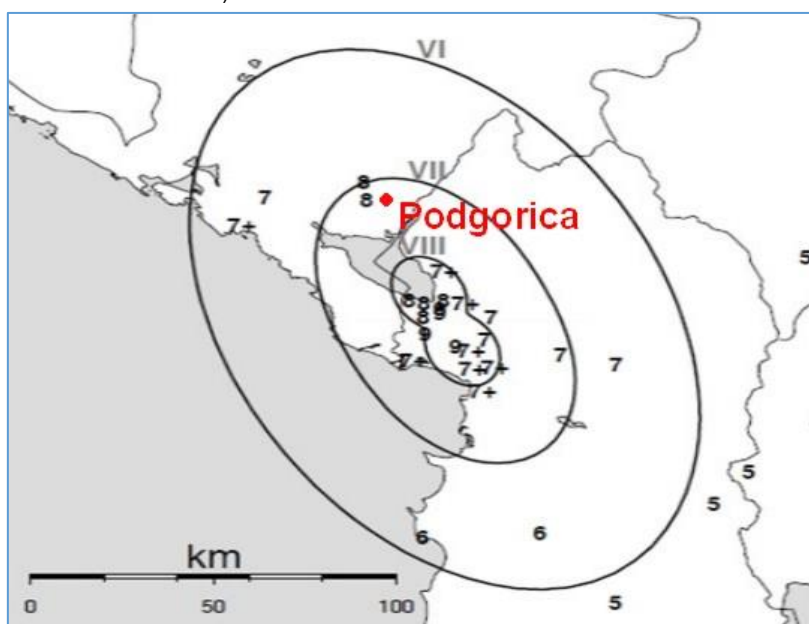
1. Scenario zemljotresa na rasjedu R1

Seizmički aktivan tektonski rasjed R1 predstavlja jedan segment jednog iz sistema takvih rasjeda duž kojih je formirana zetsko-bjelopavlička depresija, kao dio još uvijek aktivnog subdukcionog procesa i velike regionalne tektonske rupture koja presijeca cijelu zemljinu koru (na primjer: Glavotović, 1988.). Saglasno seizmološkim podacima (na osnovu distribucije hipocentara dogođenih zemljotresa) ovaj sistem rasjeda ima ukupno rasprostranjenje po dužini (sa prekidima) nekoliko stotina kilometara, protežući se čak do zapadnog dijela Bosne i Hercegovine (slika br.2.23.). Njegovo rasprostranjenje nije kontinualno, a imajući u vidu seizmogeni potencijal koji je manifestovan kroz više zemljotresa generisanih tokom seizmičke istorije ovog regiona na familiji rasjeda kojima pripada i rasjed R1, kao njegova “kredibilna” dužina se može usvojiti vrijednost od oko 17 km, što na osnovu Wells-Kopersmith-ove relacije rezultira sa maksimalnom magnitudom M_w od 6.4 (tabela 2.10.), što je istovremeno u saglasnosti sa sračunatim očekivanim vrijednostima maksimalne magnitute (M_w 5.8 – 6.4) za to područje (slika br. 2.20.)

Sa slike br.2.21. lako se može utvrditi da prosječna dubina hipocentara u zoni ovog rasjeda iznosi 13 km, što je i korišćeno u proračunu maksimalnog dejstva ovog “kredibilnog” rasjeda na teritoriju Glavnog grada Podgorica.

Najzad, na osnovu rezultata analize mehanizama žarišta zemljotresa u ovom području, kao i na bazi reflektivnih seizmičkih ispitivanja, rasjed R1, kao i svi drugi regionalni rasjedi regiona u njegovom širem okruženju, pripadaju tipu tzv. reversnih rasjeda. Na slici 2.24. je posebno naznačen mehanizam žarišta zemljotresa od 3. novembra 1968. godine sa magnitudom M_w 5.3, koji jasno izražava reversni karakter rasijedanja. Na slici je prikazana grafička verzija rješenja mehanizma ovog zemljotresa (Global CMT Catalogue, 2021) koji je povezan strelicom sa položajem njegovog epicentra na „kredibilnom“ rasjedu R1 (u granicama tačnosti rješenja hipocentralnih parametara u tom periodu /1968. godina/). Mehanizam žarišta u ovom zemljotresu.

Kao što je već pomenuto u pregledu istorijske seizmičnosti, 1. juna 1905. godine dogodio se snažan zemljotres sa epicentrom u blizini albanskog grada Skadra, sa magnitudom M_w 6.4 (slika br.2.24), na samo 50 km od centra urbane zone Podgorice. Pored velikih razaranja koja je izazvao u Skadru i okolnim naseljima, nanio je značajne štete na teritoriji Glavnog grada Podgorica, koje su ocijenjene sa intenzitetom od VIII stepeni MCS skale (ili numerički ekvivalentne skale EMS skale).



Slika br.2.24. Izoiste zemljotresa od 1. juna 1905. godine sa epicentrom u blizini Skadra u Albaniji i magnitudom M_w 6.4. Na području Glavnog grada Podgorica ovaj zemljotres je izazvao maksimalni intenzitet od VIII stepeni EMS skale.

Koristeći već pomenute referentne empirijske relacije za atenuaciju maksimalnog horizontalnog ubrzanja na osnovnoj (čvrstoj) stijeni i utvrđene parametre “kredibilnog” rasjeda R1, izveden je proračun srednjih vrijednosti

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

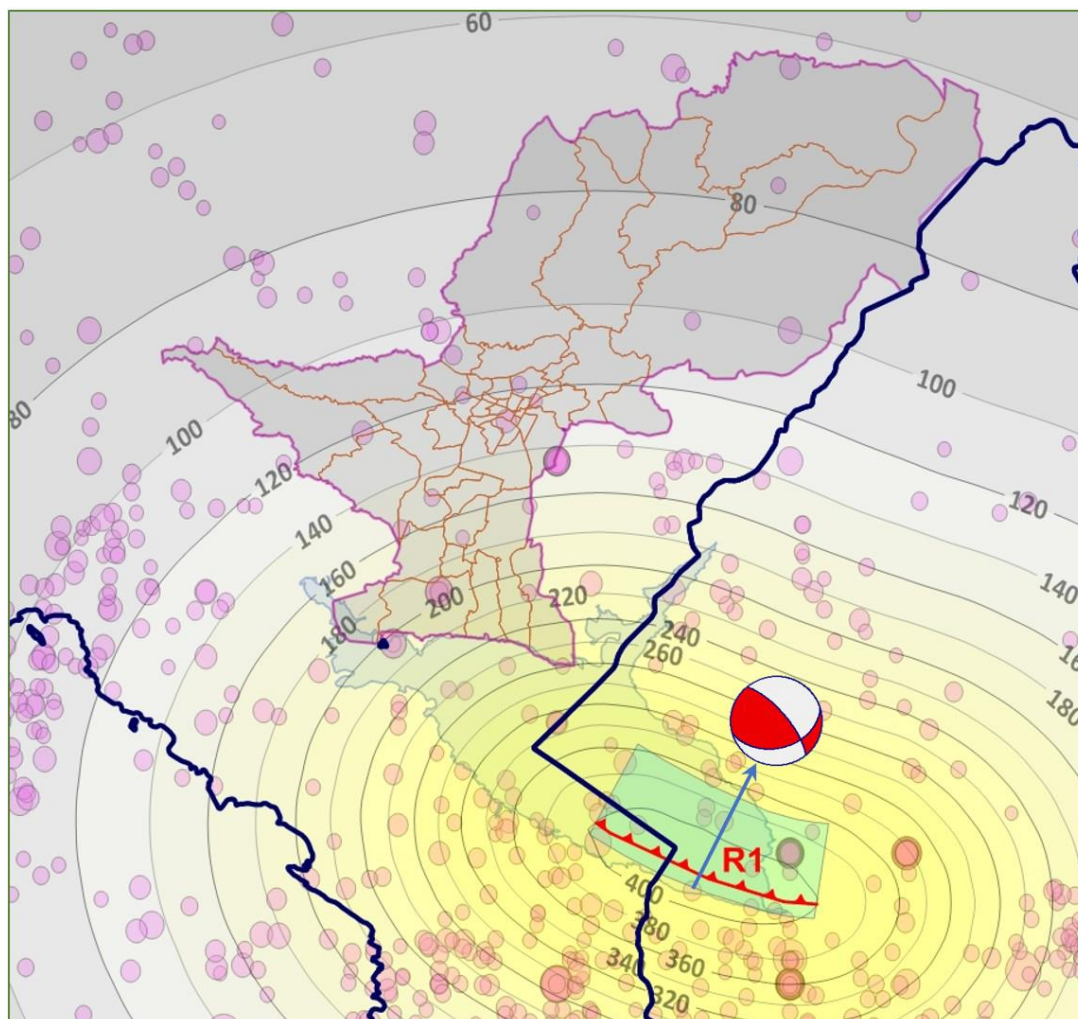
maksimalnog ubrzanja generisanih u takvom seizmičkom scenariju na teritoriji Glavnog grada Podgorica za sve moguće pozicije hipocentra duž njegove trase - kako je to naznačeno na slici br.2.25.

Tabela 2.11. Vrijednosti maksimalnih ubrzanja tla na području Glavnog grada Podgorica za slučaj "kredibilnog" rasjeda R1 (na čvrstoj stijeni)

| "KREDIBILAN" RASJED | Opseg maksimalnih ubrzanja tla na području Glavnog grada Podgorica na čvrstoj stijeni(cm/s ²) |
|---------------------|---|
| R1 | 60 - 340 |

Imajući u vidu relativno malo rastojanje ovog rasjeda do teritorije Glavnog grada Podgorica, ovaj scenario bi mogao da uslovi visoki seizmički hazard za to područje, posebno za mjesne zajednice Zete, s obzirom na visok amplifikacioni efekat lokalnog tla na tom prostoru, kao posljedica debelih naslaga mekih aluvijalno-deluvijalnih sedimenata koji se karakterišu malim brzinama transverzalnih seizmičkih talasa.

Dobijene maksimalne vrijednosti horizontalniog ubrzanja na teritoriji Glavnog grada Podgorica u slučaju pojave ovog seizmičkog scenarija, prikazane su u tabeli 2.11., a kreću se u širokom rasponu – između 6 na sjevernom dijelu Glavnog grada do i 35 % od ubrzanja sile zemljine gravitacije (981 cm/s²) u njenim južnim mjesnim zajednicama.



Slika br.2.25. Rezultujući efekti "kredibilnog rasjeda" R1 na područje Glavnog grada Podgorica u prvom seizmičkom scenariju. Mehanizam žarišta zemljotresa od 3. novembra 1968. godine sa magnitudom Mw 5.3 prikazan je strelicom koja ukazuje na položaj njegovog epicentra u odnosu na „kredibilni“ rasjed, jasno izražavajući dominantno reversni karakter rasijedanja sa manjom komponentom horizontalnog kretanja rasjednih krila.

Zasjenčenom površinom je prikazan (približan) položaj konture rasjedne ravni R1, kao i konture granica Glavnog grada Podgorica i njenih mjesnih zajednica.

2. Scenario zemljotresa na rasjedu R2

Tektonski rasjed R2 koji je indikovao kao drugi “kredibilan” rasjed za zemljotresni scenario u području mreže rasjeda na kopnu – u zoni, predstavlja jedan segment sistema paralelnih regionalnih aktivnih tektonskih rasjeda zetsko-bjelopavličkog regiona, a izabran je zbog neposredne blizine teritoriji Glavnog grada Podgorica (slika br.2.26.).

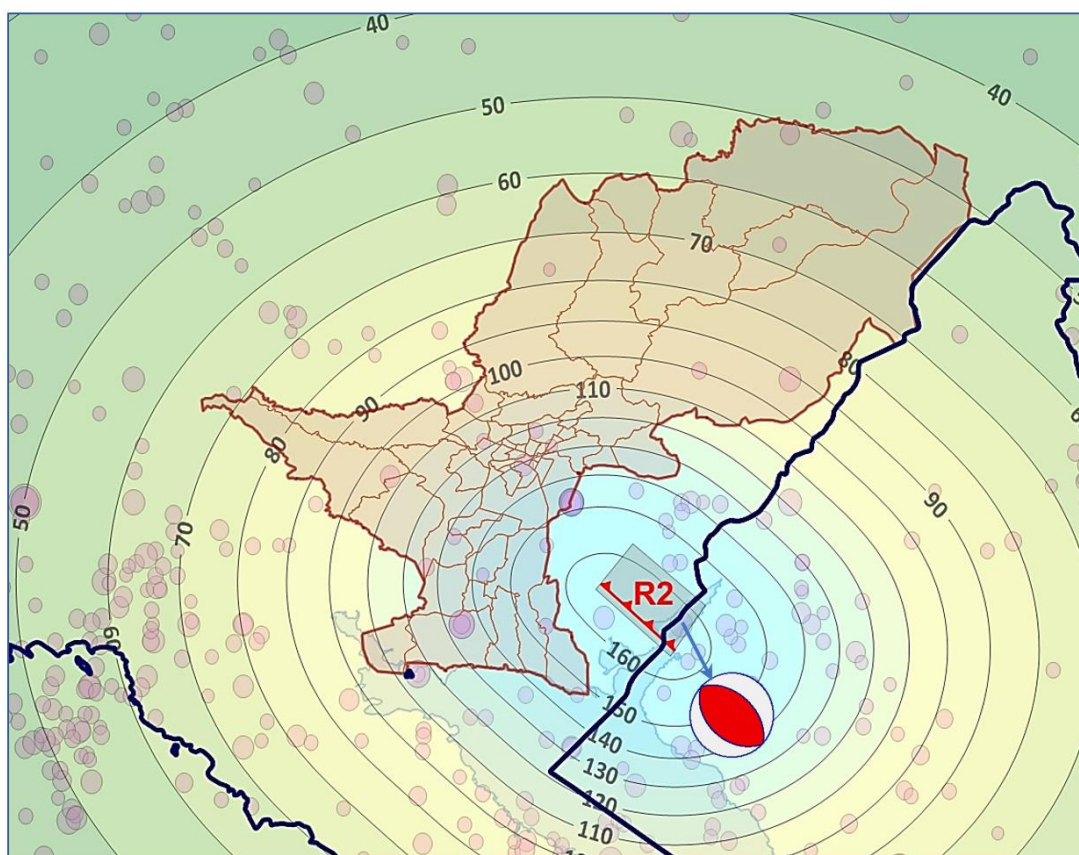
Sa slike br.2.21. lako se može utvrditi da prosječna dubina hipocentara u zoni “kredibilnog” rasjeda R2 iznosi 8 km, što je i korišćeno u proračunu maksimalnog dejstva u zemljotresnom scenariju za slučaj aktiviranja ovog rasjeda na teritoriju Glavnog grada Podgorica.

Na osnovu rezultata analize mehanizama žarišta zemljotresa i geološkog kartiranja na izabranom dijelu ove regionalne tektonske rupture, utvrđeno je da, kao i prethodni “kredibilni” rasjed R1, generiše zemljotrese u procesu formiranja reversnog tipa rasjedanja.

Na slici br.2.25. je posebno naznačen mehanizam žarišta zemljotresa od 11. februara 2010. godine, sa magnitudom Mw 4.6 (Katalog mehanizama zemljotresa Seizmološkog zavoda Crne Gore, 2017.) koji se dogodio na rasjednoj strukturi R2. Na slici je prikazana grafička verzija rješenja mehanizma ovog zemljotresa koje je povezano strelicom sa položajem njegovog epicentra upravo na „kredibilnom“ rasjedu R2. Mehanizam žarišta ovog zemljotresa jasno izražava reversni karakter rasjedanja u ovom zemljotresu.

Tabela 2.12. Vrijednosti maksimalnih ubrzanja tla na području Glavnog grada Podgorica za slučaj “kredibilnog” rasjeda R2 (na čvrstoj stijeni)

| “KREDIBILAN” RASJED | Opsjeg maksimalnih ubrzanja tla na području Glavnog grada Podgorica (cm/s ²) |
|---------------------|--|
| R2 | 40 - 168 |

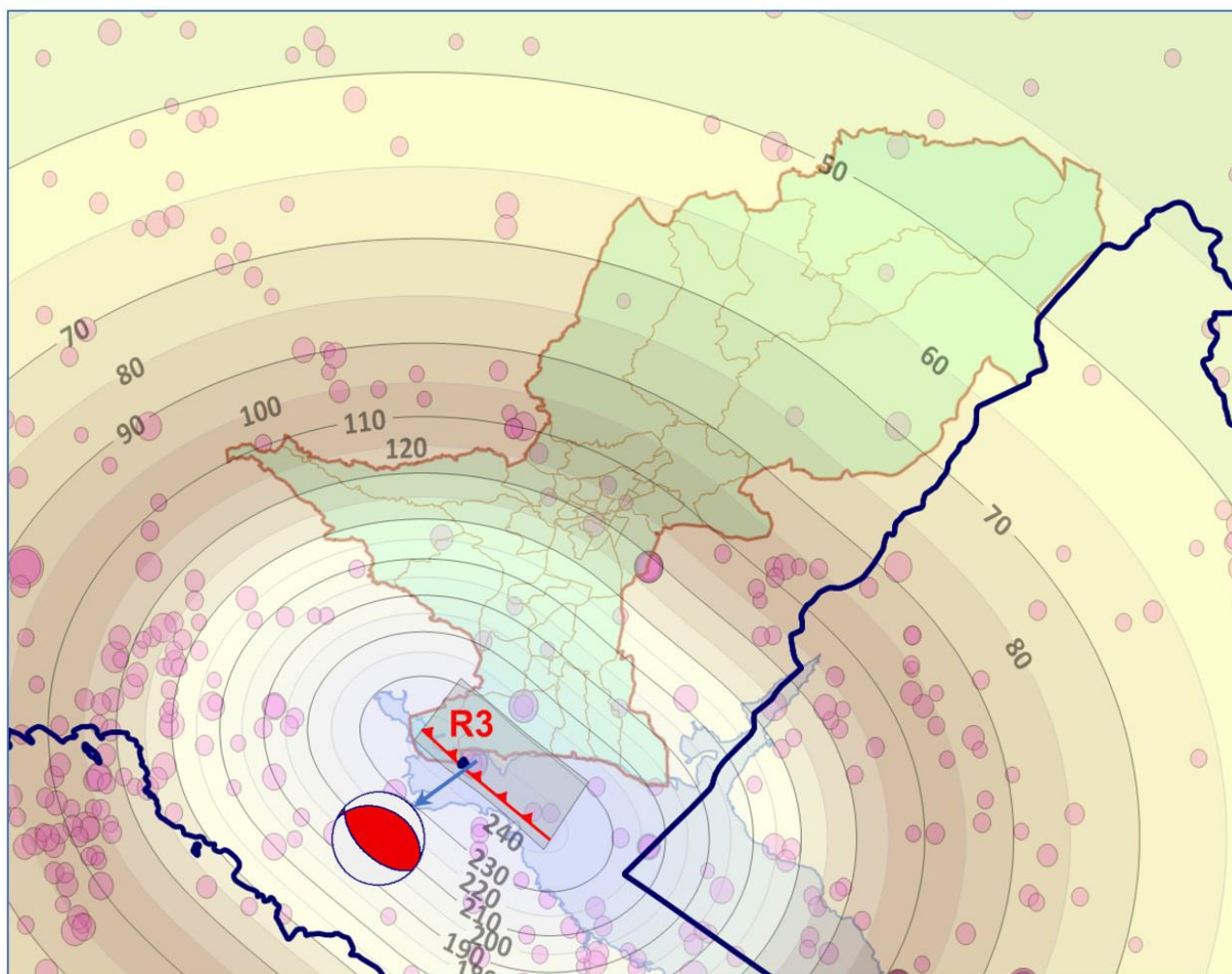


Slika br.2.26. Rezultujući efekti “kredibilnog rasjeda” R2 na područje Glavnog grada Podgorica u slučaju događanja drugog seizmičkog scenarija. Grafičko rješenje mehanizma žarišta zemljotresa od 11. februara 2010. godine, sa magnitudom Mw 4.6, indicirano je strelicom koja ukazuje na njegov epicentar na „kredibilnom“ rasjedu R2, jasno izražavajući reversni karakter rasijedanja u ovom zemljotresu.

Primjenom pomenutih referentnih empirijskih relacija za atenuaciju maksimalnog horizontalnog ubrzanja na osnovnoj (čvrstoj) stijeni i utvrđenih parametara “kredibilnog” rasjeda R2, izvršen je proračun srednjih vrijednosti maksimalnog ubrzanja potencijalno generisanih u takvom seizmičkom scenariju na teritoriji Glavnog grada Podgorica (i neposrednom okruženju) za sve moguće pozicije hipocentra duž njegove trase kako je to naznačeno na slici br.2.25. Maksimalne vrijednosti horizontalnog ubrzanja na teritoriji Glavnog grada Podgorica prikazane su u tabeli 2.12., a kreću se u granicama između 4 i 17 % od ubrzanja sile zemljine gravitacije, što odgovara realno registrovanim maksimalnim horizontalnim ubrzanjima u Podgorici tokom serije zemljotresa iz 1979. godine.

3. Scenario zemljotresa na rasjedu R3

Tektonska zona Budva-Cukali, kao što je već naglašeno, proteže se duž cijele crnogorske obalne linije, kao i duž najvećeg dijela hrvatskog priobalja i karakteriše se značajnom seizmičkom aktivnošću. Dio te zone, u vidu jednog njenog segmenta prostire se i duž područja Glavnog grada Podgorica, što u postupku analize zemljotresnog scenarija obavezuje da se taj segment obuhvati odgovarajućom analizom. Za ovu analizu odabran je segment ove velike tektonske rupture, u vidu rasjeda R3, u dužini od 11.6 kilometara, što rezultira maksimalnim seizmogenim potencijalom od 6.3 jedinice Rihterove skale, saglasno – Wells-Coppersmith-ovoj relaciji koja je ranije diskutovana.



Slika br.2.27. Rezultujući efekti “kredibilnog rasjeda” R3 na područje Glavnog grada Podgorica, u slučaju trećeg seizmičkog scenarija. Mehanizam žarišta zemljotresa od 9. avgusta 1969. godine, sa magnitudom Mw 4.6. godine,

prikazan je sa strelicom koja ukazuje na njegov položaj u odnosu na „kredibilni“ rasjed R3, jasno izražavajući reversni karakter rasijedanja u ovom zemljotresu, sa rasjednom ravni koja je nagnuta ka unutrašnjosti kopna.

Na osnovu sračunatih vrijednosti očekivanih maksimalnih magnituda, koje su prikazane na slici br.2.20., magnituda 6.3 upravo predstavlja srednju vrijednost duž trase rasjeda R3 (slika br.2.27.). Prosječna dubina seizmičke aktivnosti u zoni ovog rasjeda, saglasno karti prosječnih dubina hipocentara zemljotresa (slika br.2.21.) i tabeli 2.10., iznosi 13 km.

Najzad, na osnovu podataka iz baze mehanizama žarišta zemljotresa u Crnoj Gori i neposrednom, seizmički uticajnom okruženju, ovaj rasjed se karakteriše reversnim tipom rasijedanja, što je ilustrovano i primjerom prikazanom na slici br.2.24., kroz rješenjem mehanizma zemljotrea od 9. avgusta 1969. godine, sa magnitudom Mw 4.6 i hipocentrom upravo na rasjednoj ravni tektonske rupture R3 (slika br.2.27.).

Tabela 2.13. Vrijednosti maksimalnih ubrzanja tla na području Glavnog grada Podgorica za slučaj “kredibilnog” rasjeda R3 (na čvrstoj stijeni)

| “KREDIBILAN” RASJED | Opsjeg maksimalnih ubrzanja tla na području Glavnog grada Podgorica (cm/s ²) |
|---------------------|--|
| R3 | 40 - 240 |

Za sve moguće pozicije hipocentra duž trase ovog rasjeda (slika br.2.24.), primjenom pomenutih referentnih empirijskih relacija za atenuaciju maksimalnog horizontalnog ubrzanja na osnovnoj (čvrstoj) stijeni i utvrđenih parametara “kredibilnog” rasjeda R3, izvršen je proračun srednjih vrijednosti maksimalnog ubrzanja potencijalno generisanih u takvom seizmičkom scenariju na teritoriji Glavnog grada Podgorica (slika br.2.24.). Gornja i donja granica tih vrijednosti prikazane su u tabeli 2.13., a kreću se u u granicama između 4 i 24 % od ubrzanja sile zemljine gravitacije.

4. Scenario zemljotresa na rasjedu R4

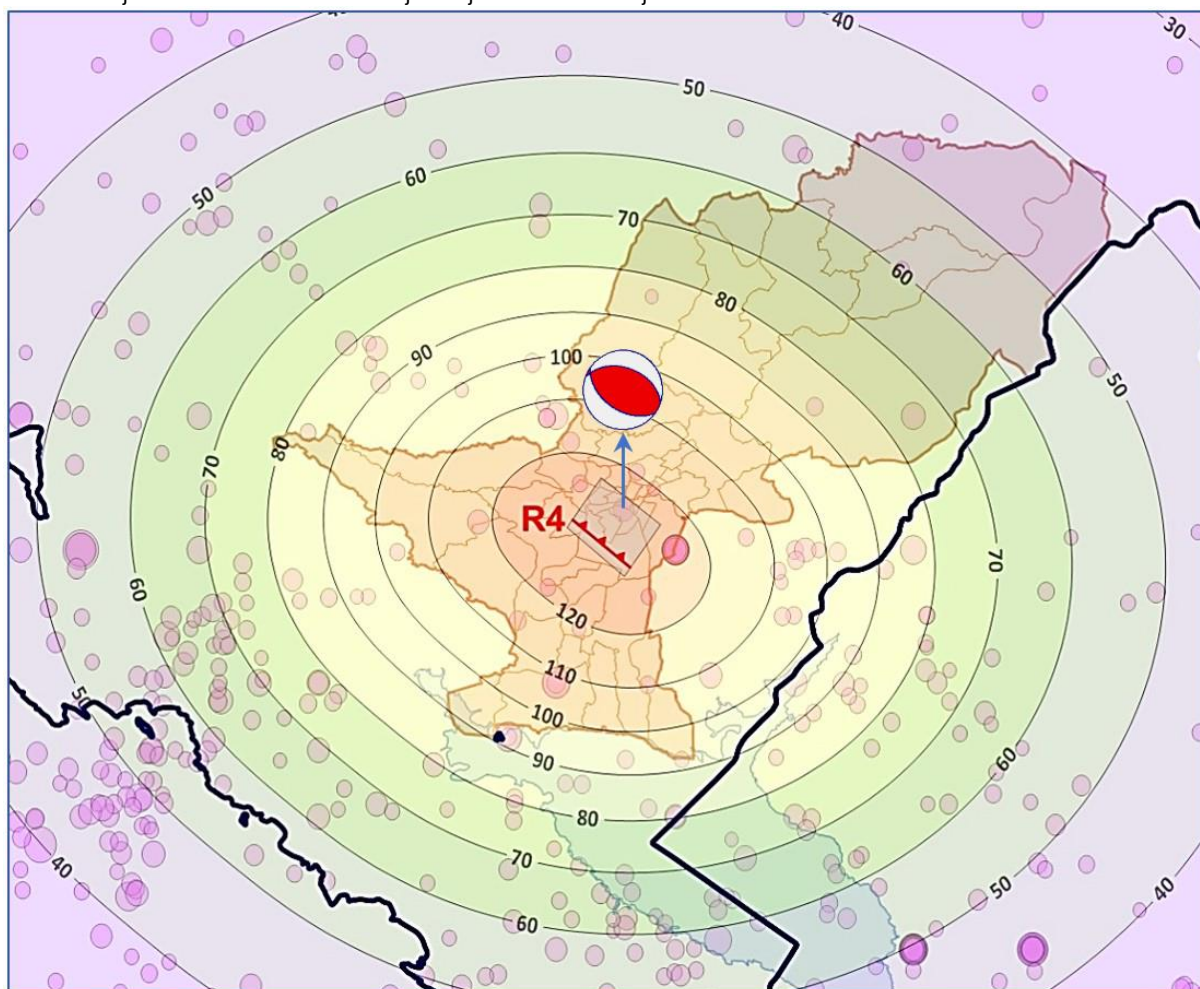
Kao i u porethodnim scenarijima, koristeći pomenute referentne empirijske relacije za atenuaciju maksimalnog horizontalnog ubrzanja na osnovnoj (čvrstoj) stijeni i utvrđene parametre i za “kredibilni” rasjed R4, izveden je proračun srednjih vrijednosti maksimalnog ubrzanja generisanih u takvom seizmičkom scenariju na teritoriji Glavnog grada Podgorica (i neposrednom okruženju) za sve moguće pozicije hipocentra duž njegove trase kako je to naznačeno na slici br.2.28.

Dobijene maksimalne vrijednosti horizontalnog ubrzanja na teritoriji Glavnog grada Podgorica prikazane su na slici 30, a kreću se između 4 na krajnjem sjeveru Glavnog grada do 13 % od ubrzanja sile zemljine gravitacije (981 cm/s²) na njenom krajnjem jugu.

Tabela 2.14. Vrijednosti maksimalnih ubrzanja tla na području Glavnog grada Podgorica za slučaj “kredibilnog” rasjeda R4 (na čvrstoj stijeni)

| “KREDIBILAN” RASJED | Opsjeg maksimalnih ubrzanja tla na području Glavnog grada Podgorica (cm/s ²) |
|---------------------|--|
| R4 | 39 - 128 |

Na slici br.2.28. je prikazana i grafička forma rješenja mehanizma žarišta zemljotresa od 05. septembra 2013. godine (u 18h33m po GMT) sa magnitudom Mw 4.3 sa strelicom koja ukazuje na položaj njegovog epicentra, jasno izražavajući reversni karakter rasijedanja u ovom zemljotresu

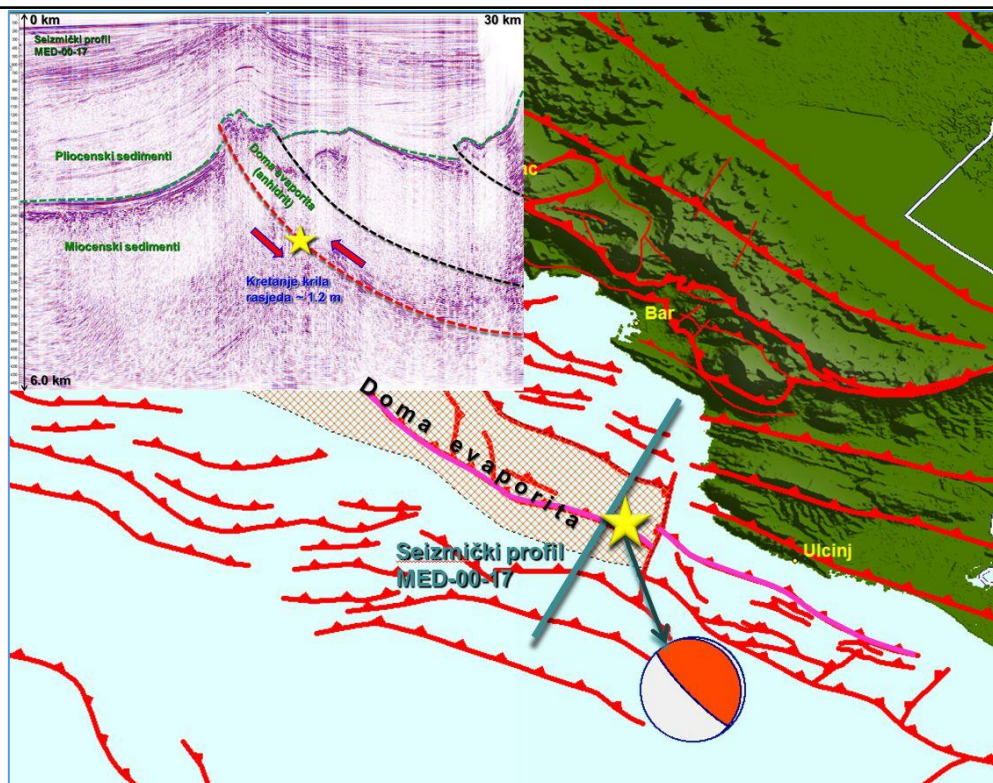


Slika br.2.28. Rezultujući efekti “kredibilnog rasjeda” R4 na područje Glavnog grada Podgorica na područje Glavnog grada Podgorica u slučaju događanja četvrtog seizmičkog scenarija. Prikazana je i grafička forma rješenja mehanizma žarišta zemljotresa od 20. decembra 2013. godine (u 18h33m po GMT) sa magnitudom Mw 4.3 sa strelicom koja ukazuje na položaj njegovog epicentra, jasno izražavajući reversni karakter rasijedanja u ovom zemljotresu.

5. Scenarij zemljotresa na rasjedu R5

Zemljotres od 15. aprila u 07:19:40 po lokalnom vremenu (06:19:40 po GMT) sa magnitudom Mw 7.0 i epicentrom na oko 14 km južno od Bara, u podmorju predstavlja najsnažniji zemljotres koji se u periodu seizmološke instrumentalne ere (od uspostavljanja prve regionalne mreže seizmoloških stanica u Evropi, krajem XIX vijeka) a najvjerovatnije i u znatno dužem istorijskom periodu (oko 10 vijekova) dogodio u Crnoj Gori i njenom neposrednom okruženju. Ova činjenica, kao i razorni i katastrofalni efekti ovog zemljotresa obavezuju na analizu seizmičkog scenarija sa seizmogenim parametrima koji su približno karakterisali taj zemljotres.

Na osnovu rezultata reflektivnih seizmičkih ispitivanja ugljovodonika, ovaj zemljotres je nastao na reversnoj tektonskoj strukturi koja se formira subdukovanjem jadranske tektonske ploče ispod spoljašnjih Dinarida, o čemu je već bilo riječi. Dubina hipocentra je bila relativno mala (4-5 km), međutim, prosječna dubina hipocentara u zoni ovog rasjeda iznosi oko 10 km (slika br.2.21. i tabela) što je kao odgovarajući parametar i korišćeno prilikom analize zemljotresnog scenarija u slučaju geneze zemljotresa na ovom rasjedu.



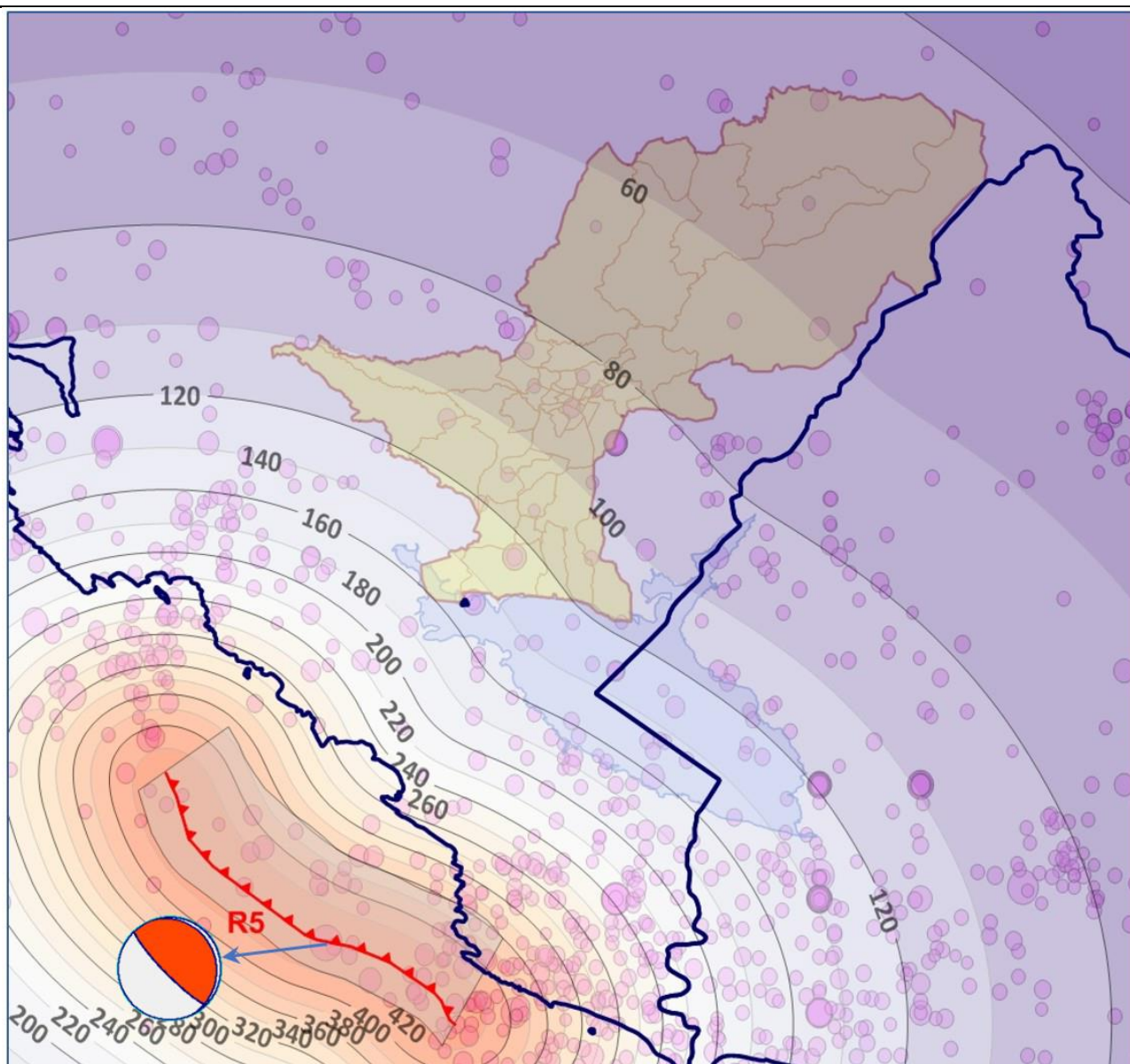
Slika br.2.29. Položaj hipocentra glavnog zemljotresa (15. aprila) sa magnitudom M_w 7.0 u seriji iz 1979. godine, na reflektivnom seizmičkom profilu MED-007, jasno indicirajući reversni mehanizam geneze ovog zemljotresa, sa vrlo malim nagibom rasjedne ravni prema kopnu - od 15 stepeni.

Kartografisana dužina od 36 km ovog rasjeda, na osnovu reflektivne seizmike, rezultirala je njegovim očekivanim maksimalnim seizmogenim potencijalom od M_w 6.9 na osnovu ranije diskutovane empirijske relacije Wells-Coppersmith (1994).

Tabela 2.15. Vrijednosti maksimalnih ubrzanja tla na području Glavnog grada Podgorica za slučaj "kredibilnog" rasjeda R5 (na čvrstoj stijeni)

| "KREDIBILAN" RASJED | Opsjeg maksimalnih ubrzanja tla na području Glavnog grada Podgorica (cm/s^2) |
|---------------------|---|
| R5 | 42 - 153 |

Mehanizam ovog glavnog zemljotresa iz serije zemljotresa tokom 1979. godine, kao i većeg broja naknadnih snažnih zemljotresa (iznad magnitude ML 4.5) imao je jasan reversni karakter rasijedanja kao što je to prikazano na slikama br.2.29. i 2.30. odgovarajućim kružnim simbolom, pri čemu crvena površina kruga označava kompresione djelove nodalnih segmenata jedinične sfere, dok bijelo sjenčena površina indicira- dilatacione segmente. Odnos ovih segmenata, zajedno sa nodalnim ravnima koje ih dijele na kvadrante, ovakav simbol mehanizma rasijedanja reprezentuje stanje tektonskog napona u žarištu zemljotresa u trenutku njegovog nastanka.



Slika br.2.30. Rezultujući efekti “kredibilnog rasjeda” R5 na područje Glavnog grada Podgorica pri događanju petog seizmičkog scenarija. Prikazana je i grafička forma rješenja mehanizma žarišta zemljotresa od 15. aprila 1979. godine (u 06h19m po GMT) sa magnitudom ML 6.9 (Mw 7.0). Strelica ukazuje na položaj njegovog epicentra i odnos ka „kredibilnom“ rasjedu R5, jasno izražavajući normalni karakter rasijedanja u ovom zemljotresu, sa vrlo blago nagnutom rasjednom ravni ka kopnu.

6. Scenario zemljotresa na rasjedu R6

Tektonska zona Budva-Cuali, kao što je već naglašeno, proteže se duž cijele crnogorske obalne linije, kao i duž najvećeg dijela hrvatskog priobalja i karakteriše se značajnom seizmičkom aktivnošću. Za ovu analizu odabran je segment ove velike tektonske rupture, u vidu rasjeda R3, u dužini od 14 kilometara, što rezultira maksimalnim seizmogenim potencijalom od 6.4 jedinice Rihterove skale, saglasno Wells-Coppersmith-ovoj relaciji koja je ranije diskutovana. Na osnovu sračunatih vrijednosti očekivanih maksimalnih magnituda, koje su prikazane na slici br.2.20., magnituda 6.4 upravo predstavlja srednju vrijednost duž trase rasjeda R6 (slika br.2.31.). Prosječna dubina seizmičke aktivnosti u zoni ovog rasjeda, saglasno karti prosječnih dubina hipocentara zemljotresa (slika br.2.21.) i tabeli 2.7., iznosi 8 kilometara. Saglasno regionalnom seizmogenom karakteru, kao što je već naglašeno, cijelo područje spoljašnjih Dinarida, uključujući i najveći dio crnogorskog i hrvatskog podmorja, odlikuje se dominantnom genezom reversnog tipa tektonskih rasjeda, posebno kod jakih zemljotresa. Kao indikator takvog

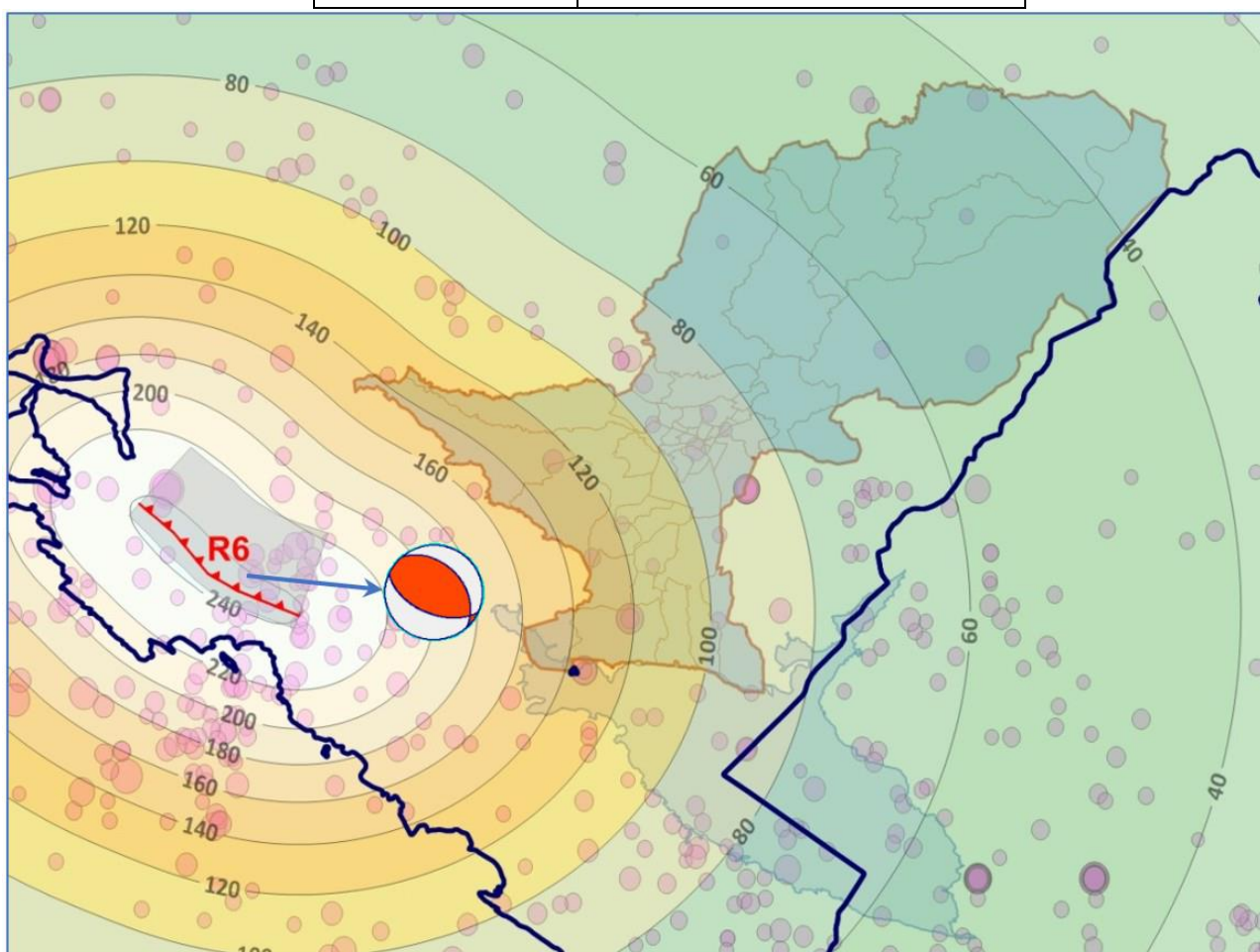
PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

naposnskog stanja, na slici br.2.30. je prikazano rješenje reprezentativnog mehanizma žarišta zemljotresa od 24. novembra 1985. godine sa magnitudom Mw 5.1, koji jasno povrđuje navedenu diskusiju.

Sračunate vrijednosti maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla (na čvrstoj stijei) prikazane su u grafičkom obliku na slici 32, a granične vrijednosti i u Tabeli 2.16.

Tabela 2.16. Vrijednosti maksimalnih ubrzanja tla na području Glavnog grada Podgorica za slučaj "kredibilnog" rasjeda R6 (na čvrstoj stijeni)

| "KREDIBILAN" RASJED | Opsjeg maksimalnih ubrzanja tla na području Glavnog grada Podgorica (cm/s ²) |
|---------------------|--|
| R6 | 33 - 160 |



Slika br.2.31. Rezultujući efekti "kredibilnog rasjeda" R6 na područje Glavnog grada Podgorica pri događanju šestog seizmičkog scenarija. Prikazana je i grafička forma rješenja mehanizma žarišta zemljotresa od 24. novembra 1985. godine (u 12h53m po GMT) sa magnitudom Mw 5.1 koji je vezan za ovaj rasjed, jasno izražavajući reversni karakter rasijedanja. Strelicom je indiciran njegov položaj u odnosu realni položaj epicentra, u ovom zemljotresu.

2.5.3. Rezultujući efekti scenario zemljotresa u uslovima lokalnog tla

Nakon događanja zemljotresa u hipocentru, prilikom širenja seizmičkih talasa u okolni prostor zemljine kore i dublje unutrašnjosti, seizmički talasi se modifikuju na svim kontaktima različitih geoloških sredina koje posjeduju različita mehanička svojstva, odnosno brzine prostiranja seizmičkih talasa. Nakon ulaska seizmičkih talasa u pripovršinski sedimentni kompleks, koji je prisutan na većem dijelu zemljine površine, a koji se najčešće karakteriše vrlo slabim mehaničkim svojstvima (uz često odustvo vezanosti tog materijala), odnosno brlo niskim brzinama longitudinalnih, a posebno transverzalnih seizmičkih talasa, nastaje njihovo višestruko reflektovanje na samoj površini tla (gdje se cjelokupna seizmička energija talasa vraća u unutrašnjost sloja) i granične ravni čvrste stijene koja se nalazi u

podlozi ovih mekih sedimenata. Taj proces može da se odvija u višestrukom reflektovanju iste energije (proces amplifikacije), što rezultira značajnim uvećanjem ukupnog seizmičkog dejstva na površini tla, odnosno na nivou temelja građevinskih objekata, uslovljavajući značajno veće razarajuće efekte.

Odnos maksimalne amplitude transverzalnog seizmičkog talasa na površini tla i njegove ekvivalentne vrijednosti na čvrstoj stijeni u podlozi sloja male brzine, odnosno lokalnog tla, u analizi geodinamičkog modela tla i njegove reakcije na seizmičku pobudu sa čvrste stijene, određuje se numerički i izražava kao dinamički faktor amplifikacije tla (DAF).

a) Dinamički faktor amplifikacije tla

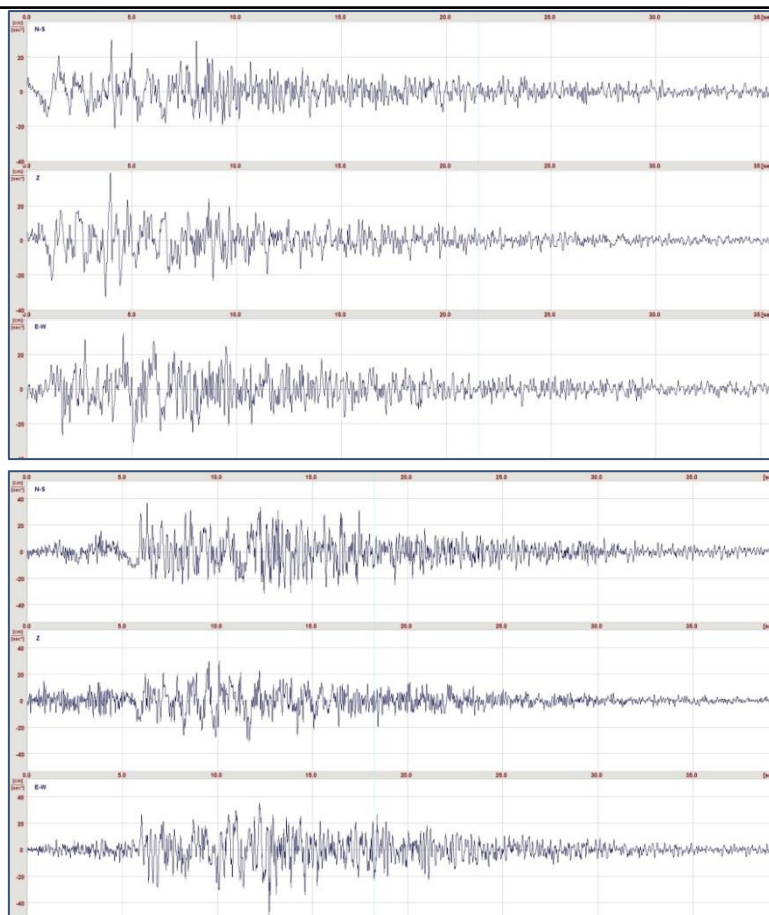
Za potrebe analize reakcije geodinamičkog modela tla na seizmičku pobudu sa osnovne stijene lokacije, danas se primjenjuju brojni savremeni metodološki postupaci kojima se definišu numerička rješenja sistema diferencijalnih jednačina širenja seizmičkih talasa u geotehničkom modelu tla lokacije (npr. Lomnitz i Rosenblueth, 1976, Richart i dr. 1970, Housner 1970 i dr.). Već duži niz godina u praksi se intenzivno i uspješno koristi postupak koji je primijenjen u kompjuterskom programu SHAKE91 (Idriss and Sun 1992) za modelovanje elastičnog odziva geotehničke sredine (originalni pristup publikovan je od strane Schnabel et al., 1972).

U primijenjenoj metodi se analizira ponašanje transverzalnih (smičućih) seizmičkih talasa pri njihovoj vertikalnoj transmisiji kroz geotehničku sredinu. Postupak modelovanja obuhvata analizu kompleksne amplitudno-frekventne transformacije incidentnih seizmičkih talasa pri njihovom kretanju od čvrste podloge modela tla kroz sam model, u procesu višestrukog refraktovanja i reflektovanja na granicama različitih elastičnih svojstava.

Numerička rješenja talasnih jednačina u slojevima modela koriste se uz primjenu reprezentativnih akceleroograma zemljotresa kao seizmičke pobude geodinamičke sredine, u cilju definisanja sintetičkih akceleroograma na nivou fundamenta objekta ili na površini tla lokacije.

Jedan primjer neposredno registrovane vrijednosti dinamičkog faktora amplifikacije prikazan je na slici br.2.32., koja sadrži akceleroграme registrovane tokom događanja glavnog zemljotresa u seriji iz 1979. godine, od kojih je jedan (gornji na slici 34) registrovan u podrumu Seizmološkog zavoda, na čvrstoj stijeni, dok drugi (donji na slici 34) akceleroграм registrovan na temelju tadašnjeg objekta Geološkog zavoda (na karakterističnom tlu – koji čini kompozit aluvijalnih sedimenata debljine 35 metara, koji leži preko osnovne, čvrste stijene). Maksimalne vrijednosti horizontalnog ubrzanja tla na akceleroграмima iz Geološkog zavoda i akceleroграмima iz Seizmološkog zavoda, veće su za oko 70 % od tih vrijednosti na akceleroграмima iz Seizmološkog zavoda (uz istovremeno znatno bogatij frekventni ispektor), što ukazuje da je na lokaciji objekta Geološkog zavoda dinamički faktor amplifikacije iznosi oko 1.7.

S obzirom da su realni akceleroграмi često registrovani uz amplitudnu i frekventnu modifikaciju originalnog seizmičkog signala pod uticajem lokalnih uslova tla, odnosno da su amplitudno-frekventno modifikovani, saglasno geodinamičkim karakteristikama tla na lokaciji na kojoj je akceleroграм snimljen (osim onih koji su registrovani na osnovnoj stijeni), takve akceleroграme je prethodno potrebno dekonvoluisati, odnosno izvršiti njihovo numeričko svođenje na nivo osnovne stijene (npr. Menke, 2018; Zou, 2014; Reiner, 1977 i dr.). Na ovaj način, dobijaju se dekonvoluisani akceleroграмi koji su ekvivalentni onima koji bi bili registrovani na osnovnoj stijeni lokacije akceleroграфа pri dejstvu zemljotresa identične magnituda i položaja hipocentra.



Slika br.2.32. Primjer realnih akceleroograma registrovanih tokom događanja glavnog zemljotresa u seriji iz 1979. godine, od kojih je gornji na slici registrovan u podrumu Seizmološkog zavoda, na čvrstoj stijeni, dok je donji akceleroogram registrovan na temelju tadašnjeg objekta Geološkog zavoda (na karakterističnom tlu). Maksimalne vrijednosti horizontalnog ubrzanja tla na akceleroogramima iz Geološkog zavoda i akceleroograma iz Seizmološkog zavoda, veće su za oko 70 % od tih vrijednosti na akceleroogramima iz Seizmološkog zavoda (uz istovremeno znatno bogatiji frekventni ispektar). Ovo ukazuje da na lokaciji objekta Geološkog zavoda dinamički faktor amplifikacije iznosi oko 1.7.

Ovaj kratko opisani postupak bio je primijenjen i u postupku seizmičke mikroneonizacija Glavnog grada Podgorica, kao i svih drugih opština Crne Gore u post-zemljotresnom periodu (1982. – 1987. godina) obnove i izgradnje područja postradalog u razornom zemljotresu od 15. aprila 1979. godine.

b) Modifikator tla

U cilju obuhvatanja efekta karakteristične lokacije, odnosno seizmičkih efekata tla lokacije u preporukama Eurokoda 1998 (MEST EN 1998-1:2015/NA, 2015) za dinamičku karakterizaciju određenih tipova zgrada i tipova tla (Giovinazzi and Lagomarsino, 2004) se uvodi pojam „modifikator tla“, odnosno modifikator indeksa ranjivosti objekata. U njegovoj evaluaciji se koriste odgovarajući horizontalni elastični spektri odziva, koji su u standardu EC8 utvrđeni za različite tipove tla.

Za zgrade, osnovni period sopstvenih oscilacija T_1 je utvrđen za kategorije zidanih objekata i konstrukcije od armiranog betona i to za tri različite spratnosti objekata i za međuspratnu visinu od 3 metra, primjenom izraza predloženog u Eurokodu 8 (tabela 2.17.).

Tabela 2.17. Osnovni period sopstvenih oscilacija T_1 za zidane i AB objekte

| | Zidane konstrukcije | | | AB konstrukcije | | |
|-----------|---------------------|------|---------|-----------------|------|---------|
| Spratnost | 1-3 | 4-6 | preko 6 | 1-3 | 4-6 | preko 6 |
| | 2 | 4 | 6 | 3 | 7 | 12 |
| T_1 | 0.19 | 0.32 | 0.44 | 0.39 | 0.74 | 1.10 |

Za svaki od ovih perioda oscilacija, faktor množenja f_{PGA} se proračunava tako da na određenoj kategoriji zgrade (za T_1 fiksno) koja je izgrađena na određenom lokalnom tlu, ovaj faktor ostvaruje seizmičko dejstvo sposobno da proizvede isti efekat kao da je objekat izgrađen na čvrstom tlu (stijeni) odnosno na tlu tipa A po Eurokodu EN1998-1. PGA multiplikacioni faktor se procenjuje kao količnik spektralne akceleracije za sopstvenu periodu oscilacije zgrade T_1 na specifičnom tlu tipa K i tla tipa A sledeći način :

$$f_{PGA} = \frac{Sa[T_1]_{Tlo_K}}{Sa[T_1]_{Tlo_A}}$$

Tabela 2.18. PGA multiplikacioni faktor f_{PGA} za EC8 tipove tla i različite kategorije objekata.

| Zidane konstrukcije | | | | | AB konstrukcije | | | | |
|---------------------|------|-------|-------|------|-----------------|-----|-------|------|------|
| Spratnost | B/A | C/A | D/A | E/A | Spratnost | B/A | C/A | D/A | E/A |
| 1-3 | 1.2 | 1.15 | 1.35 | 1.4 | 1-3 | 1.2 | 1.15 | 1.35 | 1.4 |
| 4-6 | 1.2 | 1.15 | 1.35 | 1.4 | 4-6 | 1.5 | 1.725 | 2.5 | 1.75 |
| preko 6 | 1.32 | 1.265 | 1.485 | 1.54 | preko 6 | 1.5 | 1.725 | 2.7 | 1.75 |

Rezultujući priraštaj intenziteta zemljotresa ΔI se može definisati na osnovu korelacione funkcije $I - PGA$ (Guagenti and Petrini, 1989):

$$\Delta I = \frac{\ln(f_{PGA})}{0.602}$$

Za primjenu ove procedure procjene seizmičke amplifikacije lokalnog tla, neophodno je poznavati tačnu tipologiju objekata, njihove konstruktivne karakteristike, prostorni položaj, kao i klasifikaciju lokalnog tla na kojem su izgrađeni, što u slučaju Glavnog grada Podgorica, kao i cijele Crne Gore, nažalost nije slučaj, te ovu metodu još uvijek nije moguće primijeniti u predmetnom slučaju.

c) Koeficijent seizmičnosti

Kao što je već ranije kratko navedeno, u periodu nakon razornog zemljotresa u Crnoj Gori 1979. godine (1982. – 1987. godina) za urbano područje Glavnog grada Podgorica (kao i za sve tadašnje opštine Crne Gore) je izrađena detaljna karta seizmičke mikrozonacije u razmjeri 1:5.000 sa prikazanim odgovarajućim seizmičkim zonama. Ova karta je zatim bila osnova za izradu Karte podobnosti terena za urbanizaciju ove opštine.

Prema Tehničkim normativima za izgradnju objekata u seizmičkim područjima na teritoriji Crne Gore¹⁴ koji su važili u vrijeme izrade karata seizmičke mikrozonacije teritorije Glavnog grada Podgorica, projektovanje objekata sigurnih na dejstvo seizmičkih uticaja, vršilo se pojednostavljenim postupkom – primjenom metode ekvivalentnih

¹⁴ Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima /Sl. list SFRJ 31/81, 49/82, 29/83, 21/88, 52/90/ i Pravilnik o tehničkim normativima za projektovanje i proračun inženjerskih objekata u seizmičkim područjima /1986. /.

statičkih opterećenja. U tom slučaju, potrebno je poznavati *koeficijent seizmičkog intenziteta*. Prema toj metodi, mjerodavna totalna horizontalna seizmička sila S koja u dinamičkim uslovima djeluje na objekat, određuje se prema izrazu:

$$S = K \cdot Q$$

pri čemu je:

K - ukupni seizmički koeficijent za horizontalni pravac i

Q – totalna efektivna težina objekta (jednaka zbiru sopstvene težine i polovine težine korisnog tereta).

Ukupni seizmički koeficijent K se izračunava prema izrazu:

$$K = K_0 \cdot K_S \cdot K_d \cdot K_p$$

gdje su: K_0 – koeficijent kategorije objekta, K_S - koeficijent seizmičkog intenziteta (koeficijent seizmičnosti) zatim K_d - koeficijent dinamičnosti i K_p - koeficijent duktilnosti i prigušenja.

Koeficijent seizmičkog intenziteta za objekte i kategorije se određuje na osnovu očekivanih maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla na površini predmetne lokacije, za odgovarajuće povratne periode vremena (na osnovu rezultata seizmičkog mikrozoniranja ili posebnih istraživanja na lokaciji), prema realciji:

$$K_S = \frac{a_{\max} \cdot B_{\max}}{g \cdot \mu}$$

gdje su: a_{\max} - očekivano maksimalno ubrzanje tla na nivou fundamenta objekta,
 B_{\max} - maksimalna vrijednost reprezentativnog spektra reakcije apsolutnog ubrzanja,
 g - ubrzanje Zemljine teže,
 μ - ekvivalentni faktor duktiliteta objekta.

Tako, na primjer, za pretežno armirano-betonski tip konstrukcije predmetnog objekta, ekvivalentni faktor duktiliteta se može usvojiti kao $\mu = 4.0$, dok za maksimalnu vrijednost reprezentativnog spektra reakcije ovog objekata treba usvojiti vrijednost $B_{\max} = 2.0$, koja važi za sopstvene periode oscilovanja ispod 0.8 sekundi, što uključuje i karakteristike predmetnog objekta.

Za objekte II kategorije po pomenutom Pravilniku, seizmičnost se opisivala preko koeficijenta seizmičkog intenziteta K_S kao u tabeli 2.19.

Tabela 2.19. Vrijednosti koeficijenta seizmičkog intenziteta K_S za objekte II kategorije saglasno Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima

| Zona seizmičnosti (MCS) | K_S |
|-------------------------|-------|
| VII | 0.025 |
| VIII | 0.050 |
| IX | 0.100 |

Karte seizmičke mikrozonizacije urbanog područja Glavnog grada Podgorica (slika br.2.33a), izrađene su 1986. godine (IZIIS, 1986), a predstavljaju integralnu predstavu rezultata kompleksnih i obimnih geoloških i geofizikih terenskih ispitivanja i istražnog bušenja, kroz izdvojene zone različitih geodinamičkih karakteristika, odnosno kvaliteta tla sa aspekta njihovih potencijalnih amplifikacionih svojstava (zone: B3, C1, C2).

Seizmičkom mikrozonizacijom je obuhvaćen samo uži dio urbanog područja ove Glavnog grada, imajući u vidu stanje tokom 1986. godine. S obzirom na potrebu analize geodinamičkih uticaja lokalnog tla na cijelom području Glavnog grada Podgorica, za potrebe ovog dokumenta - preostali dio je analiziran koristeći sadržaj Geološke karte ovog područja (Geološki zavod: Osnovna geološka karta Crne Gore,

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

razmjere 1:100,000) uz korelaciju podataka o tipizaciji geoloških jedinica sa ekvivalentnim jedinicama na dijelu teritorije koji je obuhvatila Karta seizmičke mikroneonizacije (slika br.2.33c). Na ovaj način je dobijena integralna karta seizmičke reonizacije za cijelo područje ove opštine.

Na osnovu tih podataka moguće je utvrditi dinamički faktor amplifikacije tla (DAF) za svaku zonu, na osnovu vrijednosti koeficijenta seizmičkog intenziteta (K_s) i očekivanog maksimalnog ubrzanja na osnovnoj stijeni za korišćene referentne povratne periode vremena u procesu izrade tih karata. Dinamički faktori amplifikacije koji su sračunati na taj način, prikazani su u tabeli XX za sve tipove tla, odnosno seizmičke zone, na području koje je obuhvatila seizmička mikroneonizacija.

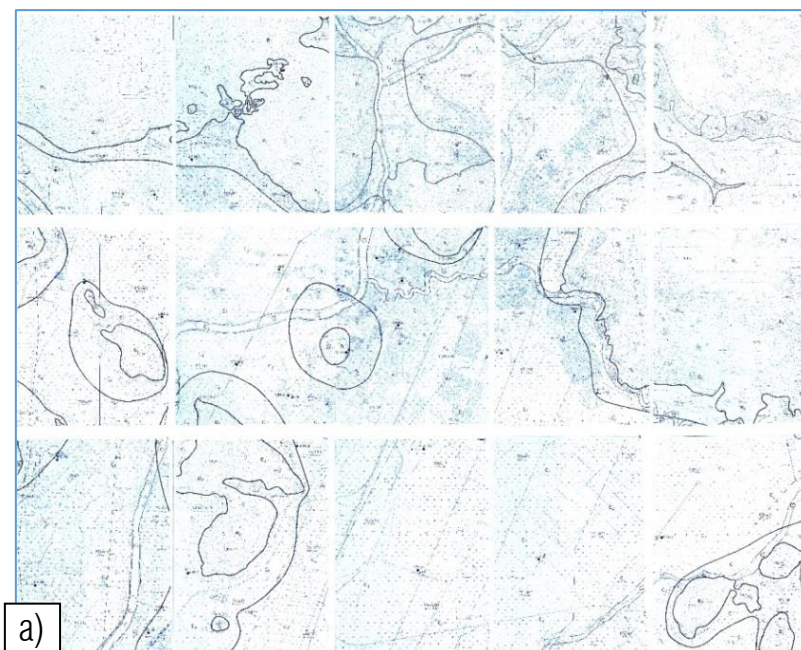
Tako sračunate vrijednosti amplifikacionog faktora tla su korišćene za proračun ukupnih efekata kredibilnih scenarija zemljotresa na površini lokalnog tla. Naime, za proračun ukupnog dejstva zemljotresa na površini tla (acc_{ukupno}), za svaku ispitivanu tačku u mreži kojom je obuhvaćena teritorija cijele opštine Podgorica, sračunat je proizvod maksimalnog ubrzanja na osnovnoj stijeni lokacije ($acc_{na osnovnoj stijeni}$), za svih 6 scenarija zemljotresa, sa odgovarajućim faktorom amplifikacije tla (DAF) na svim tačkama mreže na tim lokacijama, dobijajući ukupno maksimalno horizontalno ubrzanje na površini tla, kao:

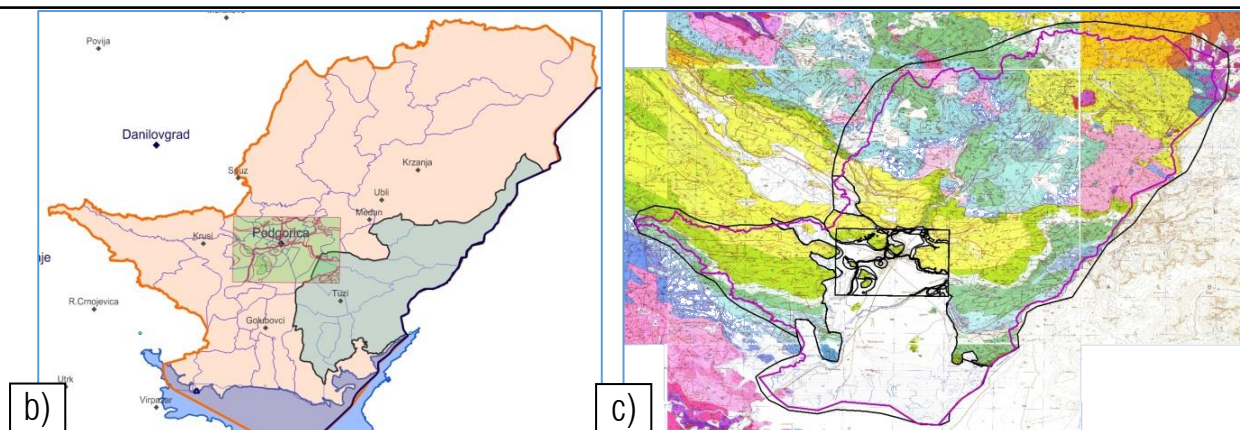
$$acc_{ukupno} = acc_{na osnovnoj stijeni} \cdot DAF$$

Tabela 2.20. Proračun dinamičkog faktora amplifikacije tla na osnovu parametara na kartama seizmičke reonizacije Glavnog grada Podgorica.

| SEIZMIČKA ZONA | a_{mx} (T=100 god.) | K_s | DAF* [$a_{mx}/a_{mx(100\text{ god.})}$] |
|----------------|--------------------------|-------|--|
| B3 | 0.14 | 0.045 | 1.00 |
| C1, C1n | 0.16 | 0.079 | 1.76 |
| C2, C2n | 0.20 | 0.090 | 2.00 |

Napomena: * DAF – dinamički faktor amplifikacije tla





Slika br.2.33. a) Kompozit raspoloživih karata seizmičke mikroneonizacije urbanog područja Glavnog grada Podgorica iz 1986. godine (15 listova, IZIS, 1986) **b)** položaj tih karata seizmičke mikroneonizacije u odnosu na cijelu teritoriju Glavnog grada Podgorica (zeleni pravougaonik u centralnom dijelu) i **c)** proširena karta seizmičke reonizacije - na osnovu geološke karte Crne Gore (razmjere 1:100,000, 6 listova), za van-urbano područje Podgorice.

d) Relacija intenzitet zemljotresa - maksimalno ubrzanje tla

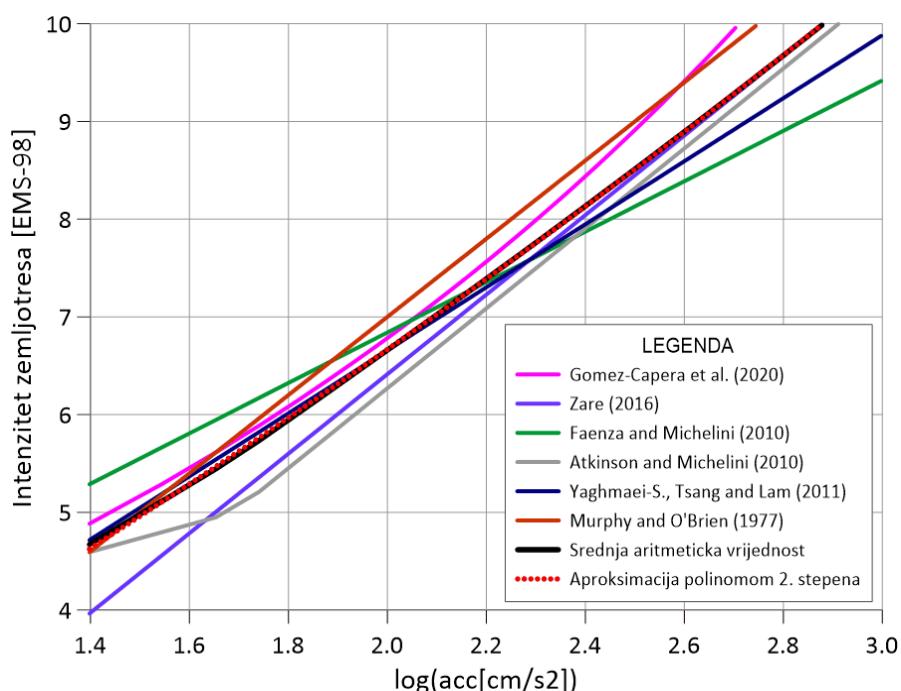
Za ocjenu efekata dejstva zemljotresa na određeni objekat, infrastrukturni elemenat, ali i na cijelu društvenu zajednicu najčešće se koristi odgovarajuća ljestvica intenziteta zemljotresa. Tokom istorije seizmologije, razvijeno je nekoliko skala intenziteta zemljotresa, počevši od prve, Mekalijeve skale iz 1883. godine, preko Merkali-Kankani-Zibergove (MCS), zatim MKS-64 (skala Instituta fizike Zemlje u Moskvi), američke modifikovane merkalijeve skale (MMI) - pa do najsavremenije evropske makroseizmičke skale EMS. Većina savremenijih skala u intervalu štetnih dejstava zemljotresa - između V i IX stepena, koji je od interesa za ovu studiju, su međusobno numerički kompatibilne, uz manje razlike u dijelu tekstualnih tumačenja oštećenja konstrukcija (na primjer: Musson i dr. 2009).

Imajući u vidu da se egzaktno kvantifikovanje dejstva zemljotresa (seizmičkog dejstva) teško može izvesti neposrednom primjenom bilo koje skale intenziteta, s obzirom na njihovu definiciju, gotovo redovno se za takvu analizu koristi maksimalno horizontalno ubrzanje, koje je direktno proporcionalno odgovarajućoj vrijednosti intenziteta zemljotresa, nakon čega se obavlja konverzija tog ubrzanja u ekvivalentni intenzitet u decimalnom obliku i na kraju, zaokruživanjem tih vrijednosti - u oblik stepena intenziteta.

Za izražavanje stepena intenziteta zemljotresa u funkciji ekvivalentnog maksimalnog horizontalnog ubrzanja tla, do sada su u svijetu razvijene brojne relacije - na primjer: Gomez-Capera et al. (2020), Fasan (2019), Sović (2018), Zare (2016), Yaghmaei-Sabegh et al. (2011), Faenza and Michelini (2010), Atkinson i Kaka (2007) i brojni drugi. U cilju ostvarivanja što veće pouzdanosti rezultata u primjeni relacije intenzitet – maksimalno horizontalno ubrzanje tla, u daljoj analizi scenarija zemljotresa za prostor obuhvaćeno ovom studijom - teritoriju Glavnog grada Podgorica, odabrano je šest takvih empirijskih relacija (slika br.2.34.).

Naime, kao reprezentativne su izabrane relacije: Gomez-Capera et al. (2020), Zare (2016), Faenza and Michelini (2010), Yaghmaei-Sabegh et al. (2011), Atkinson and Kaka (2007) i Murphy J. and O'Brien L. (1977), odnosno njihova aritmetička sredina. Razlozi za izbor ovih relacija, kao reprezentativnih za prostor šire okoline opština Podgorica su sadržani u sličnost geoloških uslova terena, karakteristika seizmogenih rasjeda, kao i karakteristika seizmičnosti prostora za koje su izabrane empirijske relacije razvijene, u odnosu na ista svojstva šireg geološkog područja Glavnog grada Podgorica. Sve ove relacije su u

značajnoj mjeri konsistentne u opsegu između VI i IX stepeni EMS98 skale intenziteta, koji je od najvećeg značaja za ocjenu štetnih efekata zemljotresa na predmetnom području Glavnog grada.



Slika br.2.34. Funkcije intenziteta zemljotresa u zavisnosti od maksimalnog horizontalnog ubrzanja tla (izraženog u logaritamskom obliku i jedinicama cm/s^2) za šest reprezentativnih empirijskih relacija: Gomez-Capera et al. (2020), Zare (2016), Faenza and Michelini (2010), Atkinson and Kaka (2007), Yaghmaei-Sabegh et al. (2011) i Murphy and O'Brien (1977) kao i srednja vrijednost ovih relacija (isprekidana linija crne boje). Grafički oblik numeričke aproksimacije srednjih vrijednosti ovih empirijskih relacija aproksimirana je polinomom drugog stepena (crvena isprekidana linija).

Grafički oblici šest odabranih relacija prikazani su na slici br.2.33. različitim bojama, dok je njihova aritmetička sredina izražena linijom crne boje. Numerička aproksimacija srednjih vrijednosti ovih empirijskih relacija uspješno je izražena polinomom drugog stepena u sledećem obliku:

$$I_{EMS98} = 0.6388 + 2.4788 \cdot \log(\xi) + 0.26759 \cdot \log^2(\xi) \quad (1)$$

pri čemu ξ predstavlja vrijednost maksimalnog horizontalnog ubrzanja, koje je izraženo u cm/s^2 , a I_{EMS98} - ekvivalentni intenzitet zemljotresa, izražen u EMS skali intenziteta. Na slici 36 ova numerička aproksimacija intenziteta u funkciji horizontalnog ubrzanja je prikazana crvenom isprekidanom linijom.

Inverzna funkcija prethodnoj (maksimalno ubrzanje kao funkcija intenziteta zemljotresa) može se izvesti iz gornjeg izraza (2) u obliku:

$$\log(\xi) = -0.12046 + 0.35331 \cdot I_{EMS98} - 0.005319 \cdot I_{EMS98}^2 \quad (2)$$

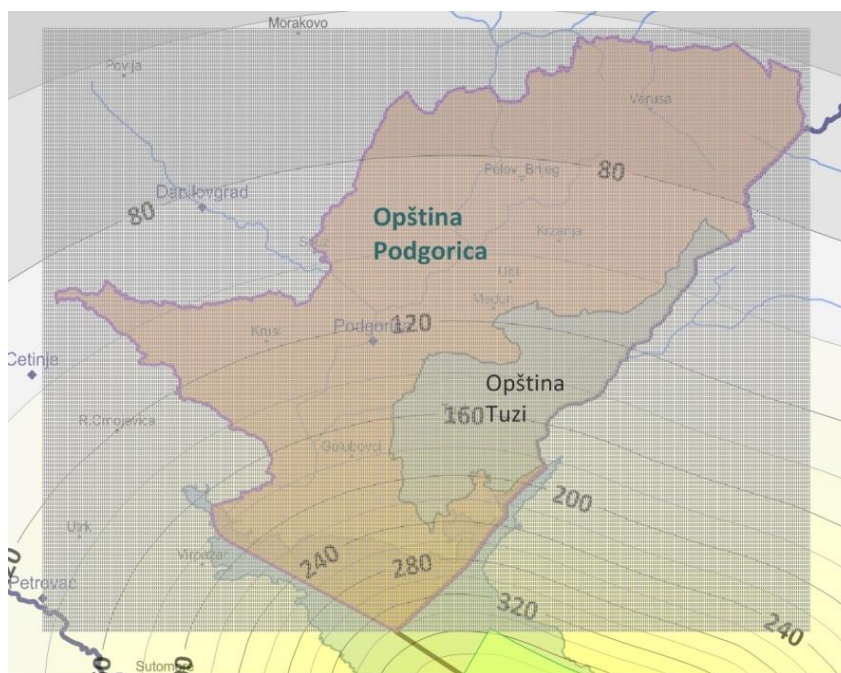
U narednom dijelu ove studije, ove relacije će biti korišćene za sve konverzije maksimalnog horizontalnog ubrzanja na osnovu stijeni u odgovarajuće vrijednosti intenziteta zemljotresa (izraženog u EMS skali) i obrnuto.

e) *Analiza efekata scenario zemljotresa u uslovima lokalnog tla*

Kao što je već opisano kod izlaganja amplifikacionih svojstava geotehničke sredine, nakon događanja zemljotresa, seizmički talasi se pri svom kretanju kroz stijene različitih mehaničkih svojstava, od hipocentra do građevinskog objekta na površini, modifikuju amplitudno i frekventno. Pri tome se njihov razorni efekat redovno povećava, s obzirom na amplitudno uvećanje talasa, posebno grupe transversalnih talasa (koji su zbog karaktera oscilovanja sredine koje izazivaju - znatno destruktivniji od longitudinalnih talasa).

U prvoj fazi proračuna dejstva scenario zemljotresa, sračunate su vrijednosti maksimalnih horizontalnih ubznanja tla za selektovane scenarije zemljotresa (slike 37 do 43) preko empirijskih relacija koje su razvijene za uslove čvrste stijene (odnosno za tlo tipa **A** prema Eurokodu MEST EN1998-1, koje se karakteriše brzinom transversalnih talasa preko 800 m/s). Zbog toga je, u drugoj fazi proračuna neophodno seizmički amplifikacioni efekat lokalne geotehničke sredine - dodati na vrijednosti tih ubznanja na čvrstoj stijeni.

Zahvaljujući činjenici da je ovaj efekat analiziran tokom faze seizmičke mikroneonizacije urbanog dijela teritorije Glavnog grada Podgorica, u post-zemljotresnom periodu (1982.-1987. godina), kao što je to već naglašeno kod izlaganja dinamičkog faktora amplifikacije tla, to je bilo moguće nakon georeferenciranja i digitalizacije detaljnih karata seizmičke mikroneonizacije, utvrditi faktore amplifikacije za svaku tačku tog područja i sračunati ukupne vrijednosti maksimalnog horizontalnih ubznanja na površini urbanog dijela Glavnog grada Podgorica.



Slika br.2.35. *Gusta mreža tačkaka (80x80 m, sa ukupno 555.000 tačkaka) formirana za proračun ukupnog seizmičkog efekta scenario zemljotresa na području Glavnog grada Podgorica.*

Područja izvan urbane zone ove opštine (u vrijeme izrade karata seizmičke mikroneonizacije) dominantno se karakterišu čvrstom stijenom u podlozi (pripadaju klasi B3 seizmičke zone na kartama seizmičke mikroneonizacije), ali je dopuna podataka seizmičke mikroneonizacije obavljena kroz korelaciju litoloških karakteristika stijena na dijelu teritorije Glavnog grada koje ne obuhvata seizmička mikroneonizacija, sa litološkim i seizmikim parametrima seizmičkih zona u području sa seizmičkom mikroneonizacijom.

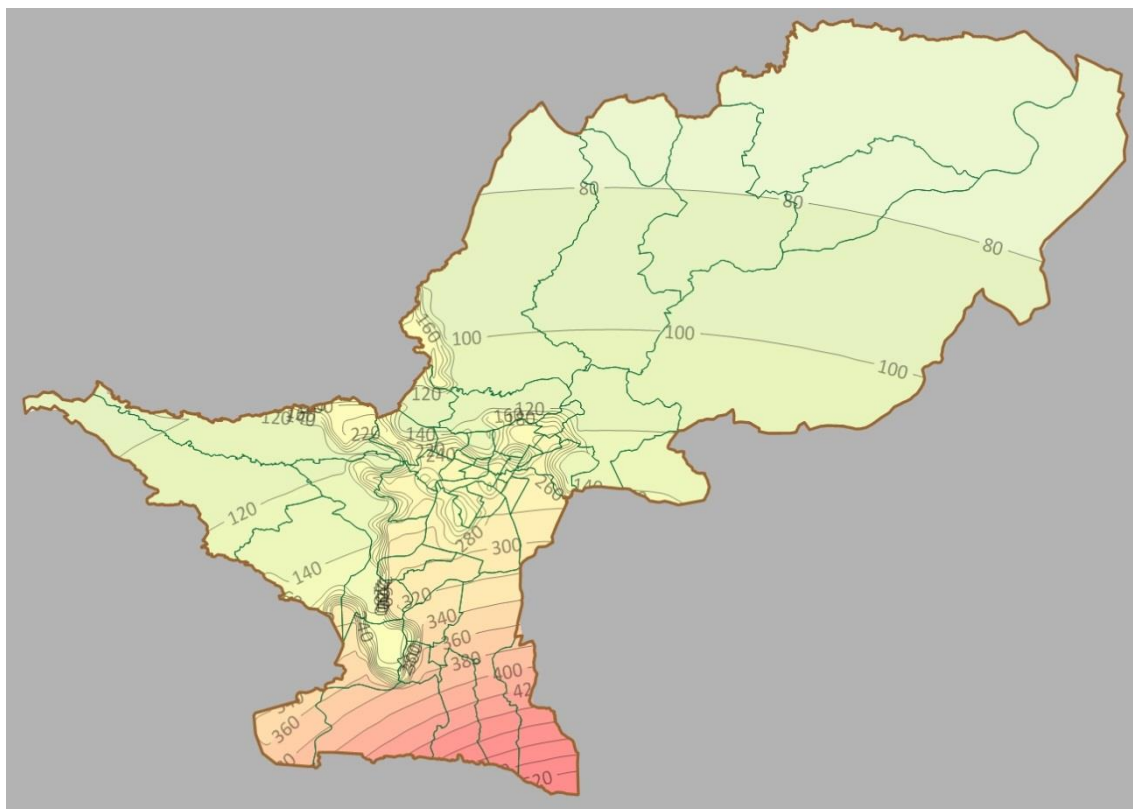
Opisani postupak proračuna ukupnih maksimalnih vrijednosti ubznanja tla za područje svih mjesnih zajednica Glavnog grada Podgorica izveden je preko guste mreže tačkaka (mreža 80 x 80 m, sa ukupno 555.000 tačkaka) kojom je prekriveno to područje (slika 2.35.). Za svaku tačku mreže, na teritoriji cijele Glavnog grada Podgorica, odnosno na svim područjima pripadajućih mjesnih zajednica, izvršen je proračun ukupnih maksimalnih vrijednosti

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

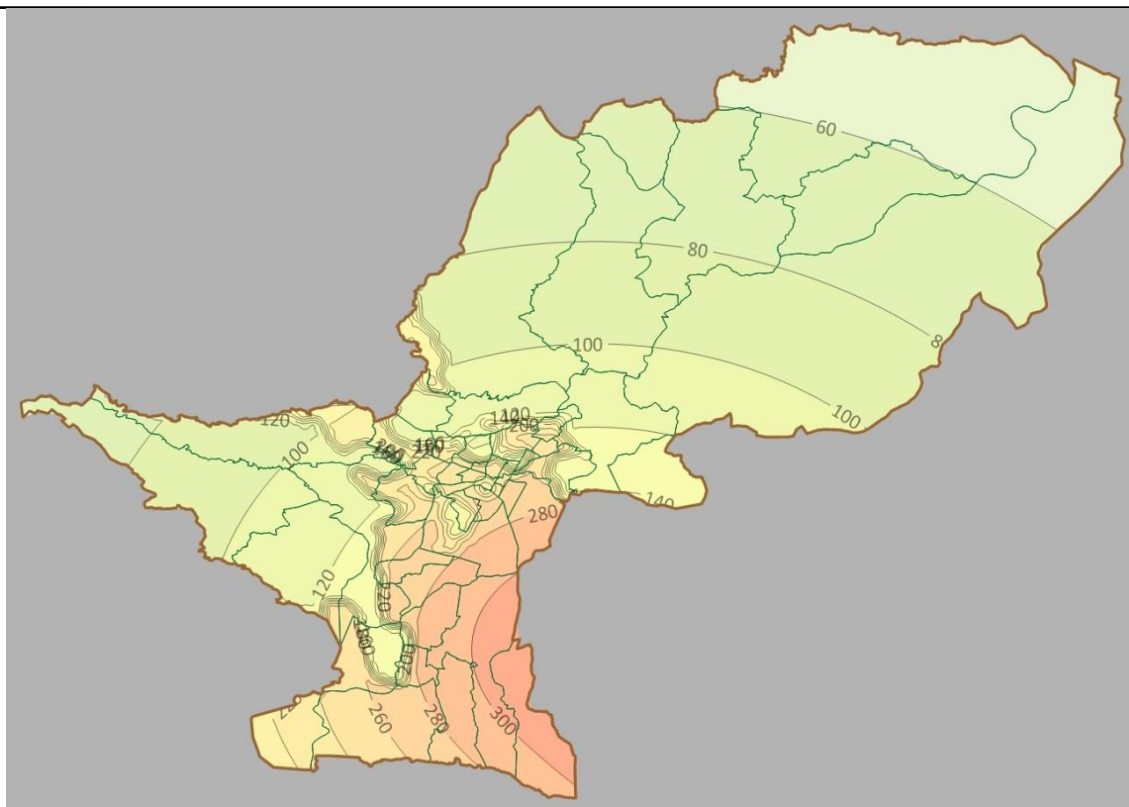
horizontalnog ubrzanja, uključujući i amplifikacione efekte lokalnog tla, a rezultati su prikazani u tabelama LXVII – LXXII u Prilogu 1 za sve analizirane scenario zemljotrese (R1 – R6).

Ove tabele sadrže podatke o rezultatima analize potencijalnih efekata selektovanih scenarija zemljotresa, zatim broj tačaka te mreže na čvrstoj podlozi i mekom tlu, zajedno sa srednjim vrijednostima maksimalnog ubrzanja i ekvivalentnog intenziteta zemljotresa (u decimalnom obliku) prema relaciji (1). Najzad, ove tabele sadrže i ponderisanu sredinu intenziteta zemljotresa (ponderisanje je izvedeno saglasno broju tačaka mreže na određenoj podlozi - vrsti tla) kao i odgovarajuće cjelobrojne vrijednosti intenziteta zemljotresa (u skali EMS).

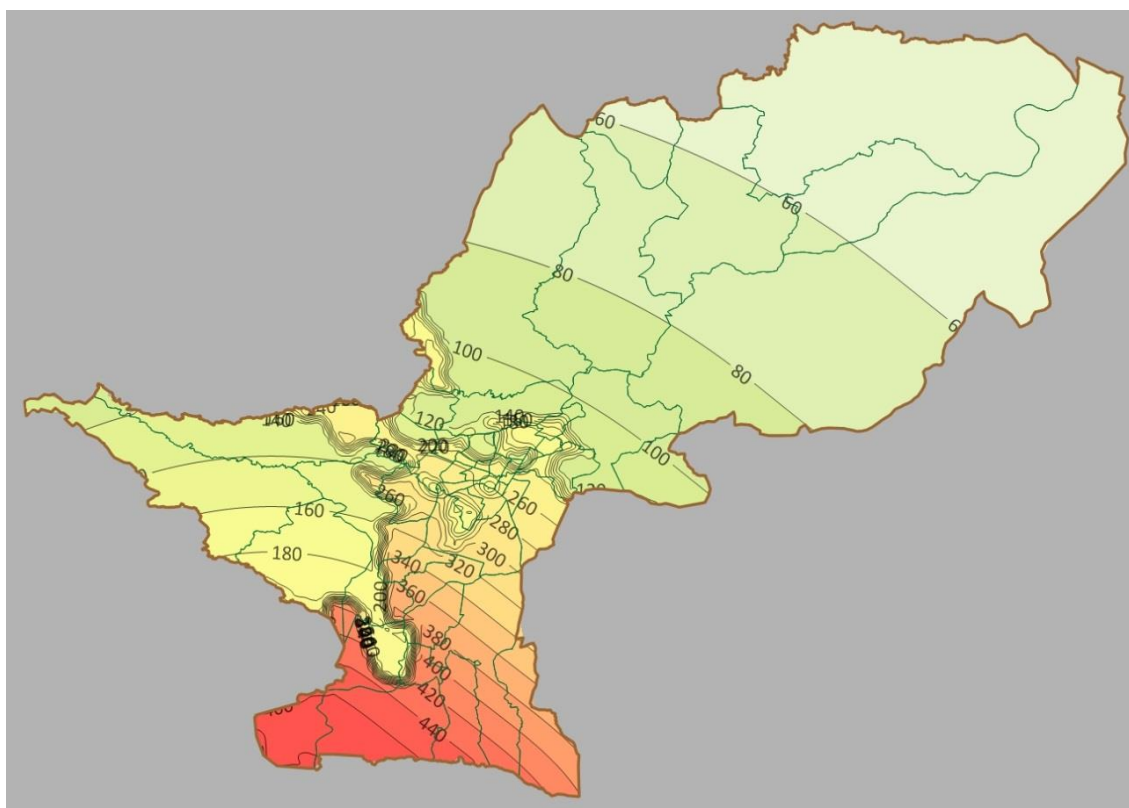
U cilju lakšeg sagledavanja distribucije seizmičkih efekata svih potencijalnih scenarija zemljotresa, na slikama br.2.36. do 2.41., prikazane su sračunate vrijednosti maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla za cijelu Opštinu Podgorica.



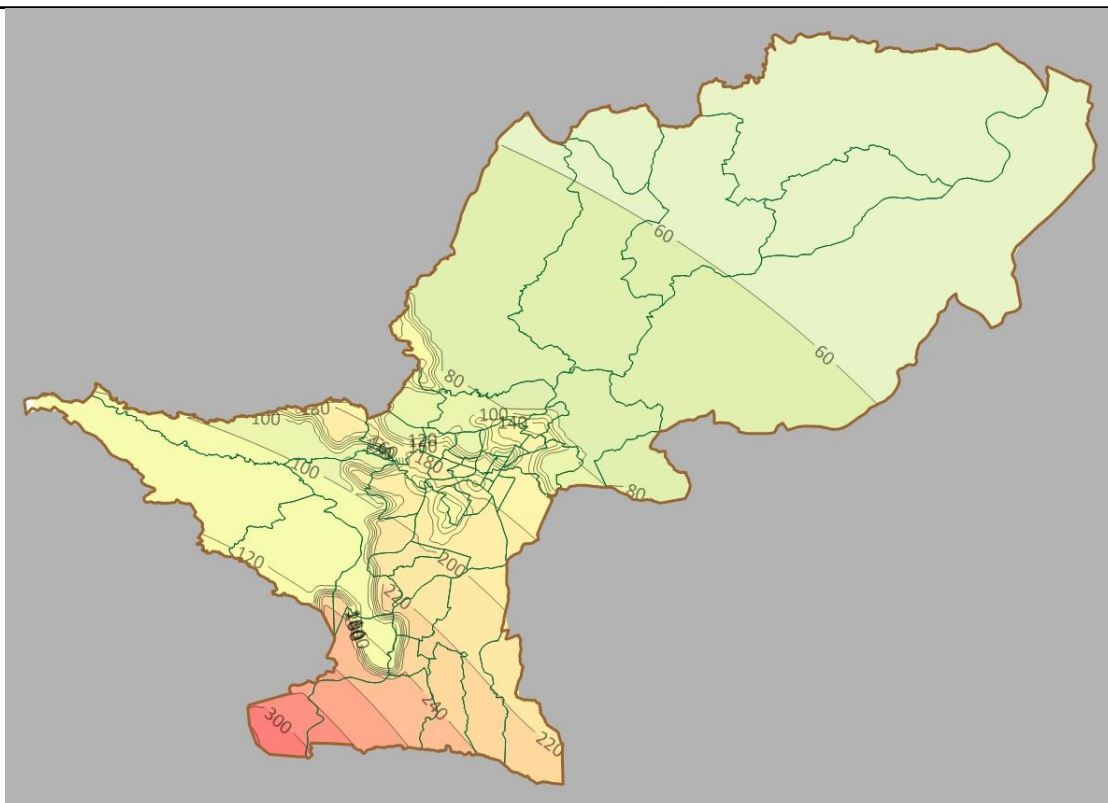
Slika br.2.36. Distribucija ukupnih maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla (na površini, izražena u cm/s^2) na teritoriji mjesnih zajednica Glavnog grada Podgorica za slučaj seizmičkog scenarija na rasjedu R1.



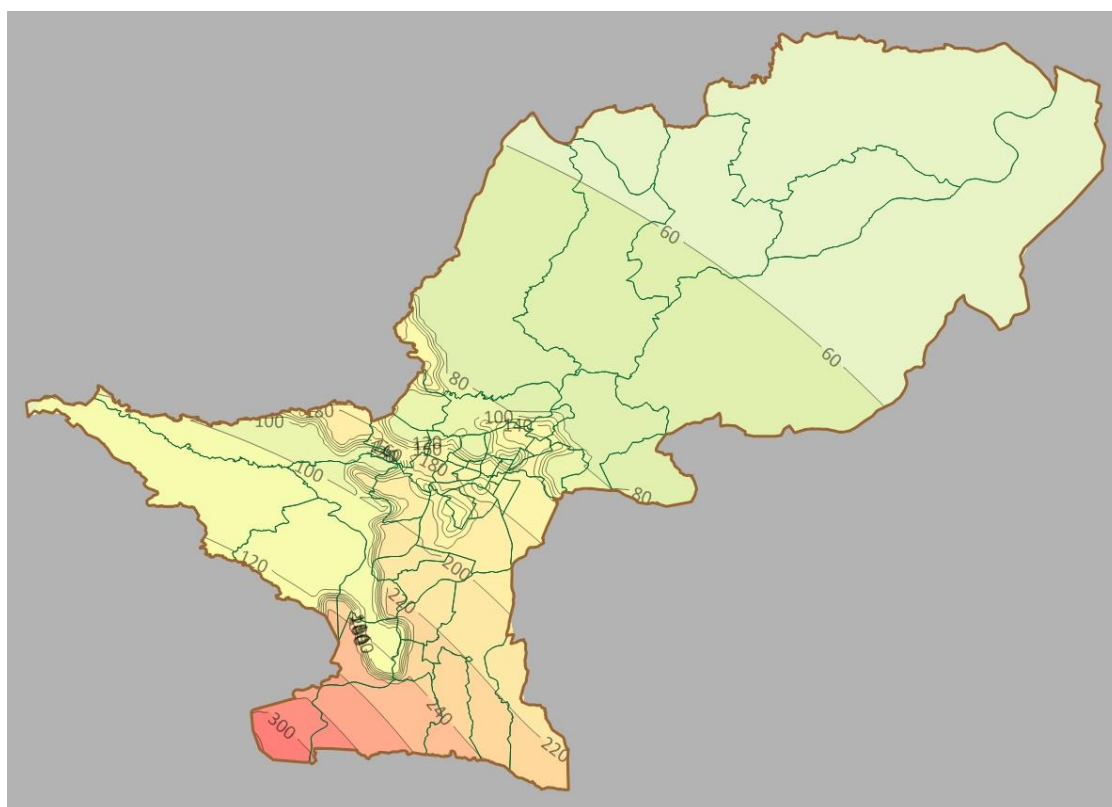
Slika br.2.37. Distribucija ukupnih maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla (na površini, izražena u cm/s^2) na teritoriji mjesnih zajednica Glavnog grada Podgorica za slučaj seizmičkog scenarija na rasjedu R2.



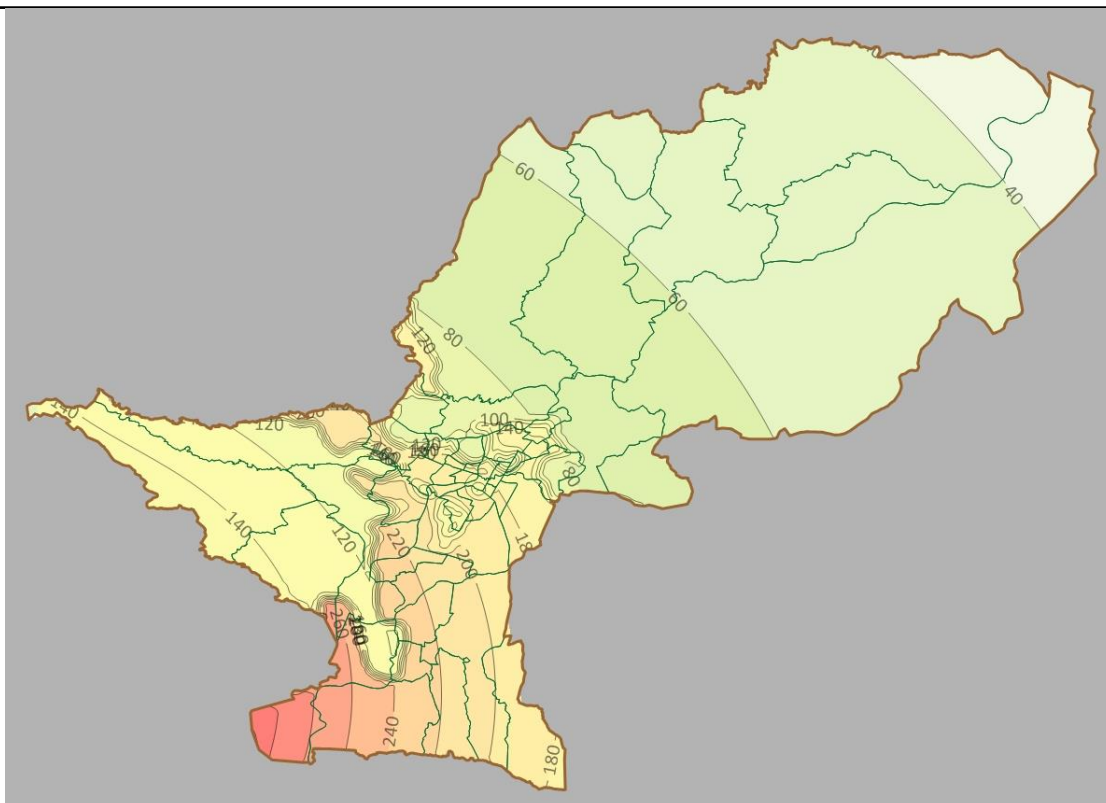
Slika br.2.38. Ukupna maksimalna horizontalna ubrzanja tla (na površini, izražena u cm/s^2) na teritoriji mjesnih zajednica Glavnog grada Podgorica za slučaj seizmičkog scenarija na rasjedu R3.



Slika br.2.39. Ukupna maksimalna horizontalna ubrzanja tla (na površini, izražena u cm/s^2) na teritoriji mjesnih zajednica Glavnog grada Podgorica za slučaj seizmičkog scenarija na rasjedu R4.



Slika br.2.40. Distribucija ukupnih maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla (na površini, izražena u cm/s^2) na teritoriji mjesnih zajednica Glavnog grada Podgorica za slučaj seizmičkog scenarija na rasjedu R5.



Slika br.2.41. Distribucija ukupnih maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla (na površini, izražena u cm/s^2) na područjima mjesnih zajednica Glavnog grada Podgorica, za slučaj seizmičkog scenarija na rasjedu R6.

Radi ocjene potencijalno najnepovoljnijeg scenarija, na osnovu podataka iz tabela LXVII – LXXII u Prilogu 1, za sve analizirane scenarije je izveden proračun ukupnih srednjih vrijednosti maksimalnog intenziteta za cijelu opštinu. Detaljni rezultati proračuna za sve mjesne zajednice i za sve seizmičke scenarije, prikazani u tabelama LXVII do LXXII u Prologu 1. Rezultujuće jedinstvene srednje vrijednosti za cijelu Opštinu za sve potencijalne scenarije zemljotresa prikazani su u 2.21.

Iz ove tabele je očigledno je da je scenario zemljotresa, koji bi mogao biti generisan na rasjedu R1 (koji je ocijenjen ukupnim srednjim maksimalnim intenzitetom za cijelu opštinu Podgorica u iznosu od 6.99, što odgovara cjelobrojnoj vrijednosti $\text{EMS}_{98} = \text{VII}$).

Tabela 2.21. Rezultati proračuna ukupnih, prosječnih ponderisanih vrijednosti intenziteta zemljotresa za sve seizmičke scenarije (tabele X – XVI).

| Seizmički scenario | Ukupan prosječan ponderisani intenzitet zemljotresa (EMS) | |
|--------------------|---|-------------------|
| | Decimalni oblik | Cjelobrojni oblik |
| R1 | 6.99 | VII |
| R2 | 6.76 | VII |
| R3 | 6.78 | VII |
| R4 | 6.64 | VII |
| R5 | 6.41 | VI-VII |
| R6 | 6.37 | VI-VII |

Kao što je naglašeno, proračun efekata scenario zemljotresa je ukazao na vrlo veliku razliku u seizmičkim parametrima najnepovoljnijeg scenario zemljotresa na jugu i sjeveru Glavnog grada, tako da prosječna vrijednost

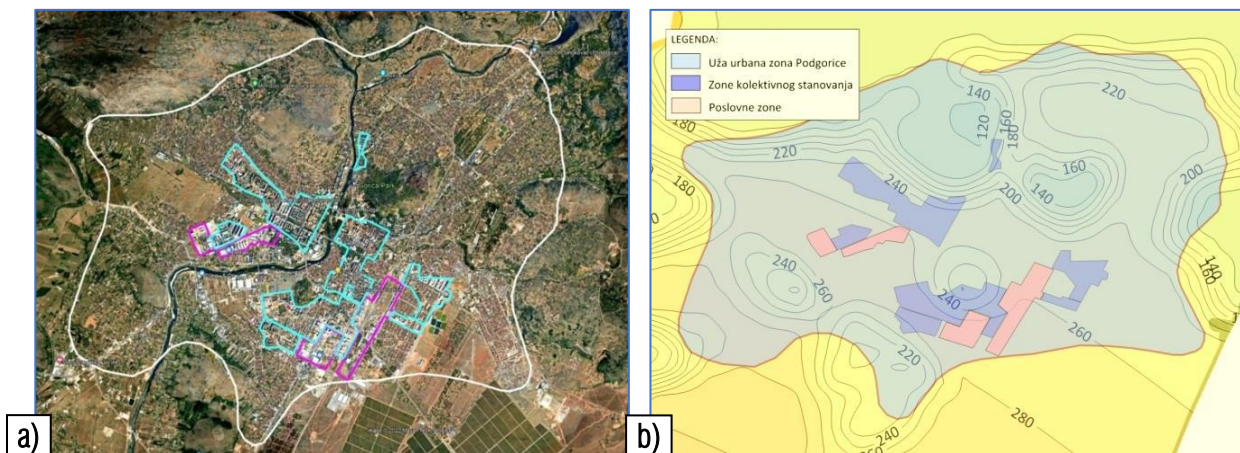
PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

tih parametara ne reprezentuje realno stanje njihove distribucije na cijeloj teritoriji, posebno kada se razmatra dominirajuć raspored stanovništva, stambenog, privrednog i industrijskog fonda objekata.

Tabela 2.22. Srednje vrijednosti rezultata statističke analize dejstva svih zemljotresnih scenarija na užu urbanu zonu Podgorice.

| Seizmogeni rasjed | Čvrsto tlo | | Karakteristično tlo | | Poderisani intenzitet | |
|-------------------|---------------|-------------|---------------------|-------------|-----------------------|------------------|
| | Acc srednje | Intenzitet | Acc srednje | Intenzitet | Decimalni oblik | Intenzitet EMS98 |
| R1 | 123.73 | 7.00 | 226.87 | 7.96 | 7.78 | VIII |
| R2 | 122.61 | 6.98 | 224.20 | 7.94 | 7.76 | VIII |
| R3 | 124.04 | 7.00 | 228.60 | 7.98 | 7.79 | VIII |
| R4 | 120.76 | 6.96 | 220.58 | 7.92 | 7.74 | VIII |
| R5 | 86.47 | 6.44 | 158.97 | 7.39 | 7.21 | VII |
| R6 | 90.42 | 6.51 | 166.61 | 7.47 | 7.29 | VII |

Imajući u vidu da je oko 90 % ukupnog broja stanovnika Glavnog grada Podgorica smješteno na užem urbanom području Podgorice (na kojem se nalazi veći broj objekata kolektivnog stanovanja, kao i poslovnih objekata, kao što je prikazano na slici br.2.41a), u primijenjenim metodama procjene potencijalnih šteta i žrtava u uslovima dejstva scenario zemljotresa u narednom tekstu, bilo najkorektnije posebno vrednovati rezultate analize seizmičkog scenarija za taj urbani dio, kao najugroženijeg sa aspekta broja ugroženog stanovnika, kao i obima zemljotresu izloženih materijalnih resursa.



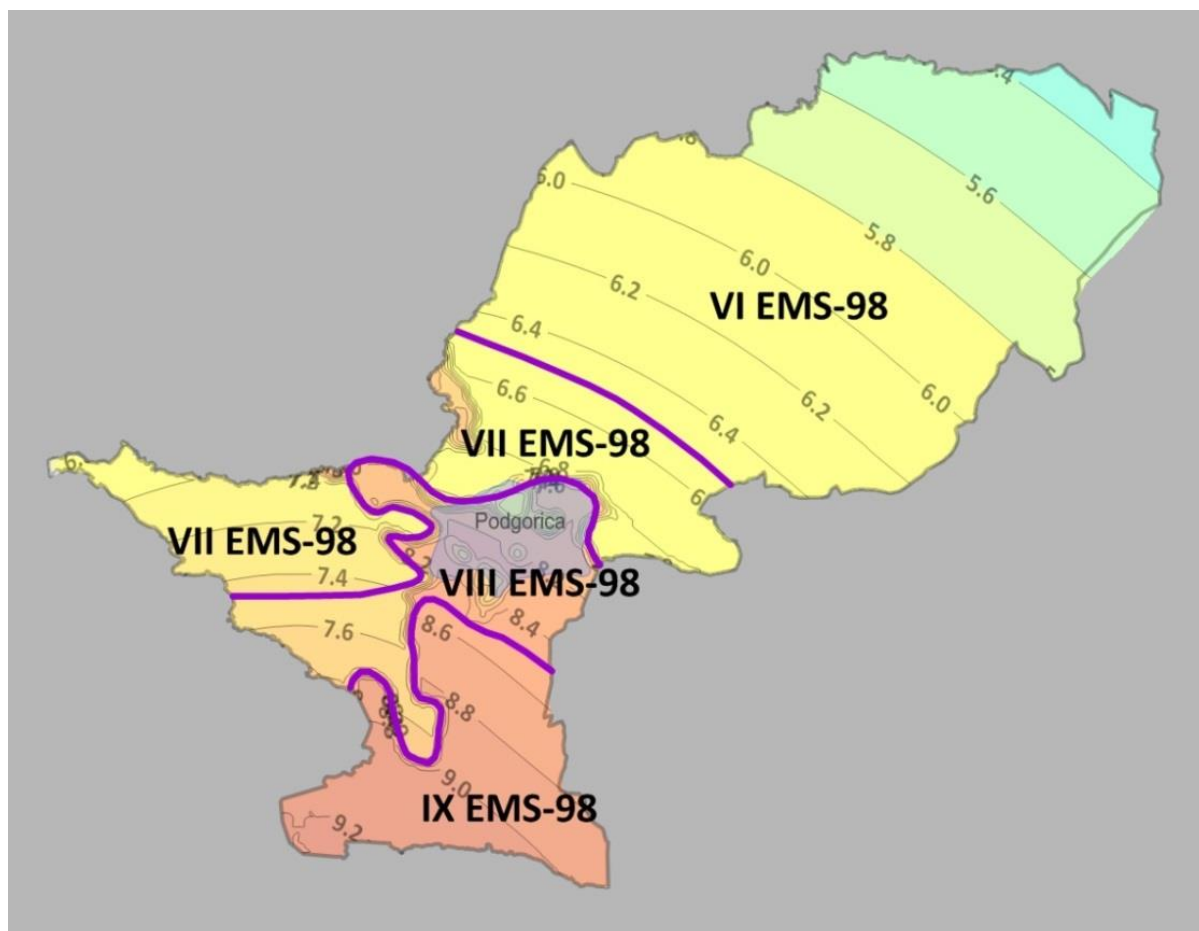
Slika br.2.41. a) Urbano područje Podgorice (kontura bijele boje), sa položajem zona pretežno kolektivnog stanovanja (konture plave boje) i poslovnih zona (ljubičaste konture). Preostali dio na karti čini urbana zona sa objektima individualnog stanovanja (kuće); **b)** Maksimalna horizontalna ubrzanja tla na površini terena (ukupna) u užoj urbanoj zoni u seizmičkom scenariju na rasjedu R3, izražena u cm/s^2 .

Iz ovih razloga, izvedena je posebna numerička analiza ukupnog seizmičkog dejstva svih razmatranih scenario zemljotresa na urbanu zonu Glavnog grada, a rezultati su prikazani u tabeli XXII u vidu ukupnih ponderisanih intenziteta zemljotresa (ponderisanje je izvedeno na osnovu odnosa površina pod "čvrstim" i "mekim" tlom, odnosno zona sa tlom bez i sa amplifikacionim efektima) za tu zonu. Ovi rezultati su ukazali da je seizmički efekat zemljotresnog scenarija na rasjedu R3 najnepovoljniji za taj, urbani dio Glavnog grada Podgorica, a na taj način i za cijelu teritoriju Glavnog grada. Radi ilustracije seizmičkog dejstva scenario zemljotresa na tom rasjedu na gradsko jezgro Podgorice, odnosno na područje Glavnog Grada na slici br.2.41b je prikazana karta maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla (ukupne vrijednosti) na površini terena u užoj urbanoj zoni u seizmičkom scenariju na rasjedu R3.

Radi sticanja vizuelnog utiska prostorne distribucije maksimalnog intenziteta utvrđenog najnepovoljnijeg scenario zemljotresa (na rasjedu R3) za cijelu Opštinu, na slici br.2.42. su prikazane izoseiste intenziteta za potencijalno

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

najnepovoljniji scenario zemljotres, koji bi mogao biti generisan na tektonskom rasjedu R3, koji je na osnovu prethodne analize (tabela 2.22.) identifikovan kao najnepovoljniji. Kao što je naglašeno, na ovoj slici se lako uočava da su intenziteti na područjima mjesnih zajednica na krajnjem jugu Glavnog grada, u slučaju nastanka ovog potencijalnog scenarija (ali i praktično kod svih ostalih scenarija), značajno veći u odnosu na najsjevornije mjesne zajednice. Ova činjenica je svakako posljedica okolnosti da se južno područje Glavnog grada nalazi u neposrednom kontaktu sa rasjedom odgovornim za ovaj scenario, dok se istovremeno lokalno tlo na tom (južnom) području karakteriše značajnim većim vrijednostima faktora amplifikacije (čak i preko 200 %), u odnosu na sjeverno područje – koje je u cjelosti locirano na čvrstoj stijeni, bez amplifikacionih svojstava.



Slika br.2.42.. Ukupni maksimalni intenziteti (izraženi u EMS skali) za najnepovoljniji scenario zemljotresa (koji je potencijalno generisan na rasjedu R3) na području cijele opštine Podgorica. Zاتمnenom konturom u centralnom dijelu prikazan je uži urbani dio Glavnog grada Podgorice. Posebno su naglašene generalizovane zone srednjih vrijednosti intenziteta zemljotresa, koje su tretirane kao jedinstvene sa aspekta procjena potencijalnih šteta.

Iz ovih numeričkih razmatranja možemo izvesti generalni zaključak da bi zemljotres koji bi bio generisan na seizmički aktivnom rasjedu R3 (slika br.2.26.), koji pripada sistemu aktivnih tektonskih rasjeda Zetsko-Bjelopavličke seizmogene zone, sa magnitudom $M_w=6.3$ i sa prosječnom dubinom aktivnosti, odnosno prosječnom dubinom hipocentara od 13 km, potencijalno izazvao najnepovoljnije efekte na području cijele teritorije opštine Podgorica. Iz tih razloga, za dalje razmatranje biće korišćeni elementi samo tog scenarija.

U tabeli 2.23. sve mjesne zajednice opštine Podgorica svrstane su u četiri grupe - prema stepenu inzenziteta zemljotresa koji bi ih zahvatio u slučaju realizacije najnepovoljnijeg scenario zemljotresa na tektonskom rasjedu R3, kako je prikazano na karti izoseista na slici br.2.4.

Tabela 2.23. Pripadnost mjesnih zajednica zonama određenog intenziteta zemljotresa u slučaju dejstva najnepovoljnijeg scenario zemljotresa (na rasjedu R3).

| Intenzitet [EMS-98] | Mjesne zajednice | Intenzitet [EMS-98] | Mjesne zajednice |
|---------------------|---|------------------------|--|
| VI | Lijeva rijeka | VIII | Gorica |
| | Brskut | | Drač |
| | Ubli | | Donja Gorica istočni dio |
| | Pelev Brijeg | | City Kvart |
| | Trmanje | | 19. decembar |
| | Bioče | | Stari aerodrom - zapad |
| | Stijena | VIII | Donja Gorica – zapadni dio |
| VII | Doljani | | Tološi I – zapadni dio |
| | Fundina | | Dajbabe |
| | Rogami | | Konik |
| | Zlatica | | Donja Gorica |
| | Velje Brdo | | Zabjelo |
| | Masline | | Ljubović |
| | Komani | | Lješkopolje i Donji Kokoti – južni dio |
| | Gradac | | Barutana |
| | Lješkopolje i Donji Kokoti – sjeverni dio | | Stari aerodrom - istok |
| | Masline – istočni dio | | IX |
| | VIII | Tološi I – istočni dio | |
| Tološi II | | Golubovci | |
| Momišići | | Mahala Mojanovići | |
| Zagorič | | Vukovci i Ponari | |
| Proleter | | Goričani | |
| Masline II | | Vranjina | |
| Gornja Gorica | | Donja Zeta | |
| 13. jul | | Balabani i Gostilj | |
| Nova Varoš | | Mataguži | |
| VIII | | Uža urbana zona | |

2.6. Destruktivni efekti najnepovoljnijeg scenario zemljotresa

Stepen ranjivosti, odnosno povredljivosti građevinskih konstrukcija se izražava pomoću funkcija povredljivosti (odnosno vulnerabilnosti) ili preko funkcija ranjivosti (eng. fragility). Funkcije povredljivosti opisuju potencijalni stepen gubitaka (kao što su društveni ili ekonomski gubici) u funkciji makroseizmčkog intenziteta zemljotresa (ili ubrzanja tla), dok funkcije ranjivosti izražavaju vjerovatnoću prekoračenja različitih graničnih stanja konstrukcija (kao što su stepeni oštećenja) s obzirom na nivo intenziteta zemljotresa (na primjer: SYNER-G 2009, Ćosić i Folić 2015) te se nazivaju i “probabilističkom povredljivošću”. Dakle, funkcijama povredljivosti se izražava stepen gubitaka, a funkcijama ranjivosti – vjerovatnoća pojave tih gubitaka.

Funkcije povredljivosti mogu se klasifikovati u tri glavne grupe: empirijske (matrice vjerovatnoće oštećenja ili funkcije povredljivosti zasnovane na terenskim istraživanjima, tipologiji ili stručnoj procjeni), zatim analitičke (koristeći spektar kapaciteta ili druge nelinearne statičke procedure, zasnovane na teorijskom mehanizmu kolapsa objekta ili faktoru pomjeranja tla) i hibridne metode – kao kombinacija prethodne dvije.

Za konstruisanje funkcija povredljivosti ili funkcija loma objekata, neophodno je izvođenje vrlo detaljnih i sveobuhvatnih analiza, koje do sada nisu realizovane u bilo kojem obliku na teritoriji Crne Gore. I pored visokog nivoa seizmičnosti i ogromnog fonda oštećenih zgrada i infrastrukturnih sistema u ranijim zemljotresima, sa značajnim brojem smrtno nastradalih lica tokom istorije na području Crne Gore, ali i u širem okruženju, nažalost do sada nije bilo organizovanog, nacionalnog ili regionalnog istraživanja funkcija povredljivosti objekata, ali i društvenih zajednica u cjelini, osim pojedinačnih, pretežno teorijskih razmatranja za neke tipove objekata (na primjer - u Sjevernoj Makedoniji za neke stare, tradicionalne tipove objekata).

Neophodno je naglasiti da je za objektivan proračun stepena potencijalnih gubitaka (ljudskih, materijalnih, ekonomskih, socijalnih) potrebno raspolagati kompleksnom, organizovanom bazom podataka, povezanom sa odgovarajućom GIS aplikacijom (na primjer: Molina et al., 2010, Kappos 2007). Naime, takva baza podataka mora posjedovati relevantne, organizovene informacije o brojnim elementima značajnim za modelovanje potencijalnih efekata budućih zemljotresa, a posebno podetke o:

- stanovništvu - njegovom obimu, prostornoj distribuciji i dinamici, broju stalno nastanjenih lica, kao i privremeno prisutnih lica (turista),
- inventaru objekata specifične kategorije, kao i njihovo procentualno učešće u ukupnom fondu zgrada, njegovoj geografskoj (prostornoj) distribuciji,
- stepenu povredljivosti stanovništva za različite vrste šteta na objektima (mala, umjerena, velika, totalna),
- procenat zgrada koje se urušavaju kada dostignu stanje potpunog oštećenja za sve tipove zgrada,
- procentualni broj žrtava u zatvorenom prostoru za sve tipove oštećenja objekata,
- procentualni broj žrtava na otvorenom prostoru za sve tipove oštećenja objekata,
- procentualno izražen obim ljudstva u svakom popisnom cenzusu - u zgradama za stanovanje, poslovnim objektima, objektima obrazovanja, industrijskim objektima, hotelskim kapacitetima i td. i stepen njihove zauzetosti (procenat),
- ukupnu izgrađenu površinu svakog tipa zgrade (u kvadratnim metrima) za svaku geografsku jedinicu (zgradu),
- ukupan broj objekata svakog tipa zgrade za svaku geografsku jedinicu.

Ipak, zahvaljujući realizaciji nekoliko kompleksnih, sveobuhvatnih regionalnih, ali i globalnih projekata (na primjer: SYNER-G, HAZUS99, PAGER, SELENA, RADIUS i td.) moguće je izvesti selekciju iskustava i postignutih rezultata koji su dovoljno relevantni i primjenljivi u sličnim okolnostima u našoj državi. U tim okolnostima, u cilju analize zemljotresnih scenarija, neophodno je integrisati publikovana saznanja u svjetskim okvirima u toj oblasti, koja mogu biti relevantna za naš prostor i koja se mogu primijeniti na područje Crne Gore u datim uslovima raspoloživosti, aktuelne i istorijske seizmičnosti, građevinskog fonda i postojećih infrastrukturnih sistema, po „sistemu sličnosti“.

2.6.1 Metodologije procjene gubitaka u zemljotresu

Kao što je već naglašeno, do danas su u svijetu realizovana brojna istraživanja, izrađeni odgovarajući numerički alati i kompjuterske aplikacije za primjenu različitih metodologija za procjenu gubitaka u razornim zemljotresima. Ipak, iako taj proces traje već tridesetak godina, do sada nije izdiferencirana nijedna metodologija koja je doživjela univerzalnu primjenu. Ovo je svakako razumljivo, posebno imajući u vidu kompleksnost te problematike i usku povezanost stepena objektivnosti prognoze destruktivnih efekata budućih zemljotresa - sa obimom i kvalitetom raspoloživih relevantnih podataka.

Te brojne metodologije se mogu klasifikovati u dvije glavne kategorije - u zavisnosti od veličine oblasti koju pokrivaju – globalni/regionalni sistemi i lokalni sistema, a uglavnom su orijentisani na brzu procjenu gubitka nakon zemljotresa.

Glavni elementi najvećeg broja metodologija za procjenu gubitaka u zemljotresima su sledeći:

- Elemente seizmičkog i drugih hazarda, zajedno sa relacijama za makroseizmička polja, karakterizacija tektonskog rasijedanja, kliženje tla, likvefakciju, kao i potencijalnu pojavu cunamija (u priobalnim reonima).
- Direktno fizičko oštećenje: obuhvata module za opšte građevinske fondove, objekte sa osnovnim i visokim potencijalnim gubicima, vodove za spasavanje – transportne i komunalne sisteme. Modul opšteg fonda zgrada određuje verovatnoću blagog, umerenog, ekstenzivnog i potpunog oštećenja opšteg građevinskog fonda korišćenjem funkcija ranjivosti, koje opisuju verovatnoću dostizanja ili prekoračenje različitih stanja

oštećenja s obzirom na vršni odgovor zgrade, i funkcije kapaciteta zgrade (push-over), koje se koriste za određivanje vršnog odgovora zgrade.

- Indukovana fizička šteta: ovaj modul modelira štetu uzrokovanu poplavama i/ili požarima nakon dogođenog zemljotresa, ispuštanje opasnih materija i oštećenja od krhotina.
- Direktni ekonomski/socijalni gubici: ova komponenta obuhvata modele potencijalno nastalih žrtava, potrebu za skloništem i modele ekonomskih gubitaka. Modul “Nesreće” opisuje i razvija metodologiju za procjenu potencijalnih žrtava, opisuje formu izlaza i definiše potrebne ulazne podatke. Metodologija se zasniva na pretpostavci da postoji izrazita korelacija između oštećenja zgrada (kako strukturnih tako i nestrukturnih) i broja i težine žrtava. Modul za direktne ekonomske gubitke obavlja konverziju informacija o stanju štete u procjenu ekonomskih gubitaka. Metodologija daje procjene troškova strukturalnih i nestrukturnih popravki uzrokovanih oštećenjem zgrade i povezanim gubitkom sadržaja zgrade i poslovnog inventara. Indirektni ekonomski gubici se takođe tretiraju kao dio ovog modula.

Jedna grupa metodologija procjene gubitaka od zemljotresa i pratećih softverskih alata je namijenjena proračunavu veličine ekonomskih i ljudskih gubitaka za opšti građevinski fond i stanovništvo određenog regiona, kao što su: QLARM, SELENA i ELER, EPEDAT, SIGE, KOERLOSS, ESCENARIS, CAPRA, OpenQuake i drugi, dok dugoj grupi softvera - koji obuhvataju i multi-hazarde, pripadaju: HAZUS99, SLAT, Syner-G, PAGER, LNECLOSS, TELES, DBELA, EQRM, OSRE, MAEVIZ, ACT-13, ACT-21, FEMA P-58, EXTREMUM, RADIUS, kao i brojni drugi. Pored ovoga, publikovani broj istraživačkih radova i knjiga na temu metodologije procjene gubitaka od zemljotresa, samo tokom poslednjih desetak godina, prevazilazi više stotina, a njihov ukupan obim - više hiljada strana. Zavisno od vrste i obima raspoloživih baza podataka, u brojnim zemljama se koriste različite metodologije, tako da do danas nema opšteprihvaćenih opredjeljenja.

Najzad, treba istaći da su određene, specifične neizvesnosti svojstvene svakoj metodologiji procjene gubitaka, a javljaju se zbog nepotpunih naučnih saznanja o fenomenologiji pripreme i geneze zemljotresa, načinu oscilovanju tla i njegovom uticaju na zgrade i druge objekte. Oni takođe proizilaze iz aproksimacije i pojednostavljenja koja su neophodna za sveobuhvatne analize. Nepotpuni ili dijelom netačni inventar izgrađenog okruženja, demografskih i ekonomskih parametara takođe doprinose neizvesnosti. Ovi elementi neizvesnosti mogu u značajnoj mjeri smanjiti pouzdanost procjene gubitaka u dogođenom ili potencijalnom (scenario) zemljotresu.

2.6.2. Seizmička povredljivost objekata

Za inženjersku procenu, stepen (nivo) oštećenja konstrukcije je najbolja mjera tog oštećenja. Stanja strukturnih oštećenja koreliraju sa indirektnim posledicama kao što su ljudske žrtve, gubitak stambenih objekata ili gubitak njihove funkcije, a mogu se prevesti u troškove popravke u bilo kojoj ekonomskoj situaciji. U tabeli 2.24. su prikazana nivoi oštećenja, izvedeni iz EMS makroseizmičke skale, što je pogodno za procjenu oštećenja na zidanim i armirano-betonskim konstrukcijama, koje su najčešće vrste konstrukcija na cijeloj teritoriji Crne Gore, kao i na području opštine Podgorica.

Na bilo kojoj lokaciji pri dejstvu zemljotresa, zgrade trpe niz različitih vrsta i nivoa oštećenja. Istraživanjima su utvrđene distribuciji stanja konstruktivnih oštećenja (broj zgrada u svakom oštećenom stanju) za svaki tip zgrade na svakoj lokaciji.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Tabela 2.24. Opis stanja šteta za zidane i AB konstrukcije koji je izveden iz EMS skale

| Stanje oštećenja | | Opis štete za noseću zidariju | Opis štete za ramovske AB konstrukcije |
|------------------|-------------------|--|---|
| D0 | Bez oštećenja | Bez vidljivih oštećenja | Bez vidljivih oštećenja |
| D1 | Mala oštećenja | Oštećenja veličine "ljudske dlake" | Paneli zapune oštećeni |
| D2 | Srednja oštećenja | Pukotine 5-20 mm | Pukotine manje od 10 mm |
| D3 | Značajna do teška | Pukotine preko 20 mm | Teško oštećenje dijelova konstrukcije, gubitak betona |
| D4 | Veoma velika | Potpuno rušenje zasebnih ili krovnih nosača | Potpuno konstruktivno oštećenje zasebnih elemenata rama |
| D5 | Potpuno razaranje | Srušeno više od jednog zida ili više od pola krova | Rušenje konstruktivnih elemenata i urušavanje krova ili ploče |

U metodologiji evaluacije seizmičke povredljivosti objekata koja je sadržana u evropskoj makroseizmičkoj skali (EMS), objekti su grupisani u četiri tipa konstrukcija: zidane, armirano-betonske, čelične i drvene, kao i u šest klasa povredljivosti (A do F) pri čemu je klasa A najpovredljivija, a klasa F - najmanje povredljiva, što je šematski prikazano u tabeli 2.25.

Tabela 2.25. Klase povredljivosti objekata prema tipologiji Makroseizmičke skale EMS.

| Tip objekta - konstrukcije | | Klase povredljivosti | | | | | |
|----------------------------|--|----------------------|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D | E | F |
| Zidani objekti | Lomljeni kamen | ○ | | | | | |
| | Nepečena opeka | ○ | — | | | | |
| | Običan kamen | — | ○ | | | | |
| | Masivan kamen | | | ○ | — | | |
| | Nearmirana cigla / betonski blok | — | ○ | — | | | |
| | Nearmirane, sa AB međuspratnom konstrukcijom | | | ○ | — | | |
| | Armirana konstrukcija ili sa AB ramom | | | | ○ | — | |
| Armirano-betonski objekti | Ramovi bez seizmičkog ojačanja | — | | ○ | — | | |
| | Ramovi sa manjim seizmičkim ojačanjem | | — | | ○ | — | |
| | Ramovi sa visokim stepenom seizmičkog ojačanja | | | — | | ○ | — |
| | Zidovi bez seizmičkog ojačanja | | — | ○ | — | | |
| | Zidovi sa manjim seizmičkim ojačanjem | | | — | ○ | — | |
| | Zidovi sa visokom stepenom seizmičkog ojačanja | | | | — | ○ | — |
| Čelični | Čelične konstrukcije | | | — | | ○ | — |
| Drveni | Drvene konstrukcije | | — | | ○ | — | |

Napomena: Najvjerovatnije klase povredljivosti označene su simbolom "○" u ovoj tabeli, dok oznaka --- ukazuje na zonu vjerovatnoće, a oznaka - - - na manje vjerovatne, izuzetne slučajeve.

Empirijske funkcije povredljivosti objekata su zasnovane na matricama vjerovatnoće oštećenja, a izražavaju vjerovatnoću da će zgrada doživjeti određeni nivo oštećenja kada je izložena datom intenzitetu zemljotresa (Biglari and Formisano, 2020). Pošto su ove matrice definisane iz podataka istraživanja nakon dogođenih zemljotresa, one su direktno povezane sa konstruktivnom ranjivošću objekata na određenom nivou seizmičke opasnosti. Na osnovu podataka o brojnim ranijim razornim zemljotresima, kao i rezultata pregleda oštećenih zgrada, empirijske funkcije povredljivosti su izvedene za neojačane (bez AB rama ili serklaža) zidane konstrukcije i za armirano-betonske tipove zgrada, kao što je prikazano u tabeli 2.26.

Metoda koja je razvijena u projektu RISK-UE (Milutinovic and Trendafiloski, 2003, Oliveira et al., 2008) i unaprijeđena u projektu SYNER-G (Lagomarsino and Cattari 2014), definiše srednju polu-empirijsku funkciju ranjivosti objekata, koja koreliše srednji stepen oštećenja μ_D sa intenzitetom zemljotresa EMS (I) i indeksom ranjivosti objekata V_I na sledeći način:

$$\mu_D = 2.5 \left[1 + \tanh \left(\frac{I + 6.25 \cdot V_I - 13.1}{Q} \right) \right] \quad (3)$$

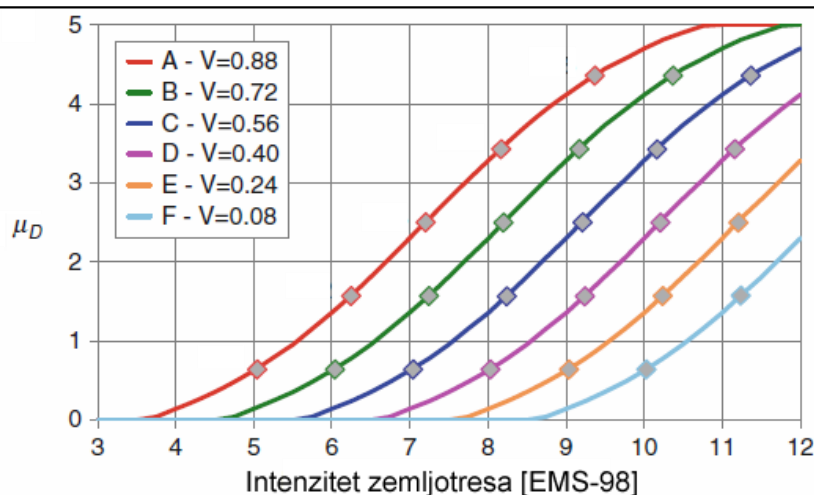
Indeks duktilnosti objekta Q određuje stopu povećanja oštećenja sa intenzitetom. Funkcije izvedene iz EMS skale intenziteta karakteriše vrijednost ovog faktora u iznosu od $Q=2,3$.

Vrijednosti indeksa povredljivosti V_0 prema klasama povredljivosti EMS skale intenziteta prikazani su u tabeli XXVI preko srednjih (centralnih) vrijednosti, dok oznake $[V^-, V^+]$ predstavljaju granice opsega indeksa ranjivosti V_I za određeni tip zgrade, a granice $[V_{min}, V_{max}]$ označavaju gornju i donju granicu mogućih vrijednosti indeksa povredljivosti V_I za određeni tip objekta.

Tabela 2.26. Vrijednosti najvjerovatnijeg indeksa povredljivosti objekata V prema EMS klasama povredljivosti.

| Klasa povredljivosti | V_{min} | V^- | V_0 | V^+ | V_{max} |
|----------------------|-----------|-------|-------------|-------|-----------|
| A | 0.78 | 0.86 | 0.90 | 0.94 | 1.02 |
| B | 0.62 | 0.70 | 0.74 | 0.78 | 0.86 |
| C | 0.46 | 0.54 | 0.58 | 0.62 | 0.70 |
| D | 0.30 | 0.38 | 0.42 | 0.46 | 0.54 |
| E | 0.14 | 0.22 | 0.26 | 0.30 | 0.38 |
| F | -1.02 | 0.06 | 0.10 | 0.14 | 0.22 |

Ova polu-empirijska funkcija ranjivosti je grafički predstavljena na slici br.2.43. na osnovu vrijednosti indeksa najvjerovatnije povredljivosti objekata V_I - prema klasama povredljivosti objekata skale intenziteta EMS, a koja koreliše srednji stepen oštećenja μ_D sa intenzitetom EMS (I) i indeksom ranjivosti objekata V_0 iz tabele XXVI (Lagomarsino and Cattari 2014).



Slika br.2.43. Grafički izgled polu-empirijske funkcije povredljivosti objekata μ_D na osnovu vrijednosti indeksa najverovatnije povredljivosti V_0 prema klasama povredljivosti skale intenziteta EMS (tabela XXVI).

2.6.3. Potencijalne štete stambenog fonda na području opštine Podgorica u scenario zemljotresu

Za procjenu direktnih fizičkih oštećenja neophodno je raspolagati bazom podataka sa opštim inventarom rizičnih elemenata građevinskog fonda i odgovarajuće funkcije povredljivosti objekata (na primjer: Majd and Văcăreanu, 2019). Za opšti fond zgrada, na karakteristike oštećenja i gubitaka utiču konstruktivni sistem (visina i tip izgradnje) i nekonstruktivni elementi i njihova zauzetost (kao što su stambeni, poslovni i državni fond).

Standardna, cjelovita klasifikacija zgrada treba da obuhvati: vrstu konstrukcije, vrijeme izgradnje, pretežnu vrstu građevinskog materijalu, sistem otpornosti na bočnu silu, visinu, odnosno spratnost, tip građevinskog standarda kvaliteta objekta, GIS prostorni položaj objekta i dr. Nažalost, takav inventar zgrada za opštinu Podgorica, kao ni za cijelu Crnu Goru ne postoji, te se u takvim okolnostima moraju koristiti aproksimativne metode koje se zasnivaju na postojećim saznanjima o građevinskom fondu, koja su vrlo skromna. Iz tih razloga, za procjenu obima i karaktera šteta koja će potencijalno nastati u budućim zemljotresima, moguće je nažalost, primijeniti samo metode koje ne zahtijevaju pomenute detaljne informacije o stambenom fondu, te koje zbog toga imaju samo aproksimativnu vrijednost.

a) Iskustva iz zemljotresa od 15. aprila 1979. godine

Dio podataka o stanju objekata u većem dijelu Crne Gore prikupljen je nakon katastrofalnog zemljotresa iz 1979. godine, ali nije iskorišćen za analizu tipizacije i funkcija povredljivosti objekata za taj prostor. U međuvremenu, najveći dio tih podataka je zagubljen, a samo njihov dio marginalno reprodukovano u knjizi Prof. B. Pavićevića "Aseizmičko projektovanje i upravljanje zemljotresnim rizikom" (Pavićević, 2000). U tim podacima je naveden tabelarni pregled rezultata analize građevinskog fonda u 12 opština Crne Gore u kojima je evidentirana: klasifikacija objekata sa aspekta konstrukcije, funkcije i vlasništva (tabela XXVII sa podacima za opštinu Podgorica), kao i stepen njihovog oštećenja (tabela 2.28.).

Iz tabele XXVII se lako uočava da je u vrijeme zemljotresa 1979. godine, a što je i danas pretežno slučaj, u ukupnom fondu zgrada u opštini Podgorica, dominirao zidani i armirano-betonski tip konstrukcija (sa ukupno 97 %).

Ako se ovi podaci izraze u funkciji intenziteta zemljotresa (u decimalnom obliku) saglasno distribuciji makroseizmičkog polja koje u scenario zemljotresu na tektonskom rasjedu R5 simulira dejstvo zemljotresa od 15. aprila 1979. godine (kao i cijele tada aktivirane rasjedne strukture), može se dobiti funkcionalna distribucija koja izražava (približan) stepen teško oštećenih i srušenih objekata (neupotrebljivih za dalje korišćenje) u funkciji

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

realnog intenziteta zemljotresa (u EMS skali) u uslovima tzv. lokalnog (karakterističnog) tla, praktično za cijelo područje Crne Gore (crvena linija na slici 46).

Tabela 2.27. Klasifikacija zgrada prema snimljenom stanju nakon katastrofalnog zemljotresa od 15. aprila 1979. godine, za opštinu Podgorica (Pavićević, 2000).

| Klasifikacija objekata | | Broj zgrada | % od ukupnog broja snimljenih zgrada (2609) |
|------------------------|-------------------|-------------|---|
| Konstrukcija | zidana | 5454 | 93 |
| | armirano-betonska | 216 | 4 |
| | čelična | 17 | 0 |
| | drvena | 16 | 0 |
| | ostalo | 139 | 3 |
| Funkcija | stambena | 5479 | 94 |
| | turistička | 6 | 0 |
| | industrijska | 181 | 4 |
| | agrarna | 17 | 0 |
| | ostalo | 339 | 2 |
| Svojina | privatna | 5195 | 89 |
| | društvena | 631 | 11 |

Tabela 2.28. Rezultati snimanja broja teško oštećenih, djelimično teško oštećenih i srušenih objekata, na području 12 opština Crne Gore u zemljotresu od 15. aprila 1979. godine sa $M_w=7.0$ (Pavićević, 2000)

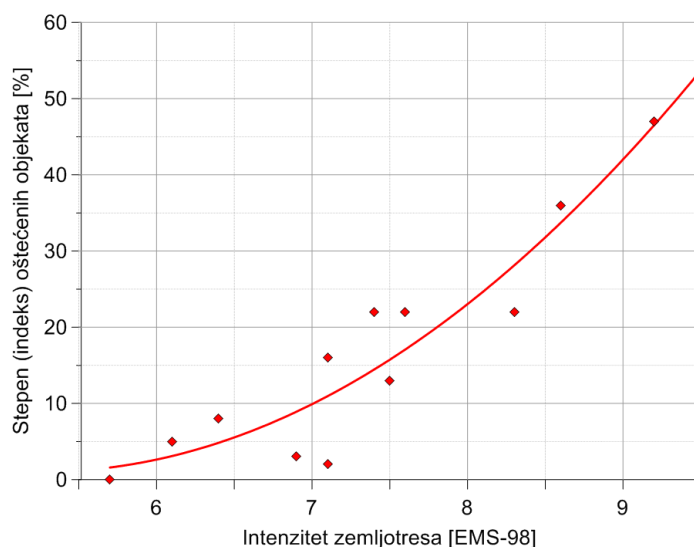
| Oštećenje objekata | Ulcinj | Bar | Budva | Tivat | Kotor | H. Novi | Cetinje | Nikšić | Titograd | Danilov-grad | Ivan-grad | Kolašin |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|
| | 24 | 18 | 11 | 8 | 12 | 9 | 18 | 7 | 2 | 2 | 0 | 4 |
| Djelimično | 13 | 11 | 8 | 3 | 8 | 0 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Srušeni | 10 | 7 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| UKUPNO | 47 | 36 | 22 | 13 | 22 | 16 | 22 | 8 | 2 | 3 | 0 | 5 |
| INTENZITET [EMS] | 9.2 | 8.6 | 8.3 | 7.5 | 7.6 | 7.1 | 7.4 | 6.4 | 7.1 | 6.9 | 5.7 | 6.1 |

U numeričkom obliku ova aproksimacija se može uspješno izraziti za klasu teško oštećenih i neupotrebljivih (srušenih) objekata na ugroženom području zahvaćenom tim razornim zemljotresom (koje pretežno čine objekti sa zidanim i armirano-betonskim konstrukcijama – u obimu od 92 %) u vidu polinoma drugog stepena, kao:

$$\eta_x = 81.893 - 30.770 \cdot I_{EMS} + 2.9266 \cdot I_{EMS}^2 \quad [\%] \quad (4)$$

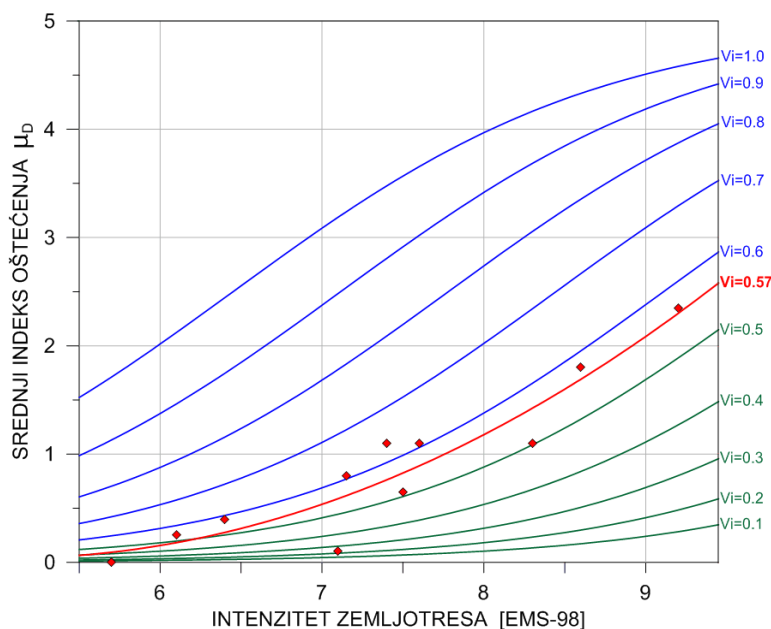
pri čemu I_{EMS} predstavlja odgovarajući stepen intenziteta zemljotresa (izražen u EMS skali), a η_x označava indeks (stepen) teško oštećenih i srušenih objekata (u odnosu na ukupan fond) koji su neupotrebljivi za dalje stanovanje. Grafički izgled ove funkcije, zajedno sa registrovanim podacima na terenu (crveni kvadratići) prikazan je na slici 46.

Ovi rezultati ukazuju da izvedene funkcije indeksa oštećenja za objekte sa teškim i vrlo teškim oštećenjima, na bazi podataka koji su registrovani na objektima u Crnoj Gori, mogu da se koriste za procjenu potencijalnih oštećenja u narednim zemljotresima na tom istom području, za specifikirane tipove objekata (dominantno zidani i armirano-betonski tip objekata) pod pretpostavkom da je tip izgrađenih objekata u međuvremenu, ostao uglavnom nepromijenjen.



Slika br.2.44. Grafički oblik relacije koje aproksimira stepen (indeks) oštećenja objekata (za dominantne tipove konstrukcija u Crnoj Gori prema podacima snimljenih šteta nakon zemljotresa iz 1979. godine /pretežno zidane i armirano-betonske konstrukcije – tabele XXVI i XXVIII/) u funkciji intenziteta zemljotresa u loklanim uslovima tla: cvena linija (polinom drugog stepena) izražava teško i vrlo teško oštećene objekte, neupotreblljive za dalje stanovanje.

Na slici br.2.45. je prikazan srednji stepen oštećenja objekata u funkciji intenziteta za zgrade neojačane i ojačane zidarije (bez i sa AB ojačanjem /serklaž, stubovi/, respektivno), izvedene preko relacije (1) za μ_D i indeksa najvjerovatnije povredljivosti objekata V_i prema EMS, u rasponu između 0.1 i 1.0.



Slika br.2.45. Položaj funkcije povredljivosti izvedene za grupu objekata sa velikim oštećenjima u crnogorskom zemljotresu od 15. aprila - preko srednjeg indeksa oštećenja μ_D koja indicira vrijednost indeksa povredljivosti za tu vrstu objekata u iznosu od $V_i=0.57$ (funkcija predstavljena linijom crvene boje), što u nomenklaturi klasa povredljivosti po EMS skali intenziteta (tabela XXV) dobro korelira sa klasom povredljivosti „C“ prema kategorizacije makroseizmičke skale EMS. Podaci iz tabele XXVII koji su snimljeni u crnogorskom zemljotresu za ovu kategoriju objekata, prikazani su simblima malih kvadrata crvene boje.

Funkcija ranjivosti koja je definisana iz podataka snimljenih nakon crnogorskog razornog zemljotresa od 15. aprila 1979. godine, za zgrade sa pretežno armirano-betonskim i zidanim konstrukcijama, kao što je navedeno u tabeli XXVIII, prikazana je u vidu kontinualne linije crvene boje, a podaci - crvenim simbolima malih kvadrata. Kao što je lako uočljivo, srednja vrijednost indeksa ranjivosti za ovu grupu tipova objekata iznosi **0.57**, što odgovara klasi povredljivosti “C” (tabela 2.28. i slika br.2.45.). Prema skali intenziteta EMS (Grunthal, 1998), klasa “C” obuhvata zidane zgrade sa AB ojačanjem.

Treba podsjetiti da je ova funkcija povedljivosti izvedena za sve tipove konstrukcija koje su u zemljotresu iz 1979. godine pretpjele teška i vrlo teška oštećenja (sa kolapsom), u kojima su izrazito dominirali objekti zidane i AB konstrukcije, u obimu od 97 % - upravo kao i na području tadašnje Podgorice (odnosno Titograda). S obzirom da u današnjim okolnostima, kao što je to naglašeno ranije, ne raspoložemo relevantnim podacima o tipizaciji najzastupljenijih konstrukcija, ostaje da pretpostavimo da je struktura objekta ostala približno nepromijenjena, uz naglašavanje pretpostavke da je relativan broj armirano-betonskih konstrukcija u međuvremenu značajnije povećan, imajući u vidu uvećanje svijesti građana i građevinskih investitora o realnosti i nivou seizmičkog hazarda na području ove opštine, kao i cijele Crne Gore, ali i izradu i primjenu odgovarajućih seizmičkih propisa za projektovanje i izgradnju objekata.

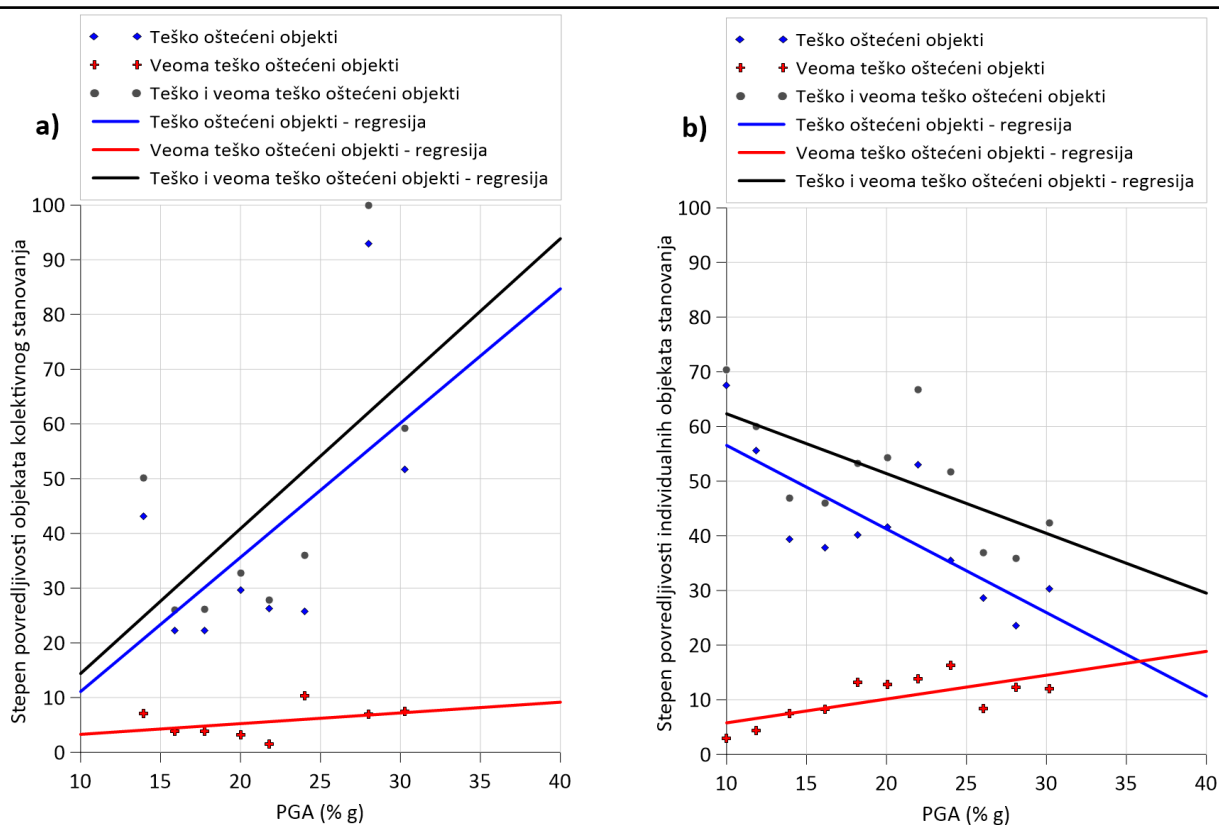
Na ovaj način, iz tabele 2.25. za dati stepen intenziteta zemljotresa, mogu se utvrditi procentualni rasponi oštećenja objekata te klase za teritoriju opštine Podgorica (kao i cijelog prostora Crne Gore na kojem su ovi podaci prikupljeni) koji se mogu kvalitativno interpretirati na osnovu sadržaja tabela 2.30. i 2.31., kao i slike br.2.45. Tako, na primjer, za intenzitet od VIII stepeni EMS, koji je utvrđen kao rezultujući u najnepovoljnijem scenariju zemljotresa za dio grdaske zone sa najvećom gustinom naseljenosti - u užem urbanom dijelu Glavnog grada Podgorice, za objekte sa zidanom konstrukcijom, treba očekivati (slika br.2.51.) znatan broj objekata sa tzv. “umjerenim” oštećenjima - tipa “D2”, kao i “nekoliko” objekata sa “znatno do teškim” oštećenjima (tip oštećenja “D3”), a za klasu AB konstrukcija, realno je očekivati “nekoliko” objekata sa oštećenjima tipa “D2” - sa “srednje teškim” stepenom oštećenja.

Na osnovu podataka o stanju i stepenu oštećenja objekata u crnogorskom zemljotresu 15. aprila 1979. godine i odgovarajućih, registrovanih vrijednosti maksimalnog horizontalnog ubrzanja (PGA), Institut za zemljotresno inženjerstvo i inženjersku seizmologiju iz Skoplja je konstruisao približne empirijske funkcije povredljivosti objekata za kolektivno i individualno stanovanja (IZIIS, 1984), za grupu objekata koji su teško i veoma teško oštećeni u tom zemljotresu, kao na slici 2.46.

Ove funkcije povredljivosti mogu se analitički izraziti linearnim regresionim aproksimacijama, u opštem obliku kao:

$$D_L = a + b \cdot PGA \quad (5)$$

Pri čemu je D_L stepen povredljivosti objekta odgovarajuće kategorije (kolektivnog ili individualnog stanovanja), PGA – maksimalno horizontalno ubrzanje na lokaciji objekta (u procentima ubrzanja zemljine teže g), dok su vrijednosti koeficijenata korelacije za te dvije kategorije a i b , zajedno sa standardnom devijacijom korelacije σ , prikazani u tabeli 2.32.



Slika br.2.46. Empirijske funkcije povredljivosti objekata: a) kolektivnog i b) individualnog stanovanja, za objekte koji su teško i veoma teško oštećeni u crnogorskom zemljotresu 15. aprila 1979. godine, sa regresionim aproksimacijama (IZIIS, 1984).

Imajući u vidu da su ove približne funkcije povredljivosti bazirane na podacima o fondu oštećenih objekata na području cijele Crne Gore, očigledno je da se mogu koristiti i za procjenu očekivanih gubitaka stambenog fonda kao posljedice efekata najnepovoljnijeg scenario zemljotresa za područje opštine Podgorica.

Tabela 2.29. Koeficijenti regresionih linearnih aproksimacija podataka o stepenu oštećenja objekata u crnogorskom zemljotresu od 15. aprila 1979. godine za objekte za kolektivno i individualno stanovanje.

| Vrsta stambenih objekata | Stepen oštećenja objekata | <i>a</i> | <i>b</i> | σ |
|--------------------------------|--------------------------------------|----------|----------|----------|
| Kolektivno stanovanje (zgrade) | Teško oštećeni objekti | -13.425 | 2.4530 | 21.18 |
| | Veoma teško oštećeni objekti | 1.328 | 0.1958 | 2.84 |
| | Teško i veoma teško oštećeni objekti | -12.097 | 2.6489 | 21.88 |
| Individualno stanovanje (kuće) | Teško oštećeni objekti | 71.834 | -1.5296 | 8.37 |
| | Veoma teško oštećeni objekti | 1.419 | 0.4359 | 3.15 |
| | Teško i veoma teško oštećeni objekti | 73.253 | -1.0937 | 9.02 |

Ipak, s obzirom da je očigledno iz karaktera izvedenih funkcija povredljivosti za klasu “teško oštećenih objekata”, posebno kod individualnog stanovanja (vjerovatno zbog vrlo ograničenog broja podataka) da su njihova predviđanja iracionalna (na primjer: stepen oštećenja objekata pri dejstvu ubrzanja tla izazvanog zemljotresom i rezultujućim ubrzanjem od 10 % sile teže g – veći je 5.7 puta od očekivanog oštećenja pri ubrzanju od 40 % od g) i suprotan je svim iskustvenim i literaturnim podacima. Iz tih razloga, u nastavku će za procjenu potencijalnih oštećenja objekata biti korišćene samo funkcije za “veoma teška oštećenja objekata” (za kolektivno i individualno stanovanje).

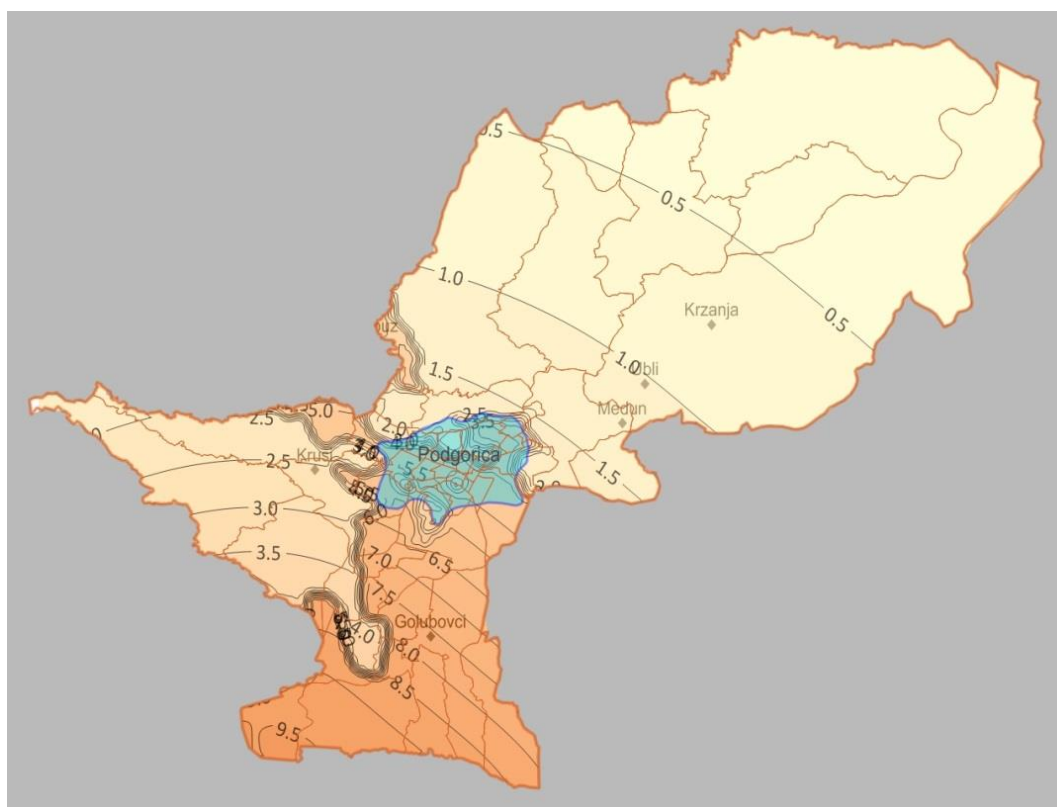
Treba voditi računa da je izvedena analiza funkcija povredljivosti objekata na osnovu rezultata snimanja stepena njihovog oštećenja izvedena nakon katastrofalnog zemljotresa iz 1979. godine, obavljena na podacima o broju svih pregledanih oštećenih objekata (tabele 2.27. i 2.28.). To znači da je za primjenu rezultata ove analize neophodno

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

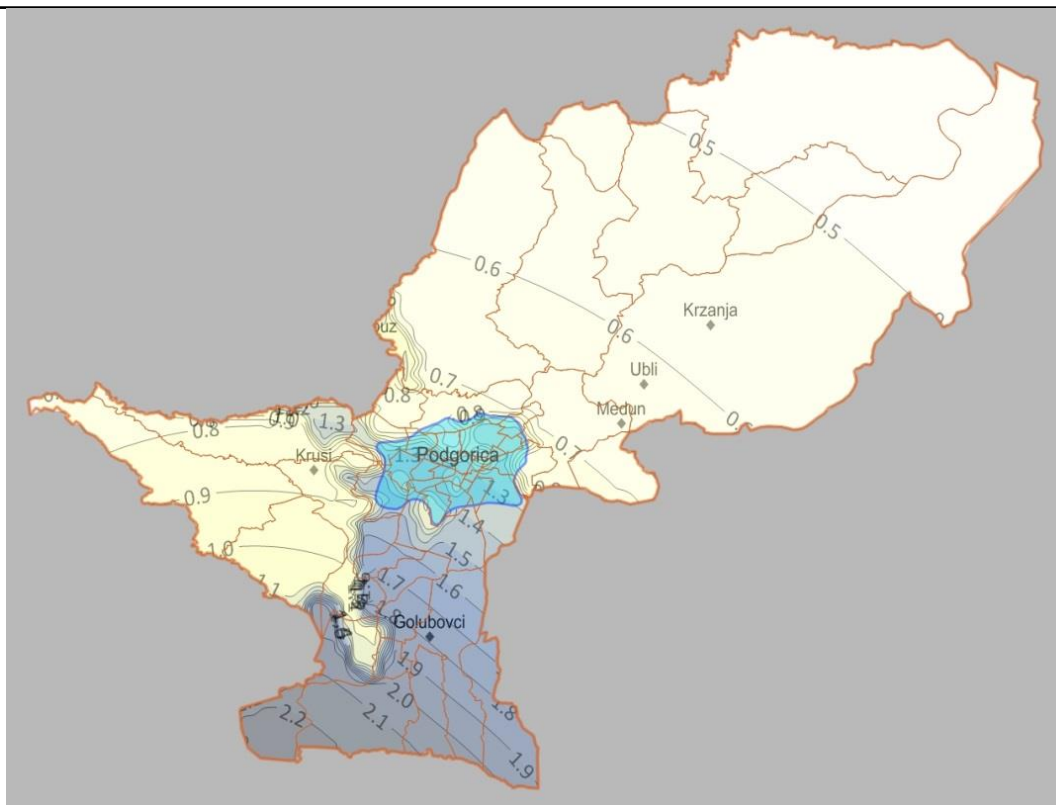
utvrđene funkcije povredljivosti normirati sa stanjem ukupnog stambenog fonda koji je egzistirao u vrijeme događanja ovog zemljotresa, odnosno snimanja stepena oštećenja objekata (1979. godina).

Za područje opštine Podgorica, na osnovu sadržaja tabele IV (MONSTAT, 2021) i tabele 2.17. postupak normiranja aktuelnog broja i broja objekata sa stanjem iz 1979. godine, rezultira koeficijentom 0,204 kojim je neophodno pomnožiti rezultate proračuna funkcijom indeksa oštećenja (relacija 4).

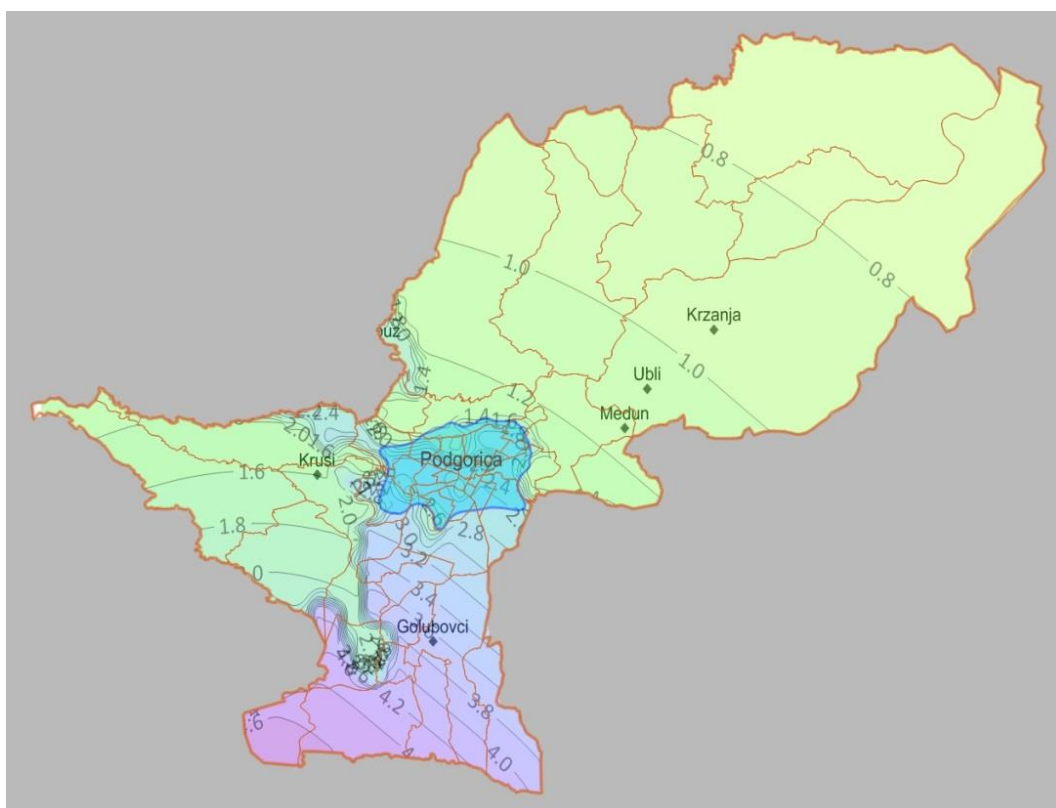
Nakon normiranja relacije (4) za aktuelno stanje stambenog fonda u opštini Podgorica izveden je proračun obima šteta na fondu objekata (za dominantne tipove konstrukcija u Crnoj Gori prema podacima snimljenih šteta u zemljotresu iz 1979. godine: pretežno zidane i armirano-betonske konstrukcije – tabela 2.27.). Rezultati su prikazani u grafičkom obliku – na slici br.2.47. Isti postupak je obavljen za slučaj primjene funkcija povredljivosti (relacija 5) koje je razvio Institut IZIS (IZIS, 1984), pri čemu su rezultati prikazani u grafičkom obliku na slikama 2.48. i 2.49.



Slika br.2.47. Distribucija sračunatog relativnog broja ukupnih potencijalno teško i vrlo teško oštećenih objekata (u procentima u odnosu na ukupan fond) u mjesnim zajednicama opštine Podgorica, u analizi najnepovoljnijeg scenarija zemljotresa na rasjedu **R3**.



Slika br.2.48. Sračunati obima potencijalno vrlo teško oštećenih objekata (u procentima u odnosu na ukupan fond) za fond stambenih zgrada za kolektivno stanovanje, u mjesnim zajednicama opštine Podgorica, u analizi najnepovoljnijeg scenarija zemljotresa na rasjedu R3.

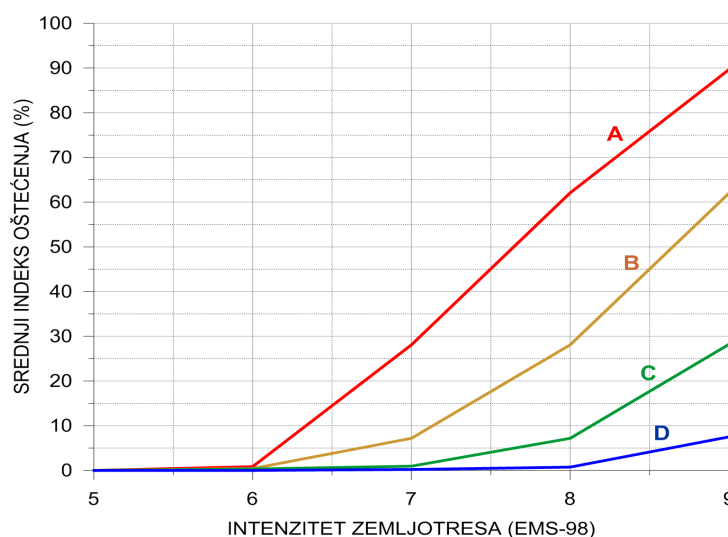


Slika br.2.49. Distribucija obima potencijalno vrlo teško oštećenih objekata (u procentima u odnosu na ukupan fond) za objekte individualnog stanovanja, na teritoriji opštine Podgorica, u analizi scenarija zemljotresa na rasjedu R3.

b) Metodologija Makroseizmičke skale EMS

Po ovoj metodologiji procjene štete na objektima koje su izražene matricom vjerovatnoće oštećenja, izvedene su iz same definicije makroseizmičke skale EMS za 6 klasa povredljivosti koje sadrži ta skala (A – F). Tako izveden model povredljivosti je zatim vezan za tipologiju zgrada, preko tabele povredljivosti skale intenziteta EMS, koja sadrži tipološku klasifikaciju zgrada u evropskim zemljama. Dakle, tabela Makroseizmičke skale EMS povredljivosti uspostavlja vezu između klasa povredljivosti i tipologije zgrada, koje su grupisane prema tipologiji konstruktivnog materijala (u zidovima, armiranom betonu, čeliku i drvetu) s obzirom na različito seizmičko ponašanje zgrada tih šest klasa povredljivosti.

Srednji indeks (faktor) oštećenja objekata zapravo predstavlja cijenu popravke objekta u odnosu na cijenu novog objekta (na primjer: Tyagunov et al., 2006). Funkcije povredljivosti objekata za određene klase povredljivosti, izražavaju se u zavisnosti od stepena intenziteta zemljotresa. Raspon faktora oštećenja se dodjeljuje stepenu oštećenja prema skali intenziteta EMS, kao što je prikazano u tabeli 2.30., dok je na slici br.2.50. prikazan grafik zavisnosti srednjeg indeksa oštećenja (u %) za klase povredljivosti objekata (A-D) u funkciji intenziteta zemljotresa (EMS).



Slika br.2.50. Zavisnost srednjeg stepena (indeksa) oštećenja objekata za različite klase povredljivosti (u rasponu A – D) prema makroseizmičkoj skali EMS.

Tabela 2.30. Klasifikacija indeksa oštećenja objekata prema skali intenziteta EMS.

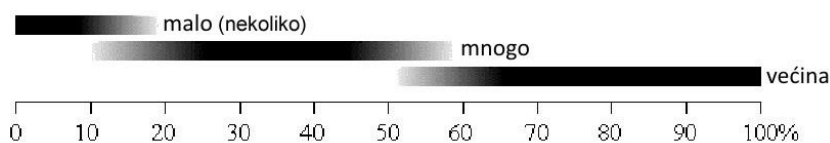
| Stepen oštećenja | Uobičajene oznake oštećenja* | Indeks oštećenja (%) | Srednji indeks oštećenja (%) |
|-------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|
| Bez oštećenja | DG0 | 0 | 0 |
| Mala | DG1 | 0–1 | 0.5 |
| Srednja | DG2 | 1–20 | 10 |
| Značajna | DG3 | 20–60 | 40 |
| Teška | DG4 | 60–100 | 80 |
| Potpuno razaranje | DG5 | 100 | 100 |

*Oznaka DG slijedi od engleskog izraza za stepen oštećenja – “Damage Grade”.

Zastupljenost stepena oštećenja, koji je izražen kao indeks oštećenja (u procentima) predstavlja kvantitativni parametar (tabela 2.30. i slika br.2.42.), koji iako ograničeno precizan - zbog preklapanja vrijednosti za odrednice: “malo (nekoliko)”, “mnogo” i “većina” - ipak je dovoljno indikativan za potrebe procjene obima i stepena oštećenja

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

objekata. U procesu definisanja šteta od zemljotresa u urgentnoj fazi, ovaj parametar može, neposredno po događanju zemljotresa, da pruži generalnu sliku o obimu šteta i neophodnim mjerama za zbrinjavanje stanovništva.



Slika br.2.51. Procentualni rasponi oštećenja objekata koji se međusobno dijelom preklapaju, a koji odgovaraju terminima: "malo (nekoliko)", "mnogo", "većina".

U tu svrhu se koriste matrice vjerovatnoće oštećenja od zemljotresa, a stepeni oštećenja su usvojeni od najmanjeg (D1) do najvećeg (D5) i izražavaju se u klasifikaciji koja je prikazana u tabeli 2.35. (na primjer - Giovinazzi and Lagomarsino 2004). Ova matrica izražava vjerovatnoću da će objekat određene klase povredljivosti pretrpjeti oštećenja određenog stepena - pri dejstvu zemljotresa određenog intenziteta.

Tabela 2.31. Matrica vjerovatnoće oštećenja objekata svih klasa povredljivosti, u funkciji intenziteta zemljotresa prema EMS makroseizmičkoj skali.

| EMS-98 | Klasa povredljivosti A | | | | | EMS-98 | Klasa povredljivosti B | | | | |
|--------|------------------------|----------|-------|----------|----------|--------|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
| V | pojedini | | | | | V | pojedini | | | | |
| VI | mnogi | pojedini | | | | VI | mnogi | pojedini | | | |
| VII | | | mnogi | pojedini | | VII | | mnogi | pojedini | | |
| VIII | | | | mnogi | pojedini | VIII | | | mnogi | pojedini | pojedini |
| IX | | | | | mnogi | IX | | | | mnogi | mnogi |
| X | | | | | većina | X | | | | | većina |

| EMS-98 | Klasa povredljivosti C | | | | | EMS-98 | Klasa povredljivosti D | | | | |
|--------|------------------------|----------|----------|----------|----------|--------|------------------------|----------|----------|----------|----|
| | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
| V | | | | | | V | | | | | |
| VI | pojedini | | | | | VI | | | | | |
| VII | | pojedini | | | | VII | pojedini | | | | |
| VIII | | mnogi | pojedini | | | VIII | | pojedini | | | |
| IX | | | mnogi | pojedini | | IX | | mnogi | pojedini | | |
| X | | | | mnogi | pojedini | X | | | mnogi | pojedini | |

| EMS-98 | Klasa povredljivosti E | | | | | EMS-98 | Klasa povredljivosti F | | | | |
|--------|------------------------|----------|----------|----|----|--------|------------------------|----------|----|----|----|
| | D4 | D2 | D3 | D4 | D5 | | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
| V | | | | | | V | | | | | |
| VI | | | | | | VI | | | | | |
| VII | | | | | | VII | | | | | |
| VIII | | | | | | VIII | | | | | |
| IX | | pojedini | | | | IX | | | | | |
| X | | mnogi | pojedini | | | X | | pojedini | | | |

U naporu da izrade jedinstvene metodologije za utvrđivanje šteta od zemljotresa, u Evropskoj Uniji je definisana makroseizmička metoda koja je izvedena iz definicije evropske makroseizmičke Skale EMS (Gruntal, 1998), tako da su štete od zemljotresa definisane jedinstvenim principima, dok su rezultati seizmoloških makroseizmičkih snimanja šteta od zemljotresa, uporedivi u cijeloj Uniji. Usvajanjem ove tipizacije objekata i šteta, sa uključivanjem svih zastupljenih tipova objekata, moguće su brze preliminarnе procjene rizika kao finansijskog ekvivalenta mogućih/nastalih šteta od zemljotresa.

Saglasno postojećim informacijama o tipizaciji postojećih objekata u opštini Podgorica (NERA, 2014 i Pavićević, 2000, MONSTAT, 2021) sa velikom dozom pouzdanosti se može konstatovati da na tom prostoru dominira zidani

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

tip konstrukcija (sa i bez ojačanja) i konstrukcije sa AB ramom ili AB zidovima, dakle objekti koji se mogu svrstati u kategorije „C“ i „D“, respektivno (tabele 2.24. i 2.26.). Iz tih razloga su u tabeli 2.32. prikazane vrijednosti vjerovatnoće realizacije određenog stepena oštećenja u funkciji intenziteta zemljotresa samo za te klase povredljivosti. Takođe, u tabelama je u grafičkoj i tekstualnoj formi detaljnije izložen opis pet nivoa oštećenja - za zidane zgrade (tabela 2.34.) i zgrade od armiranog betona (tabela 2.35.), saglasno evropskoj Makroseizmičkoj skali.

Tabela 2.32. Vjerovatnoća realizacije određenog stepena oštećenja objekata u funkciji intenziteta zemljotresa, za klase povredljivosti „C“ i „D“, kao izrazito dominantne na području opštine Podgorica (NERA 2014, Pavićević 2000) - prema metodologiji Makroseizmičke skale EMS – Tabela 2.27. (Gruntal, 1998; Tyagunov, 2011).

| Klasa povredljivosti objekata prema skali EMS | “C” | | | | | “D” | | | | |
|---|------------------------------|------|------|------|------|------------------------------|-----|------|------|------|
| | Intenzitet zemljotresa (EMS) | | | | | Intenzitet zemljotresa (EMS) | | | | |
| Stepen oštećenja | V | VI | VII | VIII | IX | V | VI | VII | VIII | IX |
| DG0 | 100 | 92.5 | 50 | 7.5 | *** | 100 | 100 | 92.5 | 50 | 7.5 |
| DG1 | - | 7.5 | 42.5 | 42.5 | 7.5 | - | - | 7.5 | 42.5 | 42.5 |
| DG2 | - | - | 7.5 | 42.5 | 42.5 | - | - | - | 7.5 | 42.5 |
| DG3 | - | - | - | 7.5 | 42.5 | - | - | - | - | 7.5 |
| DG4 | - | - | - | - | 7.5 | - | - | - | - | - |
| DG5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Srednji faktor oštećenja | 0 | 0.04 | 0.96 | 7.5 | 27 | 0 | 0 | 0.04 | 0.96 | 7.5 |

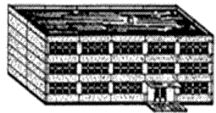
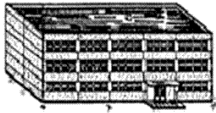



Na osnovu Tabele 2.6. (NERA 2014) sa podacima o relativnoj, dominantnoj zastupljenosti tipova objekata na području opštine Podgorica (kao uglavnom i na području većine naselja u Crnoj Gori) za zidane zgrade (sa ili bez AB ojačanja) iznosi 64 %, a za AB konstrukcije 36 %, u odnosu na ukupan stambeni fond.

Tabela 2.33. Klasifikacija oštećenja na zidanim zgradama (EMS)

| Stepen oštećenja | Skica oštećenja | Opis oštećenja |
|------------------|---|--|
| DG1 |  | Laka oštećenja: Zanemarljivo malo do jedva osetno oštećenje (bez oštećenja noseće konstrukcije); <i>Jedva vidljive prsline na vrlo malom broju zidova; opadanje maltera samo na malim površinama. Padanje nevezanog kamena sa gornjih elemenata zgrade.</i> |
| DG2 |  | Umjereni oštećenje - malo oštećenje noseće - umjereni oštećenje nenoseće konstrukcije <i>Prsline na mnogim zidovima; opadanje maltera sa velikih površina; odvajanje dijelova dimnjaka</i> |
| DG3 |  | Znatno do jako oštećenje - umjereni oštećenje noseće konstrukcije - jako oštećenje nenoseće konstrukcije <i>Velike i duge pukotine na većini zidova; orebreni crepovi i crepovi od škrljca pomjeraju se i padaju. Dimnjaci se lome na nivou krova; dolazi do loma pojedinih elemenata nenoseće konstrukcije</i> |
| DG4 |  | Vrlo jako oštećenje - teško oštećenje noseće, - vrlo teško oštećenje nenoseće konstrukcije <i>Ozbiljni lomovi na zidovima, djelimično rušenje noseće konstrukcije.</i> |
| DG5 |  | Razaranje - vrlo teško oštećenje noseće konstrukcije <i>Potpuno ili skoro potpuno rušenje</i> |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Tabela 2.34. Klasifikacija oštećenja na zgradama od armiranog betona (EMS)

| Stepen oštećenja | Skica | Opis oštećenja |
|------------------|---|---|
| DG1 |  | Laka oštećenja: Zanemarljivo malo do jedva osjetno oštećenje (bez oštećenja noseće konstrukcije); <i>Jedva vidljive prsline na vrlo malom broju zidova; opadanje maltera samo na malim površinama. Padanje nevezanog kamena sa gornjih delova zgrada samo u vrlo malom broju slučajeva</i> |
| DG2 |  | Umjereno oštećenje: - malo oštećenje noseće konstrukcije - umjereno oštećenje nenoseće konstrukcije; <i>Prsline na mnogim zidovima; opadanje maltera sa prilično velikih površina; odvajanje dijelova dimnjaka</i> |
| DG3 |  | Znatno do jako oštećenje: - umjereno oštećenje noseće, - jako oštećenje nenoseće konstrukcije <i>Velike i duge pukotine na većini zidova; orebreni crepovi i crepovi od škriļica pomjeraju se i padaju. Dimnjaci se lome na nivou krova; lom pojedinih elemenata nenoseće konstrukcije</i> |
| DG4 |  | Vrlo jako oštećenje: -teško oštećenje noseće, -vrlo teško oštećenje nenoseće konstrukcije); <i>Ozbiljni lomovi na zidovima, djelimično rušenje noseće konstrukcije</i> |
| DG5 |  | Razaranje: -vrlo jako oštećenje noseće konstrukcije <i>Potpuno ili skoro potpuno rušenje</i> |

Na osnovu izloženih instrukcija iz ove metodologije Makroseizmičke skale EMS za procjenu stepena očekivanih oštećenja objekata uz primjenu tabela 2.32. i 2.34., kao i slike br.2.40., moguće je za teritoriju opštine Podgorica (uz podjelu na zone intenziteta iz tabele 2.23.) sračunati očekivani stepen oštećenja objekata, kao što je to prikazano u Tabeli 2.35.

Tabela 2.35. Relativan i apsolutni broj objekata na teritoriji opštine Podgorica koji bi pretrpio štete u slučaju realizacije najnepovoljnijeg scenarija zemljotres (na rasjedu R3) prema metodi evropske Makroseizmičke skale.

| Tip konstrukcije | Zona položaja mjesne zajednice – intenzitet (EMS) | | | | Pretežni tip oštećenja objekta |
|--|---|-----|-------|------|--------------------------------|
| | VI | VII | VIII | IX | |
| Zidane zgrade (sa ili bez ojačanja) | 0.0 | 0.6 | 4.8 | 17.3 | GD2-DG3 |
| AB zgrade | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 2.7 | DG1-DG2 |
| % UKUPNO oštećenih objekata (od ukupnog fonda) | 0.0 | 0.6 | 5.1 | 20.0 | DG1-DG3 |
| UKUPAN broj oštećenih objekata | 0 | 2 | 1,384 | 869 | DG1-DG3 |

Dakle, na osnovu sadržaja tabele 2.34. proističe da bi kod zidanih objekata (sa ili bez AB ojačanja konstrukcije) nastala oštećenja gradirana kao “srednja do značajno teška”, a kod AB konstrukcija – “mala do srednja” oštećenja saglasno klasifikaciji evropske EMS skale intenziteta, na ukupno 2,255 objekata.

c) Ranjivost objekata na kolaps prema ekspertizi stručnjaka (WHE-PAGER)

U projektu WHE-PAGER na bazi ekspertskog mišljenja, izvedena je posebna kategorizacija ranjivosti na kolaps za specifične tipove konstrukcija prema makroseizmičkoj skali intenziteta EMS, za primenu u evropskim zemljama (Jaiswal et al., 2011). Faktori vjerovatnoće za proračun sklonosti na kolaps pri dejstvu zemljotresa relevantnog intenziteta (VII-IX stepeni EMS skale intenziteta), prikazani su u tabeli 2.36.

Uzimajući u obzir tipologiju objekata (tabela 2.39.) utvrđenu kroz NERA projekat (NERA, 2014) i koeficijente vjerovatnoće na kolaps iz tabele 2.38., za stambeni fond opštine Podgorica i zastupljenu tipologiju objekata (tabela 2.26.), u slučaju događanja najnepovoljnijeg scenario zemljotresa, sa ranije izloženim seizmološkim parametrima za užu urbanu zonu Podgorice sa intenzitetom VIII stepeni EMS skale (Tabela 2.22. i slika 2.42.) primjenom WHE-PAGER metode, baziranoj na ekspertskom mišljenju, može se utvrditi približan, relativan broj srušenih objekata u ovom dijelu opštine Podgorica, u iznosu **od oko 2 % od ukupnog fonda građevinskih objekata**, kao što je prikazano u tabeli 2.36.

Tabela 2.36. Rasponi očekivane vjerovatnoće kolapsa u funkciji stepena intenziteta zemljotresa prema skali EMS za različite tipove konstrukcija (Jaiswal et al., 2011)

| EMS klasa povredljivosti | Tip konstrukcije | Vjerovatnoća na kolaps za intenzitet zemljotresa (EMS) | | |
|--------------------------|---|--|--------------|--------------|
| | | VII | VIII | IX |
| A | Tesani, neobrađeni kamen | 0 - 5 % | 2.5 - 32 % | 21.25 - 70 % |
| | Nepečena opeka | 0 - 3.8 % | 1.9 - 25 % | 17 - 61 % |
| B | Običan, ukrasni kamen | 0 - 0.3 % | 0.13 - 6.5 % | 3.5 - 34 % |
| | Neojačana cigla | 0 - 0.3 % | 0.13 - 6.1 % | 3.3 - 33 % |
| C | Neojačana cigla sa betonskim podom | 0 % | 0 - 1.3 % | 0.6 - 12 % |
| | Sa AB ramom bez seizmičke zaštite | 0 - 0.3 % | 0.13 - 2.6 % | 1.6 - 13.4 % |
| | Masivan kamen | 0 % | 0 - 1.3 % | 0.6 - 12 % |
| D | Zidana sa AB ramom (5 % u B, 50 % u C, 45 % u D) | 0 % | 0 - 0.3 % | 0.1 - 4 % |
| | Sa AB ramom i umjerenom seizmičkom zaštitom | 0 % | 0 - 0.25 % | 0.15 - 2.6 % |
| | Drvene konstrukcije | 0 % | 0 - 0.25 % | 0.13 - 2.6 % |
| | Drvene konstrukcije sa visokim seizmičkom zaštitom | 0 % | 0 % | 0 % |
| E | Sa AB ramom i visokom seizmičkom zaštitom | 0 % | 0 % | 0 - 0.25 % |
| | Sa AB zidovima za bočno ukrućenje i visokom seizmičkom zaštitom | 0 % | 0 % | 0 % |
| | Svi tipovi čeličnih konstrukcija | 0 % | 0 - 0.5 % | 0.25 - 4.5 % |

Primjenom istog pristupa, mjesne zajednice krajnjeg južnog dijela opštine Podgorica u ovom scenariju, koje bi bile bi izložene srednjoj vrijednosti intenziteta od IX stepeni EMS skale (slika 2.41.) približan stepen oštećenja, procentualno iskazan kao relativan **broj srušenih objekata iznosio bi oko 9 % od ukupnog fonda građevinskih objekata** koji bi bili izloženi takvom zemljotresu. U užoj urbanoj zona, koja bi bila zahvaćena intenzitetom od VIII stepeni, po ovoj metodi, trebalo bi **očekivati oko 2 % srušenih**, neupotrebljivih objekata. Najzad, za mjesne zajednice sjevernog i zapadnog područja opštine, za utvrđeni prosječni intenzitet u najnepovoljnijem scenariju zemljotresa od VII stepeni EMS (slika 2.42.), relativan broj srušenih objekata po ovoj metodologiji, iznosio bi samo **oko 0.2 %** (Tabela 2.39.).

Tabela 2.37. Relativan broj objekata po klasama i odgovarajuće osrednjene vjerovatnoće na kolaps za korelisane klase objekata (Tabela 2.36.) za opseg intenziteta VII- IX EMS.

| Vrsta konstrukcije | Relativan broj objekata u klasi (%) | Vjerovatnoća na kolaps (%) | | |
|--|-------------------------------------|----------------------------|----------|--------|
| | | VII EMS | VIII EMS | IX EMS |
| Zidana od kamena ili cigle | 21.0 | 0.94 | 7.6 | 25.6 |
| Zidana sa AB ojačanjem | 20.5 | 0.15 | 1.4 | 7.5 |
| Sa AB ramom – poslije 1981. | 19.5 | 0.0 | 0.15 | 7.5 |
| Sa AB zidovima prije 1981. | 17.5 | 0.0 | 0.15 | 4.0 |
| Sa AB zidovima poslije 1981. | 16.5 | 0.0 | 0.13 | 1.5 |
| Ostalo (sa AB ramom i seizmičkom zaštitom, drveni objekti, čelične konstrukcije) | 5.0 | 0.0 | 0.11 | 1.0 |

Tabela 2.38. Relativan broj srušenih objekata prema relativnom broju objekata u klasi i vjerovatnoći na kolaps (Tabela 2.37.) u slučaju realizacije najnepovoljnijeg zemljotresnog scenarija u opštini Podgorica (NERA, 2014).

| Vrsta konstrukcije | Relativan broj srušenih objekata od ukupnog fonda (%) | | |
|--|---|-------------|-------------|
| | VII EMS | VIII EMS | IX EMS |
| Zidana od kamena ili cigle | 0.20 | 1.60 | 5.38 |
| Zidana sa AB ojačanjem | 0.03 | 0.29 | 1.54 |
| Sa AB ramom – poslije 1981. | 0.0 | 0.03 | 1.46 |
| Sa AB zidovima prije 1981. | 0.0 | 0.03 | 0.70 |
| Sa AB zidovima poslije 1981. | 0.0 | 0.02 | 0.25 |
| Ostalo (sa AB ramom i seizmičkom zaštitom, drveni objekti, čelične konstrukcije) | 0.0 | 0.02 | 0.05 |
| Ukupno (%) | 0.23 | 1.99 | 9.38 |
| Ukupan broj objekata | 1 | 544 | 407 |

d) Metodologija PAGER za procjenu povredljivosti objekata

U cilju što objektivnije procjene povredljivosti građevinskih objekata kroz njihovu sklonost na kolaps u uslovima dejstva zemljotresa, pored razvijanja prethodne metode, bazirane na ekspertizi stručnjaka, u okviru projekta WHE-PAGER (Prompt Assessment of Global Earthquakes for Response - PAGER) kroz naučnu saradnju sa stručnjacima iz 26 zemalja (Jaiswal and Wald, 2008), je izvršeno prikupljanje podataka o ranjivosti najčešćih tipova objekata u svim zemljama koje su bile obuhvaćene projektom (Porter et al., 2008). Nakon izvršene rigorozne analize izvedenih funkcija povredljivosti za specifične objekte na osnovu formirane baze podataka za veću grupu ranije dogođenih katastrofalnih zemljotresa, razvijena je posebna metodologija PAGER koja je obuhvatila specifične funkcije povredljivosti objekata (Jaiswal and Wald 2010) koje se mogu koristiti u PAGER polu-empirijskom modelu. Ranjivost na kolaps objekata CR_j definisana je za uslove dejstva zemljotresa sa intenzitetom S u vidu relacije:

$$CR_j(S) = A_j \cdot 10^{\left(\frac{B_j}{S-C_j}\right)} \quad (6)$$

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Parametri relacije A_j , B_j i C_j definisani su za određeni tip konstrukcije j ili iz statističkih podataka specifičnih za srušene objekte u ranijim zemljotresima, ili proračunom iz analitičkih relacija definisanih na osnovu empirijskih podataka, saglasno odgovarajućoj ekspertizi stručnjaka, koji su sakupljeni u projektu WHE-PAGER. Ovi parametri su prikazani u tabeli 2.15. za grupu objekata određenog konstruktivnog tipa. U ovoj tabeli su prikazani indeksi ranjivosti za sve navedene tipove objekata u slučaju dejstva zemljotresa sa intenzitetom od $S=9$ EMS stepeni, sračunati na osnovu gornje relacije.

Tabela 2.39. Koeficijenti relacije (6) CR_j (Jaiswal and Wald, 2008).

| Tip konstrukcije | A | B | C | Ranjivost objekata na kolaps (%) | | |
|--|-------|-------|------|----------------------------------|------------|----------|
| | | | | VII EMS98 | VIII EMS98 | IX EMS98 |
| Objekti od nepečene opeke | 2.33 | -1.35 | 5.92 | 13.1 | 52.3 | 84.9 |
| Objekti sa zidovima od nepečene opeke | 3.16 | -2.17 | 4.86 | 30.6 | 64.4 | 94.5 |
| Zgrade sa neduktilnim betonskim ramom | 3.40 | -5.57 | 5.27 | 0.2 | 0.3 | 10.9 |
| Montažne zgrade sa ramom | 0.96 | -2.52 | 5.88 | 0.5 | 6.2 | 14.9 |
| Zgrade zidane blokom ili obrađenim kamenom | 8.89 | -4.84 | 5.26 | 1.5 | 15.2 | 45.2 |
| Zgrade zidane lomljenim kamenom | 5.85 | -4.64 | 4.87 | 3.9 | 19.2 | 44.0 |
| Zgrade zidane ciglom / blokom, sa malterom | 21.02 | -5.36 | 5.53 | 0.5 | 14.2 | 60.0 |
| Zgrade sa čeličnim ramom i betonskom ispunom | 0.53 | -7.11 | 4.00 | 0.2 | 0.9 | 2.0 |

Iako tipologija konstrukcije u tabeli 2.40. ne odgovara u potpunosti uobičajenom, pretežnom tipu objekata na području opštine Podgorica, ipak se može (na približnom nivou) uspostaviti korelacija kategorizacije objekata iz tabele sa tipologijom objekata prema projektu NERA, 2014 (tabela 2.6.) i tipa konstrukcija iz tabele 2.39. Ovaj postupak bi rezultiralo sadržajem tabele 2.40., sa procentualnim (u odnosu na ukupan fond zgrada) i apsolutnim brojem potencijalno srušenih objekata koji bi bili izloženi dejstvu najnepovoljnijeg scenario zemljotresa na teritoriji opštine Podgorica.

Tabela 2.40. Relativan broj potencijalno srušenih objekata na teritoriji opštine Podgorica u najnepovoljnijem seizmičkom scenariju po metodi PAGER.

| Vrsta konstrukcije | Relativan broj objekata u klasi (%) | Relativan broj srušenih objekata od ukupnog fonda (%) | | |
|--|-------------------------------------|---|-------------|-------------|
| | | VII EMS98 | VIII EMS98 | IX EMS98 |
| Zidana od kamena ili cigle | 21.0 | 0.11 | 3.0 | 12.6 |
| Zidana sa AB ojačanjem | 20.5 | 0.04 | 0.06 | 2.2 |
| Sa AB ramom – poslije 1981. | 19.5 | 0.04 | 0.06 | 2.1 |
| Sa AB zidovima prije 1981. | 17.5 | 0.04 | 0.06 | 2.6 |
| Sa AB zidovima poslije 1981. | 16.5 | 0.03 | 0.05 | 1.8 |
| Ostalo (sa AB ramom i seizmičkom zaštitom, drveni objekti, čelične konstrukcije) | 5.0 | 0.01 | 0.05 | 0.1 |
| Ukupno (%) | 100 | 0.27 | 3.28 | 20.4 |
| Ukupan broj objekata | | 1 | 890 | 886 |

e) *Metoda Kappos*

Na osnovu detaljnih istraživanja oštećenja objekata prouzrokovanih brojnim razornim zemljotresima na području južne Evrope (Kappos et al., 1998, Kappos 2007), utvrđene su relativno jednostavne procedure za procjenu ukupnog obima oštećenja zidanih objekata i AB konstrukcija (L) različite spratnosti. Za objekte sa 5 ili manje spratova utvrđena je relacija:

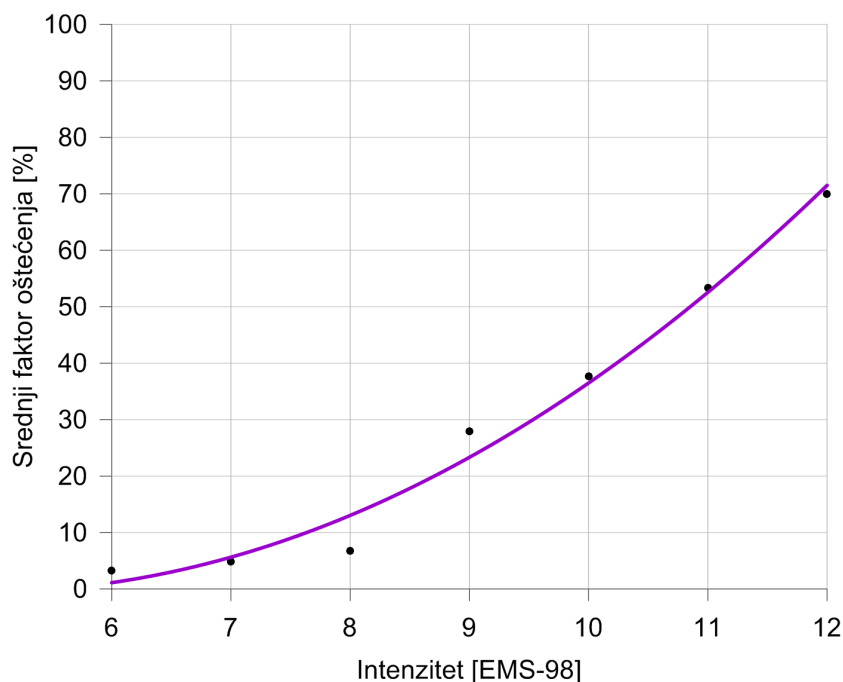
$$L = 0.25 \cdot D_C + 0.08 \cdot D_P \quad (7)$$

dok je za objekte sa 6 do 10 spratova definisan izraz:

$$L = 0.30 \cdot D_C + 0.08 \cdot D_P \quad (8)$$

pri čemu su D_C i D_P indeksi šteta utvrđeni na globalnom nivou (≤ 1) za objekte sa armirano-betonskom konstrukcijom i objekte sa zidanom ispunom, respektivno.

Za objekte sa armirano-betonskom konstrukcijom i objekte sa zidanom ispunom (koji su najzastupljeniji na teritoriji opštine Podgorica, kao i u cijeloj Crnoj Gori (NERA, 2014, Pavićević 2000) iz tabele XL možemo kao srednje vrijednosti indeksa ranjivosti na kolaps utvrditi kao reprezentativne vrijednosti parametara D_C i D_P iz gornje relacije.



Slika br.2.51. Srednji faktor oštećenja objekata za objekte sa neduktilnim ramom, spratnosti (4-7 spratova) po metodi Kappos et al., 1998, razvijen radi procjene troškova popravke objekata.

Na ovaj način, možemo (aproksimativno) odrediti procentualan broj objekata ove klase koji će potencijalno pretrpjeti oštećenja u zemljotresu sa intenzitetima koji će u najnepovoljnijem scenariju zahvatiti objekte opštine Podgorica. Rezultati ovog proračuna za objekte niske i visoke spratnosti saglasno odgovarajućoj distribuciji intenzitetu scenarija zemljotresa (slika 2.42.) prikazani u Tabeli 2.41.

Tabela 2.41. Procijenjeni stepen oštećenja objekata niske i visoke spratnosti za zidane i AB konstrukcije koji će potencijalno pretrpjeti oštećenja u zemljotresu u zavisnosti od intenziteta (Kappos et al., 1998).

| Spratnost objekata | Stepen oštećenja objekata [%] | | |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------|--------------|
| | VII EMS | VIII EMS | IX EMS |
| Niska spratnost (do 5 spratova) | 0.21 | 1.37 | 6.70 |
| Sa 6 i više spratova | 0.22 | 1.39 | 7.25 |
| UKUPNO (%) | 0.43 | 2.76 | 13.95 |
| Ukupan broj objekata | 1 | 749 | 606 |

Za specifične objekte sa AB neduktilnim ramom, sa srednjom spratnošću (4–7 spratova) može se koristiti dijagram na slici 53 za srednji faktor oštećenja (Kappos et al., 1998) odakle, na primjer za urbani dio Podgorice (sa intenzitetom VIII EMS u najnepovoljnijem scenarju zemljotresu, slika 2.42.) s obzirom da realni broj takvih objekata nije bio poznat u vrijeme izrade ovog Plana (uz pretpostavku da se takvi objekti nalaze samo na tom području u ovoj opštini) iz dijagrama na slici, iznosi 13 % od ukupnog broja onbjekata takve klase.

f) ATC-21 metoda

Metoda ATC-21 (ATC-21-1, 1989; Blanquera, 1999) detaljno razrađuje faktor oštećenja za različite klase objekata u funkciji intenziteta zemljotresa u rasponu VI – IX stepeni EMS skale, kao što je prikazano u tabeli 2.42.

Na osnovu sadržaja tabele 2.42., kao srednja vrijednost faktora oštećenja objekata klase zidanih konstrukcija bez AB ojačanja, u slučaju dejstva intenziteta zemljotresa od IX stepeni EMS, na području opštine Podgorica može se za klasu zidanih objekata usvojiti vijednost od 28.7 %, a za objekte sa AB ojačanjem konstrukcije - u iznosu od 20.5 %.

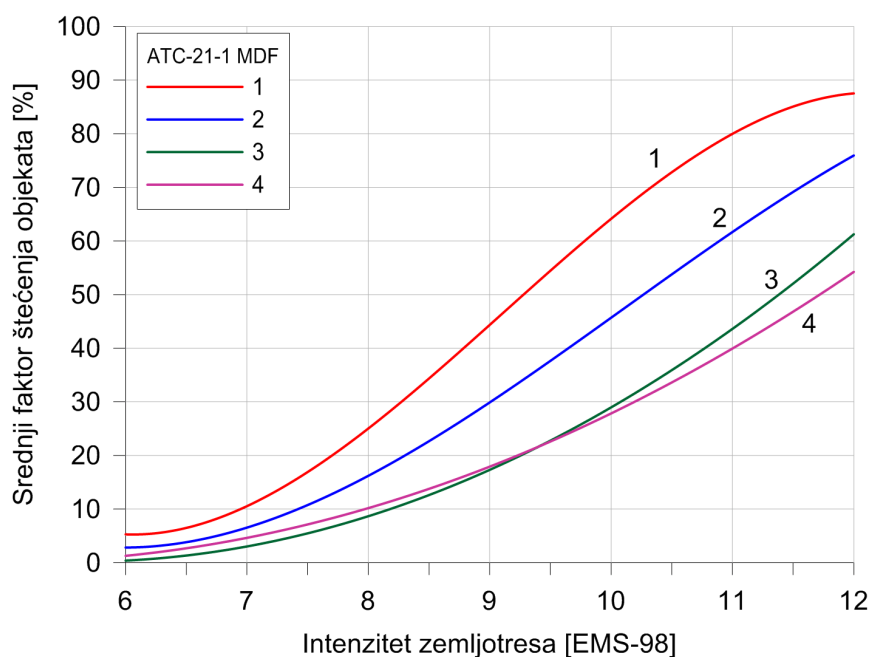
Kombinacija ovih podataka i sadržaja tabele 2.38. sa srednjim vrijednostima očekivane vjerovatnoće kolapsa u funkciji stepena intenziteta zemljotresa, prema skali intenziteta EMS (Jaiswal et al., 2011) za zidani tip konstrukcija 21.3 % i za AB konstrukcije 4.8 %, rezultira ukupnim potencijalnim, procentualnim brojem teško oštećenih objekata u najnepovoljnijem scenarju zemljotresa (na rasjedu R3) u obimu od **6.1 % za zidane konstukcije** (bez ojačanja) i **1.2 % za AB konstrukcije**.

ATC-13 matrice vjerovatnoće oštećenja razvijene su za objekte u Kaliforniji (ATC-21-1 1989, Blanquera 1999), ali se primjenjuju intenzivno i širom svijeta, u postupku procjene oštećenja objekata različitih konstruktivnih karakteristika, u uslovima dejstva zemljotresa.

Tabela 2.42. ATC-21 skala srednjeg faktora oštećenja objekata različite klase, u funkciji intenziteta zemljotresa (Blanquera 1999)

| Klasa objekata | Spratnost | Intenzitet zemljotresa (MMI) | | | |
|--|-----------|------------------------------|------|------|------|
| | | VI | VII | VIII | IX |
| | | Srednji faktor oštećenja (%) | | | |
| Sa drvenim ramom | Niska | 2.4 | 4.8 | 6.0 | 13.2 |
| Zidani, bez AB ojačanja nosećih zidova | Niska | 5.0 | 12.0 | 24.0 | 43.0 |
| Zidani, bez AB ojačanja sa nosećim ramom | Niska | 3.0 | 7.0 | 16.0 | 30.0 |
| Sa AB zidovima za bočno ukrućenje bez duktilnog rama | Niska | 1.1 | 5.5 | 7.7 | 17.6 |
| | Srednja | 2.2 | 5.5 | 11.0 | 20.9 |
| | Visoka | 3.3 | 6.6 | 15.4 | 28.6 |
| Zidana konstrukcija sa AB ramom, bez duktilnog rama | Niska | 2.2 | 5.5 | 7.7 | 16.5 |
| Konstrukcija sa čeličnim stubovima | Niska | 1.1 | 4.4 | 6.6 | 13.2 |
| | Visoka | 2.2 | 5.5 | 8.8 | 15.4 |
| Čelične konstrukcije | Niska | 2.2 | 4.4 | 5.5 | 7.7 |
| Objekti blok-montažne gradnje | Niska | 3.9 | 6.5 | 16.9 | 26.0 |

Na slici 2.52. je grafički predstavljeno četiri funkcije srednjeg faktora povredljivosti objekata niskogradnje (do 4 sprata) koje su razvijene po ATC-21-1 metodi, za četiri najčešćih vrste konstrukcija na području opštine Podgorica, kao i u cijeloj Crnoj Gori (NERA, 2014, Tabela 2.43., Pavićević 2000).



Slika br.2.52. Funkcije srednjeg faktora oštećenja objekata niskogradnje po ATC-21-1 metodologiji, ravijene za: (1) zidane objekte sa nosećim zidovima, (2) zidane objekte sa ramom, (3) zidane objekte sa AB ukrućenjem i (4) AB konstrukcije sa ukrućenjem.

S ozirom da su ove funkcije u izvornom obliku (ATC-21-1, 1989) definisane u diskretnoj formi, u cilju omogućavanja njihove primjene u digitalnom obliku, tabelarni podaci koji definišu ove funkcije su aproksimirani regresijom polinoma terćeg stepena, u vidu realcije:

$$MDF = a + b \cdot I + c \cdot I^2 + d \cdot I^3 \quad (9)$$

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Pri čemu MDF označava srednji faktor oštećenja objekta za određenu klasu monstrukcija, I predstavlja intenzitet zemljotresa u EMS skali, dok su koeficijenti relacije (a, b, c i d) prikazani u tabeli 2.43. zajedno sa tipovima konstrukcija za koje su ove relacije namijenjene. U toj tabeli je naveden i relativan broj objekata u određenoj klasi, dobijen na osnovu odgovarajuće korelacije tipologija konstrukcija u toj tabeli i tabeli 2.42.

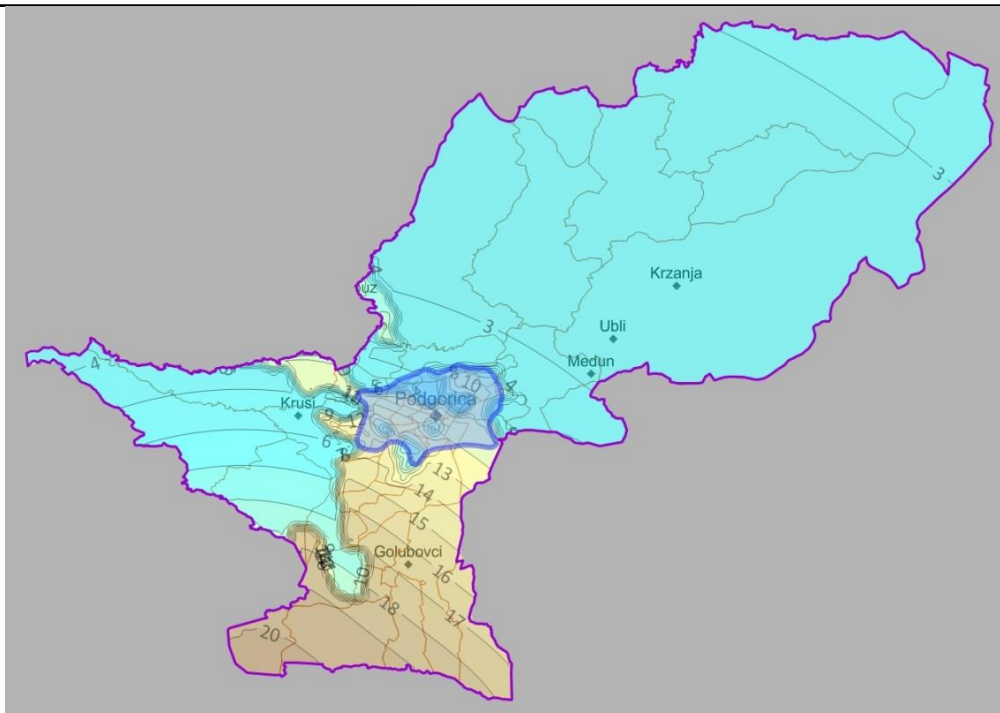
Tabela 2.43. Koeficijenti polinomijane regresije relacije srednjeg faktora oštećenja objekata niskogradnje po ATC-21-1 metodologiji (ATC-21-1, 1989)

| Relacija | Konstrukcija | a | b | c | d | Relativan broj objekata u klasi (%) |
|----------|-------------------------------|--------|----------|---------|----------|-------------------------------------|
| 1 | Zidana sa nosećim zidovima | 412.54 | -161.231 | 19.9393 | -0.73004 | 41.5 |
| 2 | Zidana sa nosećim ramom | 212.26 | -81.4089 | 9.66316 | -0.31881 | 19.5 |
| 3 | Zidana sa AB ukrućenjem | 112.12 | -39.7362 | 4.11641 | -0.09686 | 34.0 |
| 4 | AB konstrukcija sa ukrućenjem | 93.88 | -34.5313 | 3.80123 | -0.10026 | 5.0 |

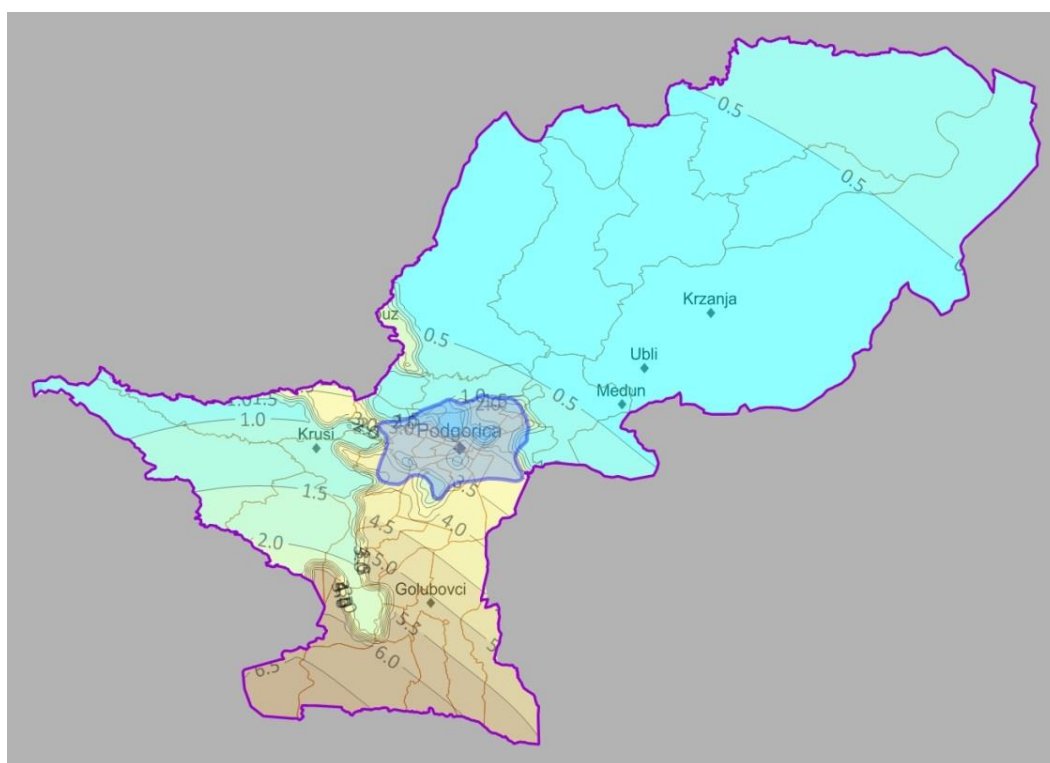
Primjenom definicije srednjeg faktora oštećenja objekata po metodi ATC-21 i odgovarajućih podataka u Tabeli 2.43. za dvije tipične vrste konstrukcije (zidane sa nosećim zidovima i nosećim ramom – izražene sumarno, kao i zidane AB i zidane konstrukcije sa ukrućenjem) karakteristične za područje opštine Podgorica, sračunat je relativni stepen oštećenja objekata na području cijele Opštine, kao što je prikazano na slikama 2.53. i 2.54. Za urbano područje Glavnog grada konstruisana je posebna slika 2.55. sa istom vrstom sadržaja. Najzad, korišćenjem podataka iz tabele 2.43. o relativnom broju objekata u određenoj klasi i podataka sa slika 2.53. i 2.54. o distribuciji relativnog stepena oštećenja u odgovarajućoj klasi objekata, definisan je sadržaj tabele XLIV sa relativnim i apsolutnim prognoziranim obimom oštećenih objekata u opštini Podgorica, u slučaju primjene ove metode.

Tabela 2.44. Relativan i apsolutni broj potencijalno oštećenih objekata po metodi ATC-21.

| Vrsta objekta | Obim oštećenja objekata [%] | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| | VII EMS | VIII EMS | IX EMS |
| Zidana sa nosećim zidovima ili ramom | 3.3 | 5.3 | 10.0 |
| AB i zidana sa AB ukrućenjem | 0.5 | 0.9 | 2.1 |
| Relativan broj objekata (%) | 3.8 | 6.2 | 12.1 |
| Ukupan broj objekata | 13 | 1,683 | 526 |



Slika br.2.53. *Potencijalne štete za klasu zidanih objekata sa nosećim zidovima ili ramom na području opštine Podgorica, po metodologiji ATC-21-1 u slučaju realizacije najnepovoljnijeg scenarija zemljotresa (na rasjedu R3). Štete su izražene u procentima ukupnog stambenog fonda specifizirane klase objekata.*



Slika br.2.54. *Potencijalne štete za klasu zidanih objekata sa AB ukrućenjem na području opštine Podgorica, po metodologiji ATC-21-1 u slučaju realizacije najnepovoljnijeg scenarija zemljotresa (na rasjedu R3). Štete su izražene u procentima ukupnog stambenog fonda specifizirane klase objekata.*



Slika br.2.55. Potencijalne štete za klasu zidanih objekata sa nosećim zidovima (lijevo) i zidanih objekata sa AB ukrućenjem (desno) na području urbanog područja Glavnog grada Podgorica, po metodologiji ATC-21-1 u slučaju realizacije najnepovoljnijeg scenarija zemljotresa (na rasjedu R3). Štete su izražene u procentima ukupnog stambenog fonda specificirane klase objekata.

2.6.4. Potencijalna oštećenja infrastrukturnih sistema

Američka organizacija za upravljanje u vanrednim situacijama – “Federal Emergency Management Agency” (FEMA) je kroz vrlo detaljne analize, izradila niz kvalitetnih funkcija povredljivosti građevinskih konstrukcija, infrastrukturnih sistema i ljudskih resursa, kao i odgovarajućih uputstava za procjenu potencijalnih šteta i gubitaka i uputstava za njihovo smanjenje, publikujući ih u vidu serije ATC (Applied Technology Council) uputstava. Analiza infrastrukturnih sistema je obuhvaćena segmentom ATC-25, a identifikuje najkritičnije linije spašavanja i razvoj prioritarnih koraka za smanjenje ranjivosti te linije seizmičke povredljivosti.

Potreba procjene potencijalne ugroženosti infrastrukturnih sistema zasniva se na potrebi boljeg razumijevanja uticaja prekida životno važnih infrastrukturnih sistema izazvanih zemljotresom, u cilju identifikacije prioritarnih mjera i politika za ublažavanje takvih opasnosti, ali i radi poboljšanja nacionalne svijesti o važnosti zaštite tih sistema od budućih zemljotresa.

Radi postizanja tog cilja, kao što je već ranije djelimično naglašeno, da bi se procijenile potencijalne štete na infrastrukturnim elementima i naknadni ekonomski gubitci za dati scenarij zemljotresa, sve seizmički ugrožene države, odnosno regioni sa visokim nivoom seizmičkog hazarda, moraju realizovati sljedeća četiri osnovna koraka:

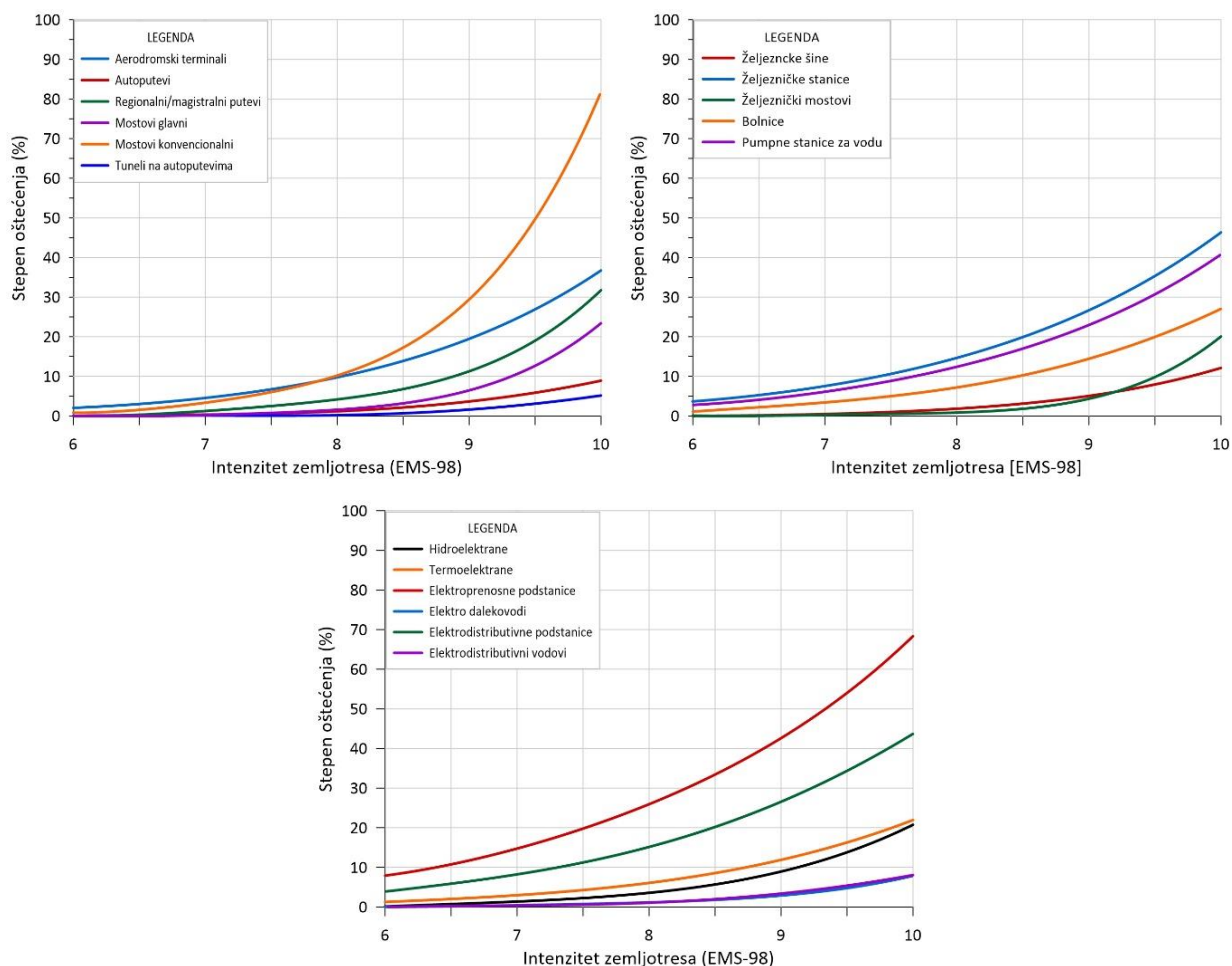
1. Razvoj nacionalne baze podataka o inventaru infrastrukturnih sistema,
2. Razvoj funkcija seizmičke povredljivosti za svaku infrastrukturnu komponentu i/ili sistem,
3. Karakterizacija i kvantifikacija seizmičkog hazarda i
4. Procjena direktnih šteta i procjene indirektnih ekonomskih gubitaka.

I pored evidentno visokog nivoa seizmičkog hazarda na području Crne Gore, do sada u našoj državi nijesu formirane odgovarajuće pretpostavke za realizaciju prva dva koraka, odnosno, kao što je ranije pomenuto, do sada nisu vršena sistematska istraživanja za potrebe formiranja nacionalne baze podataka o inventaru infrastrukturnih sistema, niti drugih seizmički povredljivih najznačajnijih elemenata društvene zajednice – kao što su ljudski životi, građevinski fond, industrijski kapaciteti i td. Bez takve baze podataka, očigledno nije moguće pristupiti ni istraživačkom razvoju funkcija povredljivosti za sve te elemente, niti objektivnoj procjeni indirektnih ekonomskih gubitaka.

U takvim uslovima, jedino je moguće koristiti rezultate relevantnih postojećih, publikovanih istraživanja kao što je to i serija ATC publikacija, uz aproksimaciju realnih uslova na našim prostorima – najbližnjim uslovima korišćenim u tim istraživanjima.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Za potrebe razvoja funkcija povredljivosti infrastrukturnih sistema, FEMA je kroz realizaciju projekta ATC-25 formirala i koristila obimnu bazu podataka o inventaru infrastrukturnih sistema za američku državu Kaliforniju, kao i sličnog okruženja. Takva okolnost, do određenog stepena pouzdanosti (koji je sadržan u sličnom nivou aktuelnog seizmičkog hazarda), dozvoljava ekstrapolaciju tih rezultata istraživanja na teritoriju Crne Gore, odnosno na područje opštine Podgorica.



Slika br.2.56. Funkcije povredljivosti infrastrukturnih sistema na osnovu digitalizacije i interpolacije polinomom 4. stepena originalnih funkcija povredljivosti ATC-25 (1991), Tabela XLV.

Na osnovu analognih podataka sadržanih u publikaciji ATC-25 (1991) za potrebe ovog Plana, izvršena je digitalizacija funkcija povredljivosti za svih 17 najznačajnijih infrastrukturnih sistema, a zatim je izvedena polinomijalna regresija 4. stepena tih podataka, u obliku:

$$\theta_k = \sum_{j=0}^4 a_j \cdot I^j \quad (10)$$

Gdje θ_k označava stepen potencijalnih šteta na komponenti infrastrukturnog sistema k , dok j označava indeks koeficijenta relacije, a I – intenzitet zemljotresa (EMS-98) koji je prouzrokovao oštećenje.

Izgledi funkcija povredljivosti za sve raspoložive elemente ifrastrukturnih sistema su prikazani u grafičkoj formi na slici 2.56., dok su rezultati regresije relacijom (10), u obliku koeficijenata regresije za svaki infrastrukturni sistem/element, prikazani u Tabeli 2.45.

Tabela 2.45. Koeficijenti polinomijalne aproksimacije funkcija povredljivosti za različite infrastrukturne sistema u relaciji (10) na osnovu metodologije ATC-25 (1991).

| INFRASTRUKTURNE KOMPONENTE | a_0 | a_1 | a_2 | a_3 | a_4 |
|-------------------------------------|----------|----------|---------|---------|----------|
| Aerodromski terminali | 106.418 | -60.285 | 13.095 | -1.3130 | 0.05367 |
| Autoputevi | -62.576 | 28.331 | -4.3733 | 0.2406 | -0.00150 |
| Tuneli na autoputevima | -159.000 | 77.179 | -13.533 | 1.0006 | -0.02550 |
| Regionalni/magistralni putevi | 579.960 | -329.27 | 69.939 | -6.6123 | 0.23629 |
| Mostovi glavni | 652.478 | -366.19 | 76.997 | -7.2034 | 0.25366 |
| Mostovi konvencionalni | 1239.10 | -710.05 | 152.722 | -14.663 | 0.53346 |
| Željezncke šine | 84.1985 | -48.817 | 10.712 | -1.0649 | 0.04099 |
| Željeznicke stanice | 95.9353 | -53.205 | 11.281 | -1.1049 | 0.04593 |
| Željeznicki mostovi | 729.692 | -412.01 | 86.946 | -8.1338 | 0.28497 |
| Bolnice | -98.602 | 44.316 | -6.9185 | 0.3978 | -0.00235 |
| Pumpne stanice za vodosnabdijevanje | 195.269 | -105.664 | 21.504 | -1.9775 | 0.07293 |
| Hidroelektrane | 20.8160 | -23.220 | 7.3853 | -0.9445 | 0.04381 |
| Termoelektrane | -25.841 | 9.6807 | -0.8744 | -0.0517 | 0.00901 |
| Elektroprenosne podstanice | 316.544 | -169.040 | 33.699 | -2.9826 | 0.10550 |
| Električni dalekovodi | 157.092 | -89.667 | 19.079 | -1.7999 | 0.06395 |
| Elektrodistributivne podstanice | -159.680 | 80.233 | -14.761 | 1.1562 | -0.02790 |
| Elektrodistributivni vodovi | -116.390 | 56.921 | -10.029 | 0.7357 | -0.01776 |

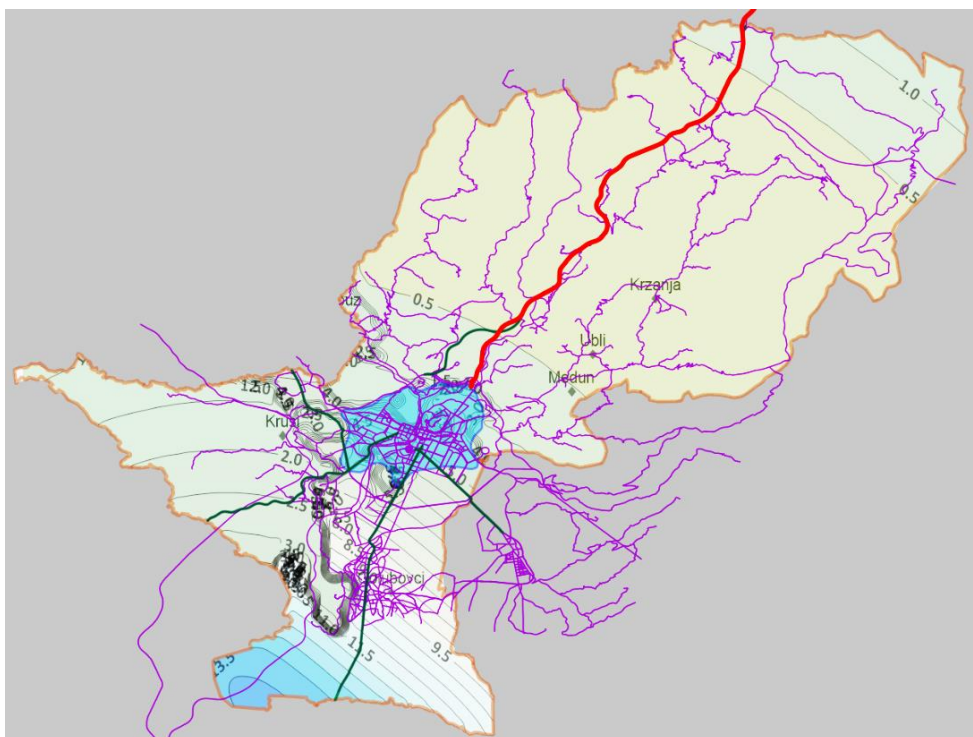
Na osnovu ovih rezultata, za teritoriju opštine Podgorica je izveden proračun za četiri zone seizmičkog intenziteta u slučaju događanja najnepovoljnijeg scenario zemljotresa, obuhvatajući njen urbani dio, kao i ruralne djelove. Ovi rezultati su prikazani u Tabeli 2.46., pri čemu su iz grupe svih infrastrukturnih sistema/elemenata iz Tabele 2.45. izostavljeni infrastrukturni sistemi “termoelektrane” i “hidroelektrane”, s obzirom da ovi sistemi ne postoje na teritoriji ove opštine.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

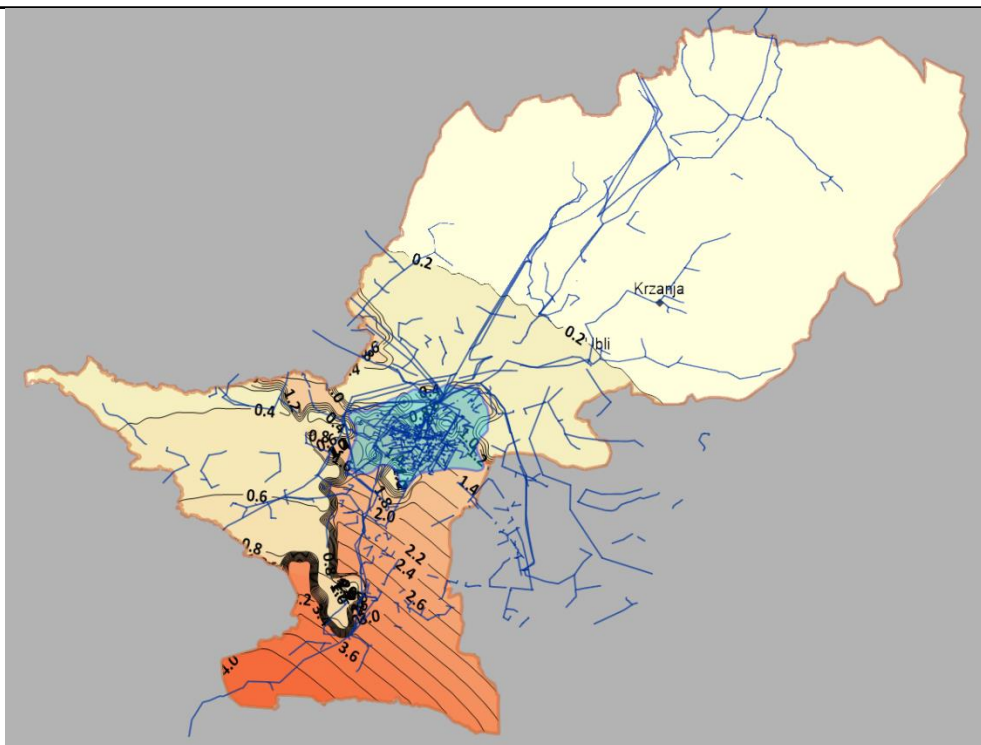
Tabela 2.46. Relativan obim potencijalnog oštećenja infrastrukturnih elemenata na teritoriji opštine Podgorica, za različite zone seizmičkog intenziteta u slučaju realizacije najnepovoljnijeg scenarior zemljotresa.

| Infrastrukturne komponente | Relativni stepen šteta (%) | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|
| | Intenzitet zemljotresa (EMS-98) | | | |
| | VI | VII | VIII | IX |
| Aerodromski terminali | 2.05 | 4.55 | 9.76 | 19.46 |
| Autoputevi | 0.00 | 0.36 | 1.19 | 3.66 |
| Tuneli na autoputevima | 0.00 | 0.13 | 0.21 | 1.62 |
| Regionalni/magistralni putevi | 0.03 | 1.28 | 4.10 | 11.34 |
| Mostovi glavni | 0.02 | 0.25 | 1.58 | 6.46 |
| Mostovi konvencionalni | 0.83 | 3.36 | 10.20 | 29.39 |
| Željezncke šine | 0.01 | 0.49 | 1.84 | 5.07 |
| Željeznicke stanice | 3.68 | 7.55 | 14.67 | 26.68 |
| Željeznički mostovi | 0.09 | 0.28 | 0.86 | 4.35 |
| Bolnice | 1.12 | 3.42 | 7.21 | 14.44 |
| Pumpne stanice za vodosnabdijevanje | 2.79 | 6.11 | 12.42 | 22.97 |
| Elektroprenosne podstanice | 7.92 | 14.75 | 25.94 | 42.60 |
| Električni dalekovodi | 0.01 | 0.44 | 1.16 | 2.89 |
| Elektrodistributivne podstanice | 3.89 | 8.23 | 15.15 | 26.56 |
| Elektrodistributivni vodovi | 0.00 | 0.36 | 1.08 | 3.38 |

Na slici 2.57. je prikazana distribucija mreže regionalnih i lokalnih puteva, kao i trasa Autoputa na području opštine Podgorica - na karti ukupnih intenziteta zemljotresa (EMS skala intenziteta) u slučaju realizacije najnepovoljnijeg zemljotresnog scenarija (na rasjedu R3).



Slika br.2.57. Stepenn potencijalnih šteta (izražen u %) na mreži regionalnih i magistralnih puteva u opštini Podgorica (ne uključujući Autoput «Princeza Ksenija») u slučaju realizacije najnepovoljnijeg zemljotresnog scenarija (na rasjedu R3): mreža magistralnih puteva označena je debljim zelenim linijama, putevi regionalnih i lokalnog značaja indicirani su tanjim linijama ljubičaste boje, a trasa Autoputa je označena crvenom, debljom linijom.



Slika br.2.58. Očekivani stepen oštećenja mreže prenosnih i distributivnih električnih vodova na području opštine Podgorica (u %) u slučaju događanja najnepovoljnijeg scenarior zemljotresa za opštinu Podgorica.

a) Mjere za smanjenje povredljivosti infrastrukturnih sistema

Seizmička povredljivost infrastrukturnih sistema, sa stanovišta ispunjavanja njihove funkcije, može se smanjiti kroz tri osnovna pristupa (ATC-25, 1991):

1. Mjere smanjenja štete, pri čemu se poboljšava pouzdanost njihovog funkcionisanja, što pretpostavlja:
 - Ojačanje zgrada, učvršćivanje ranjive opreme ili izvođenje drugih korektivnih mera za naknadnu ugradnju, u cilju ublažavanja dejstva zemljotresa;
 - Konsolidovanje tla ispod konstrukcije ili postavljanje konstrukcije na šipove, ili korišćenje drugih tehnika za ublažavanje nepovoljnih geotehničkih uslova kao na primjer kod visokog potencijala tečenja tla u geodinamičkim uslovima (likvefakcija);
 - Druga poboljšanja elemenata infrastrukturnih sistema - u zavisnosti od komponente i veličine očekivanih potencijalnih uticaja zemljotresa, na primjer - zamjena ranjivih sistema/komponenti novim sistemima/komponentama koje će obezbijediti bolju seizmičku otpornost.
2. Donošenje i sprovođenje mjera za redundantnost infrastrukturnih sistema, čime se obezbjeđuje pouzdanost funkcije elementa infrastrukturnog sistema – kroz obezbjeđivanje dodatnih i alternativnih veza (npr. novi putevi, cjevovodi, druge veze za prenos ili distribuciju). Pošto je oštećenje od zemljotresa u osnovi slučajan fenomen, dodavanjem sistemskih veza se obezbjeđuje povećanje pouzdanosti samog sistema.
3. Sprovođenje operativnih poboljšanja kroz obezbjeđivanje planiranja načina reagovanja u vanrednim situacijama i sposobnošću da se brzo i efikasno uklone štete, preusmjere funkcije, ili na drugi način ublaže uticaji stvorenih šteta od zemljotresa na rad sistema i na taj način ponovo uspostavi funkcija samog sistema.

2.6.5. Procjena ekonomskih gubitaka

Finansijski gubitak se procjenjuje prevođenjem fizičke štete u ukupan novčani gubitak koristeći lokalne procene troškova popravke i rekonstrukcije (Erdik et al., 2014). Proučavanje ekonomskih uticaja zemljotresa obično je vršeno analizom gubitaka uzrokovanih oštećenjem izgrađene životne sredine (direktni gubitak) i gubitaka koji su nastali prekidom privrednih aktivnosti (indirektni gubitak). Jednostavni modeli ekonomskih gubitaka zasnovani su na direktnom izračunavanju vrijednosti imovine pomnožene nekim oblikom metrike štete.

Kao primjer jednostavne metodologije za procjenu ekonomskih gubitaka navedimo postupak procjene koji se bazira na veličini bruto nacionalnog dohotka, izraženog kroz bruto dohodak (budžet) regiona, odnosno opštine. Naime, gustina stanovništva i ekonomska izloženost gubitku, prema brojnim istraživanjima gubitaka u realizaciji više prirodnih hazarda uključujući i seizmički hazard, su usko povezani (WB, 1995).

Na osnovu dostupnih podataka o stanovništvu i relacije između broja stanovništva i njegove izloženosti seizmičkom riziku, podaci o nacionalnom BDP-u mogu se distribuirati prema prostornoj raspodjeli stanovništva (Chen et al. 1997) u cilju procijene bruto nacionalnog proizvoda (BNP ili GDP-a – “Gross Domestic Product”) po jedinici površine (GDP_{UNIT}) u cijeloj zemlji – preko GDP-a u grupe stanovnika u regionu izložene zemljotresu:

$$GDP_{UNIT} = GDP(država) \cdot \frac{Br.stanovnika(region)}{Br.stanovnika(nacija)} \quad (10)$$

pri čemu $Br.stanovnika(region)$ označava ukupan broj stanovnika regiona izloženog zemljotresu, a $Br.stanovnika(nacija)$ – ukupan broj stanovnika u državi.

Očekivani materijalni (fizički) gubitak u regonu (GDP_{LOSS}) se tada može izraziti kao:

$$GDP_{LOSS} = GDP_{UNIT} \cdot g(GDP) \sum_{I_j} P(I_j) \cdot f(I_j) \quad [Eura] \quad (11)$$

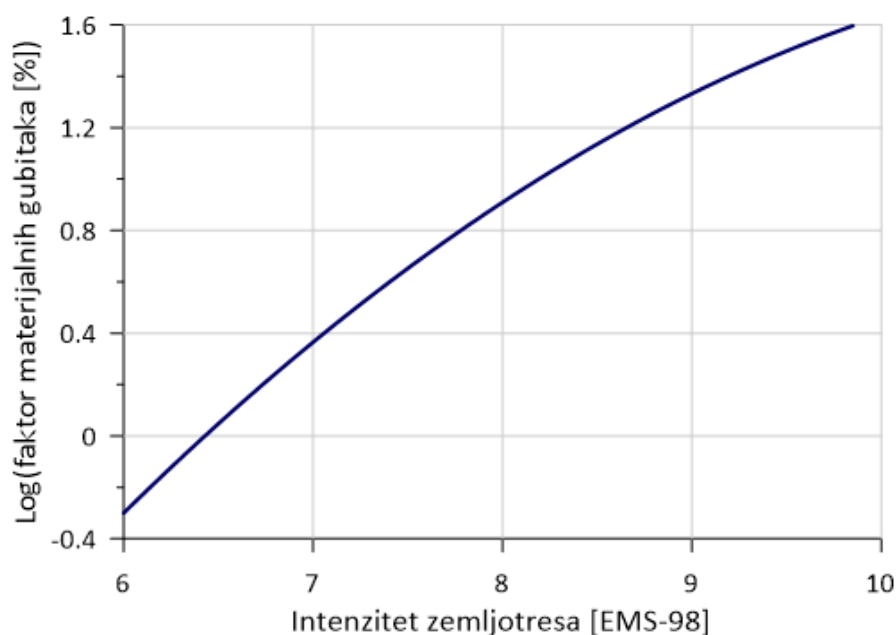
gdje:

$P(I_j)$ predstavlja vjerovatnoću događanja zemljotresa odgovarajućeg intenziteta I_j ; Za analizu scenarija zemljotresa, kao sigurnog događaja, za $P(I_j)$ je realno pretpostaviti vrijednost $P(I_j) = 1$;

$g(GDP) = 4$ za nisko ili srednje prihodne ekonomije, 3 za Kinu i 5 za visoko prihodne ekonomije;

$f(I_j)$ predstavlja faktor realizovanih materijalnih gubitaka koji se u ovoj metodi izražava u grafičkoj formi kao na slici 61, odnosno koji se može aproksimirati analitički u formi:

$$f(I_j) = \exp(-8.837 + 1.4530 \cdot I_j - 0.0606 \cdot I_j^2) \quad (12)$$



Slika br.2.59. Grafička prezentacija faktora potencijalno realizovanih materijalnih gubitaka $f(I_i)$ u regionu pri dejstvu zemljotresa određenog intenziteta, kao efekat prirodnog hazarda (Chen et al., 1997).

Za slučaj opštine Podgorica, čiji je prosječan godišnji budžet tokom prethodne četiri godine iznosio oko 83 miliona eura (MONSTAT, 2021), uzimajući u obzir prosječan bruto nacionalni dohodak za Crnu Goru, kao prosjek za period 2005. – 2020. godina u iznosu od 4.8 milijardi eura, a za ukupan broj stanovnika Crne Gore u 2022. godini 621.718 (MONSTAT, 2021) na osnovu gornjeg izraza lako se može sračunati ukupan potencijalni materijalni gubitak pri realizaciji zemljotresa sa intenzitetom između VI i IX stepeni EMS (zavisno od mjesne zajednice) u **obimu od 582.5 miliona eura**, što predstavlja 7 puta veći potencijalni gubitak od prosječnog godišnjeg budžeta ove opštine (Tabela 2.47.).

Tabela 2.47. Potencijalni materijalni gubitak na području opštine Podgorica, u slučaju događanja najnepovoljnijeg scenarior zemljotresa

| Izložena zona | Intenzitet (EMS) | Materijalni gubitak (mil. eura) |
|---------------|------------------|---------------------------------|
| Ruralna zona | VI | 0.2 |
| | VII | 1.0 |
| | VIII | 3.0 |
| | IX | 117.9 |
| Urbana zona | VIII | 460.4 |
| UKUPNO | | 582.5 |

2.6.6. Ljudske žrtve

Jedan od bitnih razloga za efikasnu, brzu i što tačniju evaluaciju potencijalnih gubitaka u dogođenom zemljotresu je procjena prostorne distribucije žrtava, tako da traganje i spasavanje i druge aktivnosti pri reagovanja u vanrednim situacijama, mogu biti prioritetne i racionalno koordinirane. Procjene broja ljudskih žrtava sadrže značajni nivo neizvesnosti, pošto broj žrtava u velikoj mjeri zavisi od specifičnosti zemljotresa, izloženosti stanovništva, ali i zbog toga što su raniji takvi događaju, posebno u ranijoj istoriji, rijetko dobro dokumentovani.

Predviđanje obima potencijalnih žrtava u zemljotresu mora biti zasnovano na stepenu konstruktivnih oštećenja objekata, s obzirom da je njihovo razaranje osnovni uzrok fatalnih ishoda u jakim zemljotresima. Ali je pri toj procjeni neophodno uzeti u obzir ne samo konstruktivne karakteristike zgrada i stepen njihovog korišćenja, nego i seizmičke karakteristike uslova u kojima se razmatra scenario zemljotresa (magnituda zemljotresa, atenuacija seizmičkih talasa i lokalni efekti tla lokacije) s obzirom da je njihov efekat sadržan u nastaloj fizičkoj šteti zgrada. Takođe, neophodno je analizirati broj prisustnih ljudi unutar grupa zgrada koje su izložene i scenario događaju u određenom satu, danu i godišnjem dobu i drugim faktorima.

U razvoju metoda procjene broja žrtava i obima gubitaka usljed dejstva jakih zemljotresa na lokalnom ili regionalnom nivou, do sada je realizovano mnogo istraživanja, u kojima su koncipirani različiti pristupi, u zavisnosti od vrste podataka, prostorne primjenljivosti i principa modelovanja (na primjer: Kircher et al., 2006, Jaiswall et al., 2009a, Frolova et al., 2016 i drugi). Ove različite tehnike mogu se klasifikovati u tri različita pristupa: empirijski, analitički i hibridni (ili poluempirijski).

Empirijski pristupi uglavnom koriste podatke o zemljotresima koji su povezani sa iskustvima iz ranijih katastrofalnih zemljotresa u cilju izvođenja parametra regresije koji bi se koristiti za buduće slične događaje. Analitički pristup koristi rezultate proračuna modelovanja koji obuhvataju: nivo seizmičkog hazarda, stepen konstruktivnih oštećenja i analizu gubitaka. Hibridni pristupi su ili pojednostavljeni analitički ili pristupi u kojima se statistika analiza šteta u ranijim zemljotresima direktno koristi u domenu analize konstruktivnih oštećenja objekata putem analize kroz modelovanja evidentiranih oštećenja u funkciji intenziteta zemljotresa. Istovremeno, postoji niz drugih pristupa u procjeni gubitaka u snažnim zemljotresima, koristeći tri tipa deterministički, pristup baziran na teoriji vjerovatnoće, kao i pristup u kojem se koriste podaci koji potiču gotovo iz realnog vremena događanja. Vrlo savremeni metodi obuhvataju istovremeno više pomenutih pristupa koristeći pristup zasnovan na spektralnom pomeranju (na primjer: PAGER, HAZUS99, SELINA, QLARM itd.).

Za proračun stepena gubitaka u realno dogođenom ili pretpostavljenom (scenario) zemljotresu, primjenom bilo koje metodologije analize tih gubitaka, neophodno je raspolagati relevantnim, pouzdanim informacijama vezanim za taj događaj, koje posebno obuhvataju:

1. Elemente konkretnog seizmičkog hazarda za taj događaj (karakteristike i vjerovatnoću pojave specifičnog zemljotresa čiji se efekat ispituje),
2. Empirijske relacije za predviđanje karakteristika oscilovanja tla (makroseizmički modeli),
3. Elemente izložene dejstvu tog zemljotresa - inventar objekata i
4. Stepenu povredljivosti tih elemenata (za stanovništvo - gustinu distribucije stanovništva, za zgrade - njihovu tipologiju, funkcije povredljivosti tipskih objekata itd.).
5. Objektivni, provjereni metod za definisanje gubitaka u cilju kvantifikovanja obima gubitka u određenoj zgradi ili grupi zgrada.

Analiza rezultata proračuna stepena gubitaka od zemljotresa u korišćenjem različitih sistema koji koriste simulacione modele, pokazala je da njihova pouzdanost u velikoj mjeri zavisi od većeg broja faktora, od kojih su posebno značajni sledeći (na primjer: Frolova et al., 2016, Molina et al., 2009, Trendafiloski et al., 2011 i dr.):

- Nesigurnost u brzom seizmološkom proračunu parametara zemljotresa;
- Neizvesnost koju matematički modeli uključuju za simulaciju intenziteta oscilacija tla, ponašanja zgrada, stanovništva i drugih elemenata izloženih opasnosti;
- Stepenu kompletnosti i pouzdanosti baza podataka o elementima u opasnosti (stanovništvo i izgrađeno okruženje) i izvorima opasnosti;

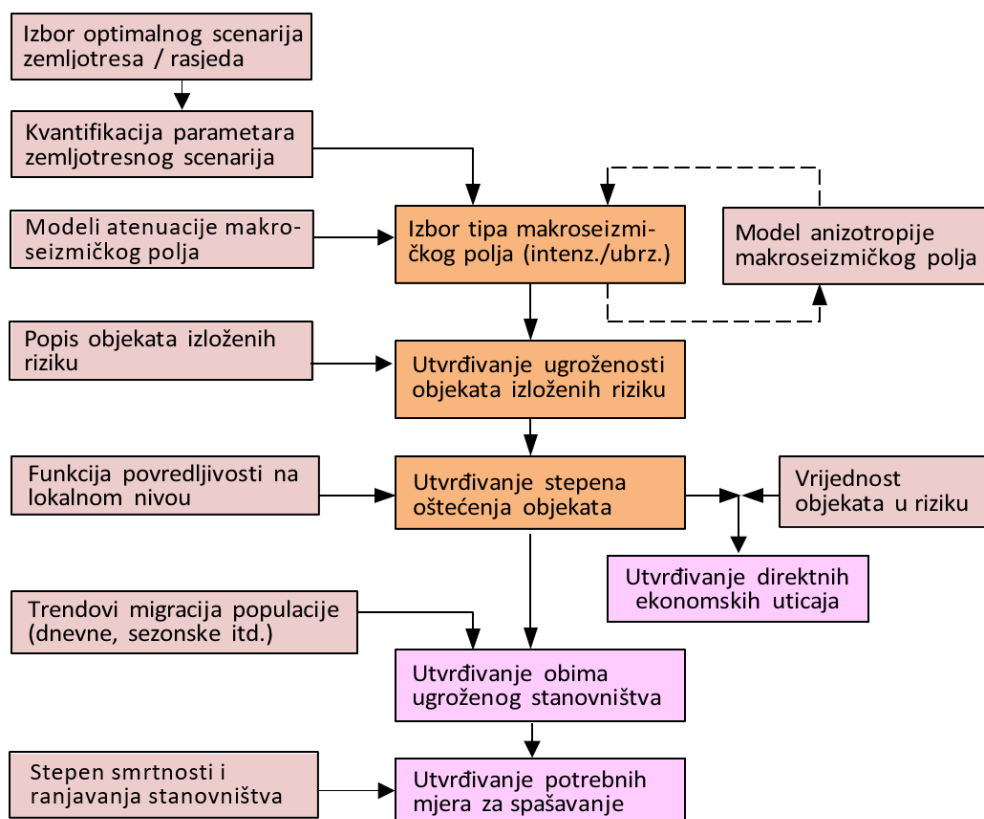
PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

- Stepen pouzdanosti empirijskih atenuacionih relacija maksimalnog horizontalnog ubrzanja i intenziteta zemljotresa u regionu;
- Stepen pouzdanosti funkcija regionalne ranjivosti za različite elemente koji su izloženi dejstvu zemljotresa i drugih sekundarnih prirodnih i tehnogenih hazarda;
- Nedostatak pristupa povjerljivim izvorima informacija;
- Nepoznavanje stvarne distribucije ugroženog stanovništva u trenutku zemljotresa (u odnosu na neposrednu opasnost po objekte i sl.).

Treba naglasiti da svi simulacioni modeli koji se koriste za procjenu uticaja zemljotresa, unose i određene sopstvene nesigurnosti i propagiraju nesigurnosti prethodnih koraka cijele procedure procjene. Naime, problemi objektivnosti utvrđenih rezultata modelovanja očekivanih gubitaka unose dodatne neizvjesnosti kroz svaki sledeći korak cijele procedure, pri čemu simulacioni modeli unose izvjesne pristrasnosti čiji uticaj na krajnje rezultate nije lako procijeniti.

Na osnovu izloženog, može se definisati opšti tok proseca evaluacije očekivanog stepena gubitaka u dejstvu razornih zemljotresa i plastično se sumirati kao na šemi prikazanoj na slici 2.60., u vidu odgovarajućeg algoritma tog procesa.

Dosljedna i cjelovita primjena citiranih metodologija proračuna potencijalnih gubitaka u nekom od narednih razornih (scenario) zemljotresa na području Crne Gore, a time i na teritoriji opštine Podgorica, koji bi obuhvatili određeni stepen gubitaka u ljudstvu i materijalnim resursima, kao što je već naglašeno, snažno je ograničena nedostatkom pouzdanih podataka o detaljnom inventaru građevinskih objekata, njihovoj tipizaciji, konstruktivnim karakteristikama, prostornoj distribuciji i funkcijama njihove povredljivosti u uslovima dejstva snažnih zemljotresa.



Slika br.2.60. Algoritam osnovnih koraka u procesu utvrđivanja stepena gubitaka u zemljotresu.

U aktuelnim uslovima raspoloživosti relevantnih podataka za područje opštine Podgorica, kao i cijele Crne Gore, u kojima najveći dio pomenutih podataka nedostaje, za orijentacionu procjenu gubitaka u scenario zemljotresu, kao i narednim razornim zemljotresima, neophodno je koristiti metode koje ne zahtijevaju nedostajuće podatke koji su

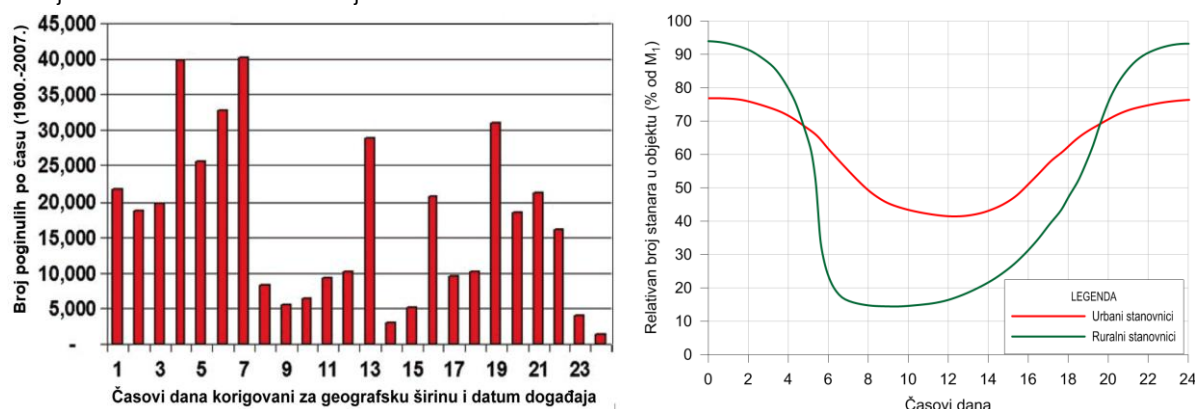
pomenuti, a koje omogućavaju evaluaciju približnih vrijednosti broja nastradalih lica u takvim zemljotresima. Imajući u vidu njihov približni karakter, u cilju utvrđivanja što relevantnijih podataka, neophodno je koristiti veći broj takvih metoda, utvrđujući pri tome prosječne potencijalne vrijednosti gubitaka u projekciji, imajući u vidu da takav pristup značajno redukuje nesugurnost pojedinačnih procjena.

U narednom tekstu biće izdvojeni raspoloživi relevantni podaci za primjenu metoda proračuna potencijalnih žrtava u najnepovoljnijem scenariju zemljotresu za opštinu Podgorica, zatim kratko diskutovani principi primijenjenih metoda, kao i sračunati odgovarajuće vrijednosti obima potencijalnih žrtava u najnepovoljnijem scenariju zemljotresu za ovu opštinu.

a) Parametri za proračun potencijalnog broja žrtava u najnepovoljnijem scenariju zemljotresu za teritoriju opštine Podgorica

Za procjenu potencijalno najvećeg katastrofalnog efekta zemljotresa na stanovništvo, što je zahtjev najnepovoljnijeg scenarija zemljotresa, neophodno je utvrditi najnepovoljniji period dana i godine u kojem je korpus domicilnog stanovništva i turista – najranjiviji. Na osnovu obimne studije sprovedene na podacima o broju svih poginulih lica u razornim zemljotresima koji su se dogodili na sjevernoj hemisferi Zemlje, u periodu između 1900. i 2007. godine (Scawthorn, 2011) utvrđena je distribucija broja poginulih lica u jednom času, u funkciji časa u toku dana (slika 2.61.) koja jasno ukazuje da je stanovništvo najranjivije na dejstvo zemljotresa u ranim jutarnjim časovima – u periodu između ponoći i 7 sati, a posebno između 4 sata i 7 sati ujutro. Takođe, nezavisnim obimnim istraživanjima (Coburn and Spence 2002, Coburn et al., 1992) je utvrđeno da najnepovoljniji period između 22 sata i 2 sata ujutro, kada se u objektima nalazi oko 75 % od ukupnog broja lica u urbanom području i oko 90 % u seoskom dijelu.

Glavni zemljotres iz 1979. godine na crnogorskom primorju (rezultujući sa ukupno 135 žrtava) je po vremenu događanja smješten van intervala koji su naznačeni kao najnepovoljniji (tačno vrijeme ovog zemljotresa bilo je 07h19m40s po lokalnom vremenu) što je vjerovatno doprinijelo relativno malom brojem žrtava u odnosu na jačinu tog zemljotresa i obim srušenih objekata.



Slika br.2.61. Ukupan broj poginulih lica na sjevernoj hemisferi (lijevo), izražen po časovima dana lokalnog vremena, korigovani za dužinu dana i geografsku širinu podatka za period 1900. – 2007. godina (Scawthorn, 2011) i rezultati nezavisnog istraživanja relativnog broja stanovnika unutar objekata u toku dana u odnosu na njihov ukupan broj - desno (Coburn and Spence 2002, Coburn et al., 1992).

Kao što je utvrđeno u prethodnom dijelu teksta, za područje opštine Podgorica, potencijalno najnepovoljniji od šest izabranih seizmičkih scenarija (slika 2.23.) je scenarij koji bi generisao zemljotres sa magnitudom Mw 6.4 na rasjedu koji pripada sistemu ruptura u Bjelopavličkoj dolini, sa geodinamičkim potencijalom koji može ostvariti maksimalni intenzitet zemljotresa na teritoriji opštine Podgorica između VII stepeni EMS skale intenziteta na

području mjesnih zajednica sjevernog i zapadnog dijela Opštine, preko VIII stepeni na urbanom području Grada, do IX stepeni EMS skale na teritorijama mjesnih zajednica i naselja južnog dijela Opštine (slika 2.42.).

Kako je već naglašeno (poglavlje 2.4.2) u središnjem, najposjećenijem periodu turističke sezone (početkom avgusta mjeseca) - u gradskom (urbanom) području Glavnog grada broj rezidentnih stanovnika i turista 2022. godine, iznosio je oko 184,000 lica, a na ruralnom području – oko 22,000 (uključujući i mali broj turista).

Takođe, ranije je već konstatovano da bi se unutar objekata u trenutku događanja najnepovoljnijeg scenarija zemljotresa (sredinom godine, u ranim jutarnjim časovima – između ponoći i 4 sata ujutro), nalazilo oko 75 % od ukupnog broja lica u urbanom području i oko 90 % u seoskom dijelu Opštine.

Na osnovu ovog stepena izloženosti stanovništva, kao i na osnovu sadržaja Tabele III sa podacima o distribuciji stanovnika po zonama različitog stepena intenziteta u uslovima dejstva najnepovoljnijeg scenario zemljotresa, lako se može sračunati da bi ukupno **136,875** lica bilo izloženo najnepovoljnijem scenario zemljotresu u urbanom dijelu Podgorice i **19,755** stanovnika i turista u ruralnom dijelu opštine Podgorica.

b) Metodologija PAGER

Za potrebe brze procjene stepena smrtnosti u dogođenim snažnim zemljotresima na globalnom nivou, Geološka služba Amerike (US Geological Survey, USA) je razvila seriju kvalitetnih empirijski modela ranjivosti populacije (Sistem odgovora PAGER /Prompt Assessment of Global Earthquakes for Response/ – na primjer: Jaiswal and Wald 2010, Jaiswal et al., 2009a i 2009b i td.) koji su specifični za sve zemlje i regione čiji su podaci korišćeni u utvrđivanju modela i koji mogu biti primijenjeni u procjeni potencijalnog stepena smrtnosti u budućim zemljotresima. Ova analiza je sprovedena na osnovu proučavanja stope smrtnosti u više od 4.500 razornih zemljotresa sa smrtnim ishodom, koji su se u periodu od 1973. do 2008. godine dogodili širom svijeta.

U utvrđivanju specifičnih modela stope smrtnosti, ciljna funkcija je definisana kroz minimiziranje reziduala u retrospektivnom prenošenju smrtnih slučajeva u dogođenim zemljotresima. Stopa smrtnih slučajeva zemljotresa je zasnovana na ranijim zemljotresima koji su izazvali jedan ili više smrtnih slučajeva u zemljama u kojima su se dogodila najmanje četiri zemljotresa sa fatalnim ishodom u toku katalošskog perioda. U toj studiji za područje Crne Gore i zemlje neposrednog okruženja razvijen je poseban model.

U ovim modelima, stopa smrtnosti od zemljotresa (ν) se definiše kao funkcija ukupnog broja smrtnih slučajeva (S) u zavisnosti od stepena intenziteta zemljotresa (izraženog u MMI¹⁵ skali), a u zavisnosti od ukupnog obima populacije izloženoj datom intenzitetu zemljotresa, na sledeći način:

$$\nu(S) = \Phi \left[\frac{1}{\beta} \ln \left(\frac{S}{\theta} \right) \right] \quad (13)$$

Pri čemu Φ predstavlja funkciju standardne normalne kumulativne statističke distribucije; S predstavlja grupu diskretnih vrijednosti intenziteta zemljotresa (u granicama između V i X jedinica MMI skale) sa inkrementom od 0.5 jedinica iste skale, dok β i θ predstavljaju parametre te distribucije.

Za područje Crne Gore i okruženja, pomenuta analiza (Jaiswal et al., 2009b) je rezultirala specifičnim parametrima: $\beta = 0.217$ i $\theta = 16.216$, pa nakon zamjene ovih vrijednosti u gornji izraz, dobijamo konkretnu stopu smrtnosti od zemljotresa na području Crne Gore u vidu:

$$\nu(S) = \Phi \left[4.6083 \cdot \ln(0.06167 \cdot S) \right] \quad (14)$$

¹⁵ MMI – Modifikovana Merkalijeva skala, koja je u upotrebi u SAD, što je već diskutovano u ranijem tekstu.

Ako se sa $P_i(S_j)$ označi obim procijenjene populacije izložene intenzitetu zemljotresa S na nivou j za događaj i , tada će očekivani (potencijalni) broj poginulih E_i biti jednak zbiru potencijalnog učinka svih mogućih intenziteta u razmatranom zemljotresu - sa izvjesnim fatalnim ishodom:

$$E_i = \sum_j v_i(S_j)P_i(S_j) \quad (15)$$

Dakle, za procijenu ukupnog broja smrtnih slučajeva u bilo kojem realnom ili potencijalnom zemljotresu, u primjeni ovog modela, dovoljno je da utvrdimo obim izloženoog stanovništva na svakom nivou intenziteta potresa i da saberemo odgovarajuću stopu smrtnosti na tim nivoima.

Sračunata procijenjena stopa smrtnosti za Crnu Goru na osnovu ovih izraza, ukazuje da će na primjer, potencijalno približno jedna osoba na ukupno 310 ljudi izloženih intenzitetu od IX stepeni EMS biti usmrćena, dok će u slučaju izloženosti intenzitetu od VII jedinica EMS skale stradaće približno takođe samo jedna osoba, ali na ukupno zemljotresu izloženih 17.600 ljudi.

Kako je već ranije naglašeno, potencijalno najnepovoljniji od šest izabranih seizmičkih scenarija (slika 2.24.) je zemljotres sa magnitudom M_w 6.3 koji bi na području oštine Podgorica, u lokalnim uslovima tla, proizveo maksimalni intenzitet zemljotresa između VI i IX nstepeni EMS skale. U slučaju događanja zemljotresa u najnepovoljnijem periodu dana, u najposjećenijem periodu turističke sezone (početkom avgusta mjeseca), kao što je već diskutovano ranije - na području opštine, katastrofalni efekat u vidu ukupnog broja smrtno stradalih lica, po metodi PAGER bio prezentovan je u vidu broja smrtno stradalih lica, u Tabeli 2.48.

Tabela 2.48. Procijenjeni broj žrtava u gradskoj zoni i seoskom području (juga i sjevera) opštine Podgorica, primjenom metode PAGER.

| Infrastrukturne komponente | Relativni stepen šteta (%) | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|
| | Intenzitet zemljotresa (EMS-98) | | | |
| | VI | VII | VIII | IX |
| Aerodromski terminali | 2.05 | 4.55 | 9.76 | 19.46 |
| Autoputevi | 0.00 | 0.36 | 1.19 | 3.66 |
| Tuneli na autoputevima | 0.00 | 0.13 | 0.21 | 1.62 |
| Regionalni/magistralni putevi | 0.03 | 1.28 | 4.10 | 11.34 |
| Mostovi glavni | 0.02 | 0.25 | 1.58 | 6.46 |
| Mostovi konvencionalni | 0.83 | 3.36 | 10.20 | 29.39 |
| Željezncke šine | 0.01 | 0.49 | 1.84 | 5.07 |
| Željeznicke stanice | 3.68 | 7.55 | 14.67 | 26.68 |
| Željeznicki mostovi | 0.09 | 0.28 | 0.86 | 4.35 |
| Bolnice | 1.12 | 3.42 | 7.21 | 14.44 |
| Pumpne stanice za vodosnabdijevanje | 2.79 | 6.11 | 12.42 | 22.97 |
| Elektroprenosne podstanice | 7.92 | 14.75 | 25.94 | 42.60 |
| Električni dalekovodi | 0.01 | 0.44 | 1.16 | 2.89 |
| Elektrodistributivne podstanice | 3.89 | 8.23 | 15.15 | 26.56 |
| Elektrodistributivni vodovi | 0.00 | 0.36 | 1.08 | 3.38 |

c) *Metoda Samardjieva i Badal*

Jedan od praktičnih modela procjene broja žrtava u snažnim zemljotresima razvili su Samardjieva i Badal (2002) na bazi registrovanog broja žrtava u razornim zemljotresima koji su se desili u svijetu tokom XX vijeka i veličine magnitude M_w tih zemljotresa. Za izračunavanje indeksa broja ljudskih gubitaka N_k konstruisana je regresiona jednačina tipa:

$$\log[N_k(D)] = a(D) + b(D) \cdot M_w$$

pri čemu a i b predstavljaju koeficijente relacije, koji zavise od prosječne gustine naseljenosti pogođenog područja, a predstavljeni su u tabeli 2.49.

Tabela 2.49. Regresioni koeficijenti (a , b) gornje relacije za različite gustine naseljenosti, na osnovu pručavanja nesreća prouzrokovanim velikim zemljotresima u svijetu tokom XX vijeka Samardjieva i Badal (2002).

| Gustina populacije (stanovnika/km ²) | a | b |
|--|-------|------|
| D < 25 | -3.11 | 0.67 |
| D = 25–50 | -3.32 | 0.75 |
| D = 50–100 | -3.13 | 0.84 |
| D = 100–200 | -3.22 | 0.92 |
| D > 200 | -3.15 | 0.97 |

U cilju pojednostavljenja procesa proračuna, gornji izraz i tabelu 2.49. koja opisuje njene koeficijente, možemo (uz prihvatljivu toleranciju za neophodnu aproksimaciju) prikazati jedinstvenom analitičkom relacijom u obliku:

$$\log(N_k) = M_w \cdot [0.2973 + 0.2880 \times \log(D)] - 3.186 \quad (16)$$

Kao korekcionni faktor za prostorno širenje seizmičke energije zemljotresa, u ovoj metodi se uvodi faktor W_j koji zavisi od epicentralni radijusa R_j izoseiste I , tako da će za slučaj zemljotresa sa maksimalnim intenzitetom IX stepeni EMS taj faktor iznositi:

$$W_j = \frac{1}{R_j^2 \sum_j \frac{1}{R_j^2}} \quad j = VII, VIII, IX \quad [EMS] \quad (17)$$

Parcijalni broj smrtno stradalih lica u zonama koje su obuhvatile pojedine izoseiste N_k^I se utvrđuje kao proizvod ovog faktora W_j sa prethodno utvrđenom vrijednošću $N_k(D_j)$:

$$N_k^I = W_j \cdot N_k(D_j) \quad (18)$$

Sabiranjem svih parcijalnih rezultata koji su utvrđeni za pojedine izoseiste, dobija se ukupan broj usmrćenih lica.

Najzad, po ovoj metodologiji (Christoskov and Samardjieva, 1984) očekivani stepen ranjenih lica (N_{inj}) u razornom zemljotresu, bazirajući se na prethodno sračunatom broju poginulih (N_k), izražava se relacijom:

$$\log(N_{inj}/N_k) = 0.21 \cdot M_w - 0.99 \quad (19)$$

Ukoliko iskoristimo jednu od relacija razvijenih za centralne i južne Dinaride (Glatović, 1983), u čijem definisanju je obuhvaćen i prostor crnogorskog priobalja, u obliku:

$$I_R = 2.73 + 1.43 \cdot M_w - 3.092 \cdot \log(R) \quad (20)$$

pri čemu I_R predstavlja makroseizmički intenzitet (u uslovima tzv. srednjeg tla) prouzrokovan zemljotresom sa magnitudom M_w na hipocentralnom rastojanju R , odnosno na epicentralnom rastojanju Δ i hipocentrom na dubini h . $R = \sqrt{\Delta^2 + h^2}$.

Inverzijom izraza za I_R , možemo epicentralno rastojanje Δ određene izoseiste I_R od epicentra, iskazati u obliku:

$$\Delta = \sqrt{\exp\left\{2 \cdot \frac{2.73 + 1.43 \cdot M_w - I_R}{3.092}\right\} - h^2} \quad (21)$$

Za magnitudu izabranog, najnepovoljnijeg scenario zemljotresa od $M_w=6.3$ na sistemu tektonskih rasjeda Zetsko-Bjelopavličke zone, u tabeli 2.50. su prikazani radijusi izoseista tog zemljotresa u uslovima srednjeg tla, za interval intenziteta V – IX EMS skale, sračunati po navedenoj formuli.

Tabela 2.50. Radijusi izoseista zemljotresa sa magnitudom $M_w=6.3$ sa dubinom hipocentra od 13 km, u uslovima srednjeg tla, za interval intenziteta V – IX EMS skale

| Intenzitet zemljotresa (EMS) | IX | VIII | VII | VI | V |
|------------------------------|------|------|------|------|-------|
| Radijus izoseiste (km) | 11.8 | 18.5 | 35.6 | 72.4 | 151.4 |

Za slučaj razmatranja najnepovoljnijeg scenario zemljotresa za opštinu Podgorica u primjeni metode Samardjjeva i Badal i sadržaja Tabele 2.3. i Tabele 2.50., može se sračunati potencijalni broj žrtava za urbana i ruralna područja ove opštine, koji su u tom scenariju zahvaćeni različitim intenzitetima zemljotresa, kako je to prikazano u tabeli 2.51.

Tabela 2.51. Potencijalni broj žrtava u gradskoj zoni i seoskom području (juga i sjevera) primjenom metode Samardjjeva i Badal.

| Zona izložensti | Intenzitet (EMS) | Broj smrtno stradalih lica | Broj teže i lakše ranjenih lica |
|-----------------|------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Urbana zona | VIII | 728 | 1,566 |
| Ruralna zona | VI | 9 | 20 |
| | VII | 11 | 24 |
| | VIII | 11 | 24 |
| | IX | 301 | 648 |
| UKUPNO | | 1,060 | 2,282 |

d) Metoda Risk-UE

Ovaj pristup procjeni broja poginulih u zemljotresu, koji ne obuhvataju stepen oštećenja objekata ili geografsku distribuciju i obim populacije stanovništva, analizu bazira na korelaciji bruto stope mortaliteta sa jačinom zemljotresa izraženom u njegovoj magnitudi. Takav pristup je izgrađen u projektu Risk-UE (Oliveira et al. 2008, Vacareanu et al. 2004) proučavajući ljudske gubitke svih zemljotresa koji su se desili širom Svijeta (uključujući i crnogorski zemljotres iz 1979. godine), u funkciji magnitude zemljotresa (slika 2.62.), izvodeći sledeću korelaciju:

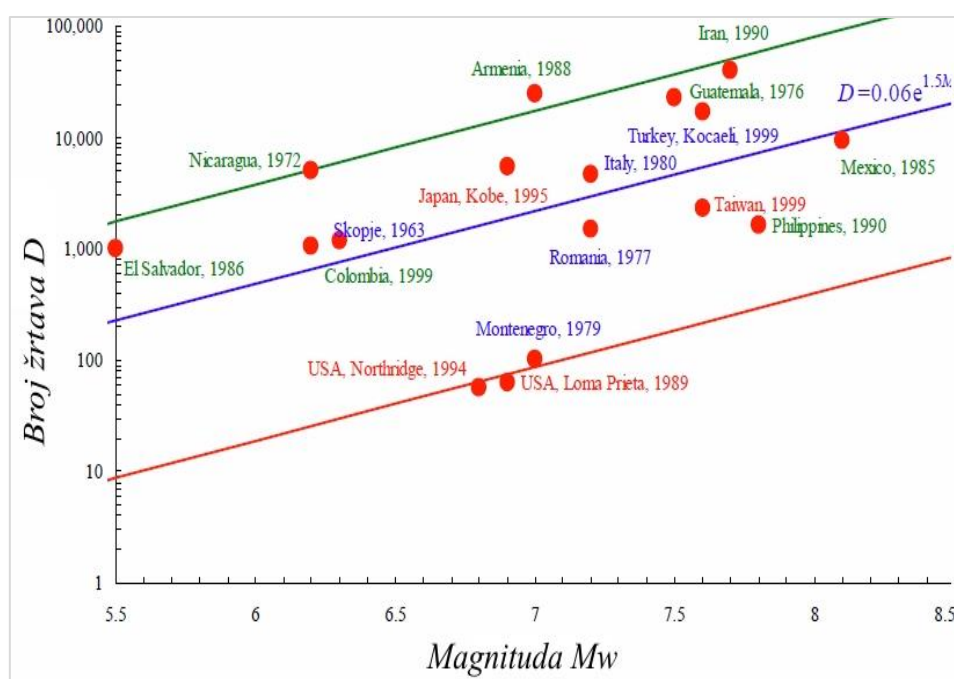
$$D = c \cdot e^{1.5 \cdot Mw} \quad (22)$$

pri čemu D izražava broj poginulih lica, Mw moment magnitudu, a c predstavlja koeficijent relacije koji izražava donju granicu, centralnu (srednju) vrijednost i gornju granicu procjene broja žrtava ($c = 0.002$, $c = 0.06$, $c = 0.4$ respektivno).

Uvođenjem faktora gustine populacije ψ izložene dejstvu zemljotresa i kalibrisanjem podataka o broju stradalih u katastrofalnim zemljotresima, koji su navedeni na slici 2.62. sa podacima o gustini stanovništva predmetnih zemalja u bazi Svjetske banke podataka (<https://data.worldbank.org/indicator/EN.POP.DNST>) možemo dobiti izraz koji objektivnije izražava broj potencijalno poginulih lica u nekom budućem katastrofalnom zemljotresu, u obliku:

$$D = \psi \cdot c \cdot e^{1.5 \cdot Mw} \quad (23)$$

pri čemu faktor ψ ima vrijednost $\psi = 2.17E-06 \cdot Pop$, gdje Pop označava obim populacije izložene zemljotresu.



Slika br.2.62. Broj ljudskih žrtava u najsnažnijim zemljotresima XX vijeka u svijetu.

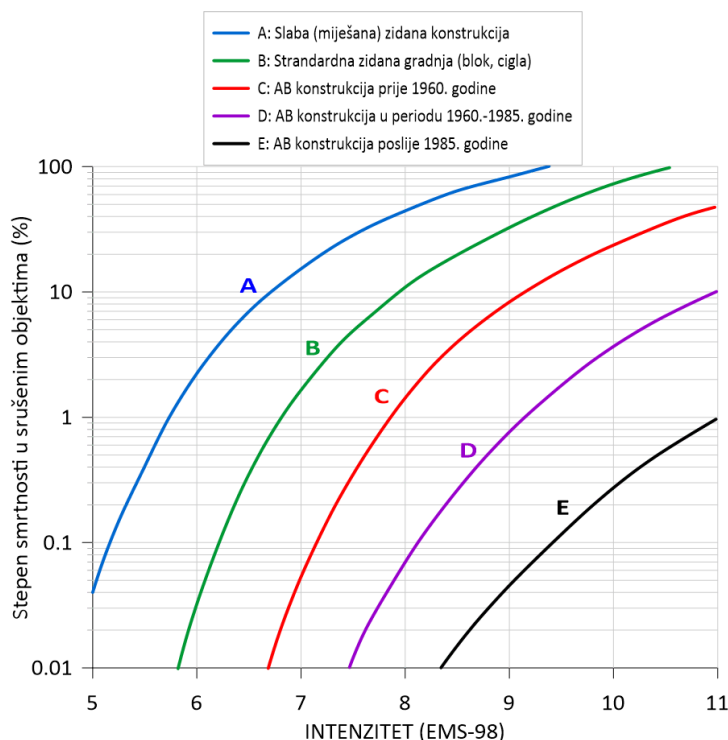
Za slučaj utvrđenog najnepovoljnijeg scenarior zemljotresa za područje opštine Podgorica ($Mw=6.3$) u uslovima koji su definisani u III, metoda RISK-UE (Oliveira et al. 2008) je rezultirala podacima o potencijalnom broju ljudskih žrtava na području cijele opštine Podgorica, koji su prikazan u tabeli 2.52.

Tabela 2.52. Rezultat primjene metode RISK-UE u slučaju geneze najnepovoljnijeg zemljotresnog scenarija na području opštine Podgorica, u vidu broja rezultujućih potencijalnih žrtava.

| Zona izložensti | Intenzitet (EMS) | Broj smrtno stradalih lica |
|-----------------|------------------|----------------------------|
| Urbana zona | VIII | 228 |
| Ruralna zona | VI | 2 |
| | VII | 2 |
| | VIII | 2 |
| | IX | 26 |
| UKUPNO | | 260 |

e) Metoda Tiedemann

U posebnom istraživačkom pristupu procjene žrtava u katastrofalnim zemljotresima, Tiedemann (1992) je definisao približne korelacije za stope smrtnosti (izražene u procentima dijela izložene populacije) u zavisnosti od intenziteta zemljotresa za različite tipologije zgrada. U tom pristupu razmatra se sedam tipologija ranjivosti zgrada od A do E, kao što je to prikazano na slici 2.63.



Slika br.2.63. Stepenn smrtnosti za različite klase povredljivosti degradiranih objekata (A-E) u funkciji makroseizmičke skale intenziteta (EMS), Tiedmann (1992).

Korelacije su izrađene za tzv. srednje (prosječne) uslove lokalnog tla i pri tome nije obuhvaćena koncentracija ljudi unutar zgrada u funkciji doba dana, a stopa smrtnosti ne uključuje posljedice koje se očekuju od sekundarnih opasnosti (požar, klizišta, odroni i sl.) zbog brojnih nesigurnosti koje utiču na takve podatke i zbog brojnih parametara koji određuju ponašanje zgrade u uslovima dejstva zemljotresa, a samim tim i broj žrtava.

Stepenn smrtnosti u obuhvaćenoj tipologiji zgrada u slučaju njihovog kolapsa u snažnom zemljotresu po ovoj metodi, može se analitički izraziti preko grupe polinomijalnih regresija (četvrtog stepena) i prikazati zbirnim izrazom kao:

$$F_r = \exp \left[\sum_{j=A}^E V_j \sum_{n=0}^4 a_j^n \times I_{EMS98} \right] \quad (24)$$

pri čemu je:

V_j – procentualna zastupljenost konstrukcije j u ukupnom fondu objekata izloženom zemljotresu,

a_j^n – koeficijenti polinomijalne regresije (četvrtog stepena) funkcija stepena smrtnosti u srušenim objektima klase V_j (slika 2.63.), koji su prikazani u tabeli 2.53.

n – stepenn regresionog polinoma.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| Tip konstrukcije objekta | Koeficijenti polinomijalne regresije funkcija V_j | | | | |
|--------------------------|---|---------|---------|---------|-----------|
| | a_0 | a_1 | a_2 | a_3 | a_4 |
| A | -57.5028 | 26.2008 | -4.4849 | 0.34970 | -0.010369 |
| B | -114.9842 | 49.6010 | -8.0823 | 0.59297 | -0.016389 |
| C | -114.3996 | 43.4278 | -6.2621 | 0.40891 | -0.010120 |
| D | -132.0185 | 49.6851 | -7.2285 | 0.47984 | -0.012125 |
| E | -119.0735 | 44.2412 | -6.4621 | 0.43247 | -0.011017 |

Ako ovu metodu primijenimo na slučaj ranije utvrđenog najnepovoljnijeg scenarior zemljotresa za opštinu Podgorica (sa intenzitetom VI - IX stepeni EMS skale), uzimajući u obzir procentualno učešće objekata po tipu konstrukcije iz tabela 2.6., možemo na osnovu gornjeg izraza sračunati broj potencijalno smrtno stradalih lica po ovoj metodologiji koji je prikazan u tabeli 2.54. Ukupan broj potencijalno smrtno stradalih lica iznosi 488 u svim mjesnim zajednicama Opštine, što čini 0.25 % ukupnog stanovništva (uključujući i turiste).

Tabela 2.54. Rezultati primjene metode Tiedemann u slučaju najnepovoljnijeg zemljotresnog scenarija na području opštine Podgorica, u vidu broja rezultujućih potencijalnih žrtava.

| Zona izložensti | Intenzitet (EMS) | Broj smrtno stradalih lica |
|-----------------|------------------|----------------------------|
| Urbana zona | VIII | 274 |
| Ruralna zona | VI | 0 |
| | VII | 0 |
| | VIII | 2 |
| | IX | 212 |
| UKUPNO | | 488 |

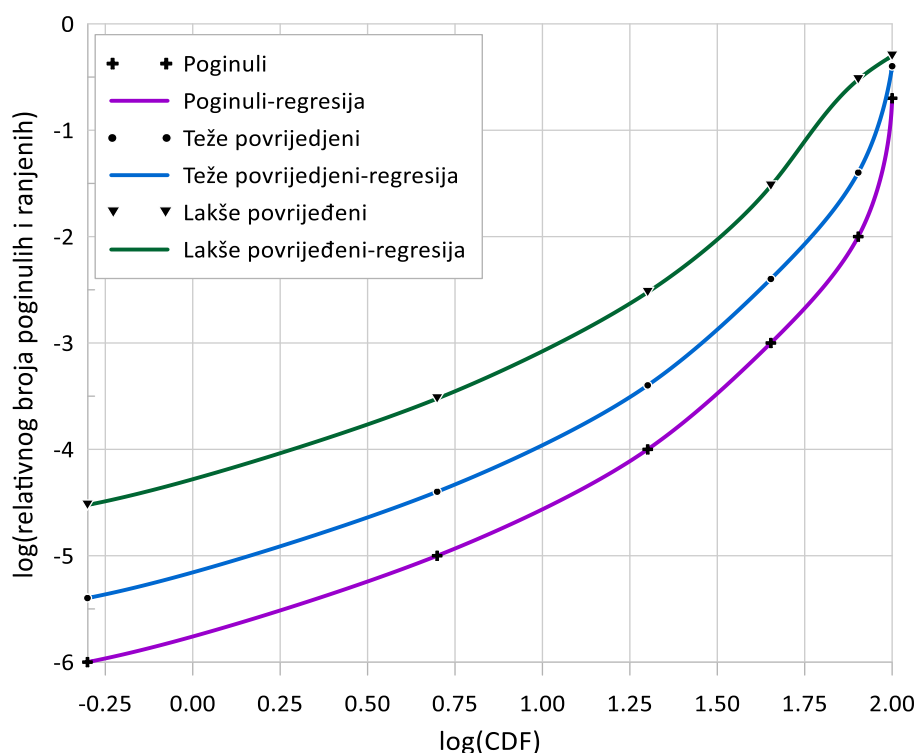
f) ATC-13 metodologija

Projekat ATC (Applied Technology Council, USA) je na bazi mišljenja stručnjaka koja su kalibrisana na osnovu podataka iz ranijih zemljotresa, razvio relativno jednostavnu proceduru za proračun broja nastradalih i ranjenih lica u potencijalnom zemljotresu (ATC-13, 1985) na bazi faktora oštećenja objekata (DF – od engleske varijante „Damage Factor“) kao što je prikazano uz tabeli 2.55. Ovi podaci su grafički predstavljeni dijagramima na slici 2.64. i izražavaju potencijalni broj poginulih i ranjenih lica (ATC 1985) u nekom katastrofalnom zemljotresu. Podaci u tabeli LIII važe za tipologije zidanih i armirano-betonskih konstrukcija, dok za lake čelične i drvene ramovske konstrukcije te podatke treba pomnožiti sa faktorom 0,1.

Tabela 2.55. Podaci o faktoru oštećenja objekata (DF), srednjem faktoru oštećenja (CDF), indeksu blaže i teže povrijeđenih lica i broju smrtno stradalih (ATC 1985).

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| Stanje oštećenja objekta | | DF opseg | CDF | Povrijeđeni | | Smrtno stradali |
|--------------------------|---------------------|----------|-----|-------------|-----------|-----------------|
| | | | | Blaže | Ozbiljno | |
| 1 | Bez oštećenja | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | Vrlo mala oštećenja | 0-1 | 0.5 | 3/100,000 | 1/250,000 | 1/1,000,000 |
| 3 | Mala oštećenja | 1-10 | 5 | 3/10,000 | 1/25,000 | 1/100,000 |
| 4 | Srednja oštećenja | 10-30 | 20 | 3/1,000 | 1/2,500 | 1/10,000 |
| 5 | Teška | 30-60 | 45 | 3/100 | 1/250 | 1/1,000 |
| 6 | Veoma velika | 60-100 | 80 | 3/10 | 1/25 | 1/100 |
| 7 | Potpuno razaranje | 100 | 100 | 2/5 | 2/5 | 1/5 |



Slika br.2.64. Dijagram jediničnog broja poginulih i ranjenih lica u zemljotresu, u funkciji srednjeg faktora oštećenja objekata (CDF) prikazan u vidu kontinualnih funkcija za podatke sadržane u metodologiji ATC (Applied Technology Council, USA).

McCornac and Rad (1997) su aproksimirali podatke za očekivani broj poginulih lica iz Tabele LIII analitičkim izrazom u obliku:

$$D = (5.94E - 06) \cdot \exp(0.104 \cdot CDF) \cdot N_{POP} \quad (25)$$

pri čemu D označava za broj poginulih, N_{POP} ukupan broj lica izloženih zemljotresu, a CDF srednji faktor oštećenja objekata.

Po ovoj metodologiji za stepen oštećenja objekata sa aktuelnim dominantim konstruktivnim karakteristikama za područje Glavnog grada Podgorice, kao i za centralni i sjeverni dio Crne Gore (NERA, 2014, Pavićević, 2000) može se iz gornjeg izraza i slike 2.64., utvrditi potencijalan broj nastradalih lica u sličnom budućem zemljotresu.

Pri tome, realno je pretpostaviti uslove o ukupnom broju stanovnika i turista, kako je opisano u Tabeli 2.3, kao i na slici 2.64. - sa podatkom o stepenu izloženosti stanovništva pri dejstvu najnepovoljnijeg zemljotresnog

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

scenarija, uz kombinovanje podataka iz tabela 2.32, 2.34. i 2.36. sa klasifikacijom oštećenja na zidanim i AB konstrukcijama. Rezultati proračuna, uz navedene usvojene pretpostavke, prukazani su u tabeli 2.56.

Tabela 2.56. Sračunati potencijalni broj usmrćenih i ranjenih lica u najnepovoljnijem scenariju zemljotresa u opštini Podgorica, po ATC-13 metodi.

| Zona izložensti | Intenzitet (EMS) | CDF | Smrtno stradali | Teško ranjeni | Lakše ranjeni |
|-----------------|------------------|-----|-----------------|---------------|---------------|
| Urbana zona | VIII | 20 | 7 | 26 | 197 |
| Ruralna zona | VI | 0.5 | 0 | 0 | 0 |
| | VII | 5 | 0 | 0 | 0 |
| | VIII | 20 | 0 | 0 | 2 |
| | IX | 45 | 10 | 41 | 308 |
| UKUPNO | | | 17 | 67 | 505 |

g) HAZUS metodologija

Metodologija HAZUS (HAZUS99 1999, Coburn and Spence 1992) kao i italijanski pristup (Bernardini 1995), kratko nazvan SSN, procjenu stope žrtava u zemljotresu projektuju na osnovu stepena težine povreda lica - u četiri nivoa (tabela 2.57.).

Pristup projekta HAZUS99 izražava stope žrtava u zatvorenom i na otvorenom – preko stepena konstruktivnih oštećenja objekata specifične tipologije i stepena konstruktivnog oštećenja.

Tabela 2.57. Faktor potencijalnih povreda ljudi u objektima različite tipologije, prema stepenu oštećenja objekata (HAZUS99, 1999).

| Stepen oštećenja objekta | | Povrijeđeni | | | Smrtno stradali |
|--------------------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | Lako | Teže | Vrlo teško | |
| Lako | D ₁ | 0.05*10 ⁻² | 0 | 0 | 0 |
| Srednje | D ₂ | 0.2-0.25*10 ⁻² | 0.025-0.03*10 ⁻² | 0 | 0 |
| | | ZK=0.35 | ZK=0.4*10 ⁻² | ZK=0.001*10 ⁻² | ZK=0.001*10 ⁻² |
| Jako | D ₃ | 0.01 | 0.1*10 ⁻² | 0.001*10 ⁻² | 0.001*10 ⁻² |
| | | ZK=0.02 | ZK=0.2*10 ⁻² | ZK=0.002*10 ⁻² | ZK=0.002*10 ⁻² |
| Teško – bez kolapsa | D ₄ | 0.05 | 0.01 | 0.01*10 ⁻² | 0.01*10 ⁻² |
| | | ZK=0.1 | ZK=0.02 | ZK=0.02 | ZK=0.002*10 ⁻² |
| Kompletno – uz kolaps | D ₅ | 0.4 | 0.2 | 0.05 | 0.1 |

Oznaka "ZK" se odnosi na zidane, neojačane konstrukcije.

Kao polazni elementi za proračun potencijalnih gutaka ljudstva po ovoj metodi, na teritoriji opštine Podgorica, bilo je neophodno koristiti procijenjene srednje vrijednosti očekivane vjerovatnoće kolapsa objekata u funkciji stepena intenziteta zemljotresa (tabela 2.36.) izvedene prema skali intenziteta EMS (Jaiswal et al., 2011); zatim sadržaj tabele 2.57. sa faktorom oštećenja objekata u slučaju dejstva zemljotresa i to: od VIII stepeni EMS na urbanom području Opštine (kada bi tom scenariju bio izložen ukupan broj od 26,850 postojećih objekata u urbanom dijelu) (Tabela 2.8.) zatim IX stepeni EMS na području južnih mjesnih zajednica opštine Podgorica i VII stepeni na području sjevernih i zapadnih mjesnih zajednica Opštine. Pri tome je, kao što je naznačeno ranije, zbog nemogućnosti utvrđivanja distribucije i realnog broja objekata u mjesnim zajednicama – polovina od ukupnog sračunatog broja objekata u ruralnim područjima (4,021) je vezana za južni dio ruralnog dijela Opštine, a ostatak – za mjesne zajednice sjevernog i zapadnog, ruralnog dijela Opštine.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Na osnovu opisanog modela metode HAZUS, odnosno korišćenjem faktora potencijalnih povreda ljudi u objektima različite tipologije HAZUS99 (1999) koji su prikazani u tabeli 2.57. u navedenim uslovima najnepovoljnijeg scenarior zemljotresu, može se sračunati destruktivni efekat takvog potencijalnog zemljotresa, primjenom kriterijuma za slučaj: „teškog oštećenja objekta bez kolapsa” – za intenzitet od IX stepeni EMS skale, zatim „jakog oštećenja” za dejstvo zemljotresa sa intenzitetom od VIII stepeni i „srednjeg oštećenja” za intenzitet od VII stepeni, kao i „lako oštećenje” za VI stepeni.

Najzad, u analizi potencijalno destruktivnih efekata takvog zemljotresa, potrebno je primijeniti koeficijente izloženosti stanovništva u najnepovoljnijim uslovima (slika 2.60.) za urbano i ruralno područje, kao i odnos relativnog broja zidanih i AB konstrukcija tipičnih za Crnu Goru (Tabela 2.37.).

Primjena opisanog metodološkog postupka procjene broja žrtava najnepovoljnijeg zemljotresa za opštinu Podgorica, rezultirao je podacima navedenim u Tabeli 2.58., sa ukupno 258 smrtno stradalih lica, 379 životno ugroženih i 21,047 teže i lakše ranjenih građana.

Tabela 2.58. Rezultat proračuna potencijalnog broja usmrćenih i ranjenih lica u najnepovoljnijem scenariju zemljotresa u opštini Podgorica, po HAZUS metodi.

| Tip konstrukcije | Stepen ugroženosti stanovništva | Urbana zona | Ruralna zona | | | | UKUPNO poginulo | UKUPNO ranjeno |
|------------------|---------------------------------|-------------|--------------|-----|------|-----|-----------------|----------------|
| | | VIII | VI | VII | VIII | IX | | |
| Zidane zgrade | Poginulo | 116 | 0 | 1 | 1 | 14 | 132 | |
| | Životno ugroženo | 116 | 0 | 1 | 1 | 135 | | 253 |
| | Hospitalizovano | 11,592 | 0 | 212 | 91 | 135 | | 12,030 |
| | Lakše povrijeđeno | 1,159 | 30 | 185 | 9 | 673 | | 2,026 |
| AB konstrukcije | Poginulo | 58 | 0 | 0 | 1 | 67 | 126 | |
| | Životno ugroženo | 58 | 0 | 0 | 1 | 67 | | 126 |
| | Hospitalizovano | 5,796 | 0 | 12 | 45 | 67 | | 5,920 |
| | Lakše povrijeđeno | 580 | 30 | 120 | 5 | 336 | | 1,071 |
| UKUPNO | | | | | | | 258 | 21,426 |

h) Metoda Coburn i Spence

Na osnovu obimne analize publikovanih podataka o stepenu smrtnosti u brojnim ranijim zemljotresima, utvrđen je model broja žrtava, koji se definiše kao funkcija pet faktora zavisnih od klase objekata (Coburn and Spence 2002, Coburn et al., 1992). Za određenu klasu zgrada (sa indeksom b), broj žrtava (K_b) se može izraziti kao:

$$K_b = D_{5b} \cdot [M_{1b} \cdot M_{2b} \cdot M_{3b} \cdot (M_{4b} + M_{5b})] \quad (26)$$

gdje D_{5b} predstavlja ukupan broj urušenih konstrukcija (nivo oštećenja 5) tipa b . U našem slučaju, moguće je koristiti podatke ranije definisane tabelom 2.8. o ukupnom broju objekata na urbanom i ruralnom dijelu opštine Podgorica, zatim Tabelu 2.40. sa relativnim brojem srušenih objekata u klasi u funkciji intenziteta zemljotresa, kao i Tabelu 2.38. sa vjerovatnoćom na kolaps u slučaju realizacije nekog zemljotresnog scenarija u opštini Podgorica (NERA, 2014).

Faktori M_1 do M_5 su modifikatori potencijalnog broja žrtava. Zbir parcijalnih rezultata za sve tipove zgrada pogođenih zemljotresom, daje ukupan broj poginulih lica usljed urušavanja zgrada.

Ovaj model potencijalne stope smrtnosti može se koristiti za procijenu korišćenjem navedenog skupa parametara koji definišu očekivane proporcije stanara koji su zarobljeni, onih zarobljenih koji su naknadno spašeni i distribuciju

broja povrijeđenih u svakoj grupi. Svaka klasa zgrade posjeduje svoj specifični skup M - parametara, uzimajući u obzir karakteristike vjerovatnoće urušavanja, klase konstrukcije zgrade, kao i kapacitete službe za spašavanje.

Predviđanje broja srušenih konstrukcija različitih tipova zgrada zavisi od modela povredljivosti konstrukcije i nivoa seizmičkog hazarda (Spence et al., 1992). Dodatni faktori mortaliteta M_7 do M_9 mogu se koristiti za procjenu efekata takvih predviđanja stepena gubitaka ljudske populacije u postojećem građevinskom fondu.

Parametar M_7 izražava relativan stepen smrtno stradalih lica u srušenom objektu. Za tipičan slučaj urbane sredine u evropskim gradovima, ovaj parametar iznosi 2.5, a za ruralna područja 8.0 (Coburn and Spence 2002).

Parametar M_8 izražava empirijsku zavisnost relativnog broja stanara u objektu u funkciji vremena u toku dana, kao dio ukupnog broja stanara u objektu (M) – za urbana i ruralna područja, posebno (slika 2.61.).

Procenat stanovnika zarobljenih urušavanjem (M_9) zavisi od tipa zgrade, a povećava sa visinom zgrade. Za visoke armirano-betonske i zidane zgrade može dostići čak 50 % ili 60 %. Međutim, za najbrojnije jednospratne i dvospratne zgrade, čak i ukoliko se sruše, pretpostavka je da bi samo vrlo mali dio stanara bilo zarobljen. Tako se za srušene stambene zgrade sa drvenim ramom procenjuje da bi samo 3 % stanovnika bilo zarobljeno. Na parametar M_9 utiče i frekvencija seizmičkih talasa, odnosno način oscilovanja tla, kako je prikazano u tabeli 2.59.

Podatak o eventualnim destruktivnim efektima vrlo udaljenih epicentara snažnih zemljotresa nije značajan za područje Podgorice, imajući u vidu da tako snažnih seizmogenih izvora (sa magnitudom iznad 8) nema na epicentralnim rastojanjima do 300 km. Ovo znači da bi dejstvo takvih zemljotresa na području opštine Podgorica bilo manje od V stepeni EMS skale, dakle bez bitnih štetnih efekata.

Tabela 2.59. M_9 : Prosječan relativan broj zatrpanih stanovnika u srušenim zgradama.

| Vrsta konstrukcije | Tip zemljotresa | Intenzitet zemljotresa (EMS) | | | |
|----------------------------------|--|------------------------------|------|-----|------|
| | | VII | VIII | IX | X |
| Zidane zgrade (do 3 sprata) | | 5% | 30% | 60% | 70% |
| AB konstrukcije (3 – 5 spratova) | Pod uticajem bliskih i regionalnih zemljotresa | - | - | - | 70 % |
| | Pri udaljenim zemljotresima sa dugim periodama seizmičkih talasa | - | - | - | 50% |

U ovoj metodi, na bazi većeg broja proučenih realnih slučajeva, uvodi se pretpostavka da udio stanovnika koji pogine pri urušavanju objekta (M_4) zavisi od tipa konstrukcije zgrade. Za klase objekata od drveta i zidane objekte očekuje se da će 20% stanara poginuti pri samom rušenju, dok se za klase armirano-betonskih i čeličnih konstrukcija pretpostavlja da će čak 40 % stanara smrtno stradati pri njihovom rušenju. U tabeli 2.59.-I prikazani su podaci o očekivanoj raspodjeli broja poginulih lica u slučaju kolapsa objekata, kao procentualni dio broja zatrpanih lica u objektima.

Tabela 2.60. Parametar M_4 : očekivana raspodjela poginulih i povrijeđenih lica u slučaju kolapsa objekta (% od broja zatrpanih lica M_3).

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| Stepen povreda | Tip konstrukcije | |
|--|------------------|-----------|
| | Zidane | AB zgrade |
| Pogunuli ili bez mogućnosti spašavanja | 20 | 40 |
| Životno ugroženi | 30 | 10 |
| Povrijeđeni, sa potrebom bolničkog liječenja | 30 | 40 |
| Lako povrijeđeni bez potrebe hospitalizacije | 20 | 10 |

Faktor smrtnosti nakon kolapsa objekta M_5 ključno zavisi od efikasnosti ekipa za spašavanje i stepena organizovanosti sistema spašavanja, kao i od razmjere zemljotresa, ali i od toga - da li je pogođeno ruralno ili urbano područje. Brzina spašavanja je sporija za AB i čelične zgrade za koje bi bila potrebna teška i kompleksna oprema za sječenje i dizanje urušenih dijelova konstrukcije. Pretpostavlja se da bi u drvenim zgradama većina zarobljenih stanara bila brzo spašena. S druge strane, u slučaju rušenja armirano-betonskih zgrada, spašavanje može biti prekasno za 50 % ili više zarobljenih lica, tako da se vrijednosti faktora M_5 kreću od 10 % za stambene zgrade sa drvenim ramom, pa do 67 % za visoke armirano-betonske zgrade. Tabela 2.61. sadrži zbirne podatke o stopama preživljavanja u brojnim slučajevima realno dogođenih zemljotresa.

Tabela 2.61. M_5 : procenat zarobljenih, ali preživjelih u srušenim zgradama koje kasnije podliježu povredama (post-mortalni slučaj).

| Krizna situacija | Tip konstrukcije | |
|--|------------------|-----------|
| | Zidane | AB zgrade |
| Društvena zajednica bez kapaciteta za spašavanje zbog visoke stope žrtava | 95 | - |
| Zajednica sposobna da organizuje spasilačke aktivnosti | 60 | 90 |
| Zajednica i jedinice za hitne slučajeve u roku od 12 časova | 50 | 80 |
| Zajednica sa jedinicama za hitne slučajeve i spasilački stručnjaci u roku od 36 časova | 45 | 70 |

Distribucija povreda među spašenim licima zavisi i od tipa zgrade. Za čelične i betonske konstrukcije pretpostavljeno se da 66 % ljudi ostaje nepovrijeđeno, dok u zidanim i drvenim građevinama oko 25 % biva nepovrijeđeno. Pri tome, broj teško i blaže povrijeđenih je približno jednak.

Prilikom razmatranja potencijalnog broja žrtava u srušenim objektima na teritoriji opštine Podgorica, u slučaju događanja zemljotresa na rasjedu R3, sa magnitudom M_w 6.3, treba konstatovati da je na osnovu tabela 2.59. do 2.61., tom scenariju bio izložen ukupan broj postojećih objekata - ukupno 26,850 (tabela 2.8.). Pri tome bi zemljotres zahvatio područja sjevernih i zapadnih mjesnih zajednica sa prosječnim intenzitetom od VII stepeni EMS skale, zatim sa VIII stepeni urbani dio opštine Podgorica i sa IX stepeni EMS mjesne zajednice krajnjeg juga.

U analizi potencijalno destruktivnih efekata takvog zemljotresa, potrebno je primijeniti koeficijente izloženosti stanovništva u najnepovoljnijim uslovima (slika 2.42.) za urbano i ruralno područje, kao i odnos relativnog broja zidanih i AB konstrukcija tipičnih za Crnu Goru (Tabela 2.32.). Proračun tih efekata po ovoj metodi rezultira podacima prikazanim u tabeli 2.62.

Tabela 2.62. Rezultat proračuna potencijalnog broja usmrćenih i ranjenih lica u najnepovoljnijem scenariju zemljotresa u opštini Podgorica, po metodi Coburn i Spence.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| Intenzitet zemljotresa [EMS] | | Urbana zona | Ruralna zona | | | Ukupno poginulo | Ukupno ranjeno |
|------------------------------|-------------------|-------------|--------------|------|-----|-----------------|----------------|
| Tip konstrukcije | Stepen povreda | VIII | VII | VIII | IX | | |
| Zidane zgrade | Poginulo | 161 | 0 | 1 | 100 | 262 | |
| | Životno ugroženo | 646 | 0 | 3 | 401 | | 1,050 |
| | Hospitalizovano | 646 | 0 | 3 | 401 | | 1,050 |
| | Lakše povrijeđeno | 565 | 0 | 3 | 351 | | 1,969 |
| AB konstrukcije | Poginulo | 224 | 0 | 1 | 139 | 364 | |
| | Životno ugroženo | 505 | 0 | 2 | 314 | | 821 |
| | Hospitalizovano | 673 | 0 | 3 | 418 | | 1,094 |
| | Lakše povrijeđeno | 505 | 0 | 2 | 314 | | 821 |
| UKUPNO | | | | | | 626 | 6,805 |

Treba napomenuti da je, zbog nedostupnosti podataka o distribuciji broja stanovnika po mjesnim zajednicama, kao što je već naglašeno, ukupan broj sračunatih stambenih objekata u seoskom području Opštine (8,043, Tabela 2.8.) u ovom proračunu podijeljen na podjenak broj na dva reona (sjeverni i zapadni dio sa očekivanim intenzitetom zemljotresa od VII stepeni EMS i krajnji južni dio Opštine sa intenzitetom od IX stepeni).

Dakle, uz sve navedene brojne uslove kod ove metode, rezultujuća prognoza ukazuje na ukupan broj mogućih žrtava u cijeloj Opštini 626 i ukupan broj teže i lakše ranjenih u iznosu od 6,805 lica.

i) Potrebe privremenog smještaja i evakuacija

Evakuacija stanovništva u uslovima potrebe hitne pomoći je proces uklanjanja ljudi iz zone opasnosti na sigurno područje bilo zbog prijetnje od opasnosti koja može dogoditi nakon katastrofe izazvane zemljotresom (UAE, 2018), ali i svih oblika drugih uzroka nastanka katastrofe. Evakuacija se obavlja organizovanim premještanjem dijela stanovništva u odgovarajući smještaj, odnosno u skloništa na otvorenom ili zatvorenom prostoru, što se posebno odnosi na evakuaciju ranjenih osoba i osoba sa posebnim potrebama. Na mjestima za prihvatanje i smještaj ugroženih lica, koja su bezbjedna od naknadnih efekata snažnih i razornih zemljotresa (urušavanje objekata ili njihovih dijelova, pojava jačih naknadnih zemljotresa itd.) obezbjeđuje se odgovarajuća zdravstvena zaštita i medicinska pomoć i pomagala za normalno održavanje života - dok im se ne stvore uslovi za njihov povratak u mjesta odakle su evakuisani, odnosno dok se ne uspostave bezbjedni uslovi za njihov dalji život.

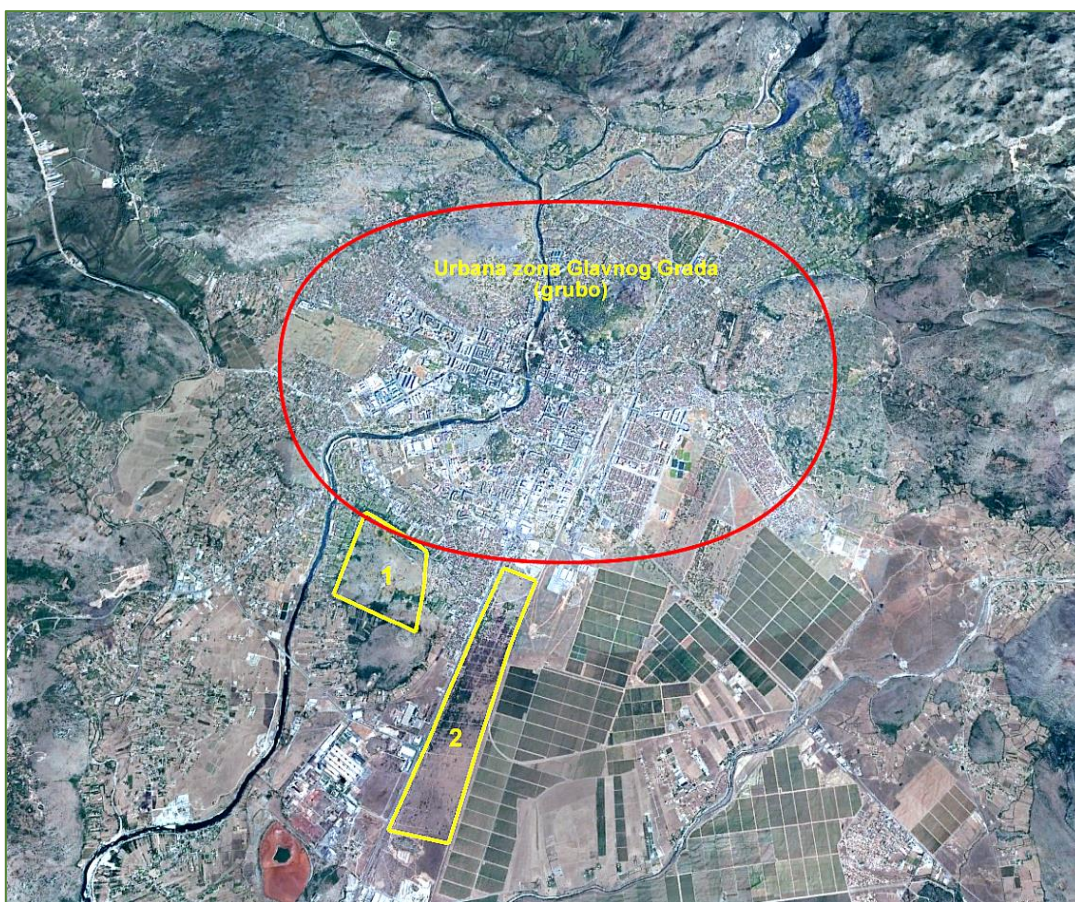
Za uspješnu i efikasnu realizaciju evakuacije, neophodna je izrada detaljnog plana evakuacije, u optimalnom obliku, koji treba da obuhvati ne samo evakuaciju ljudi, nego i angažovanje potrebne opreme, medicinskih sredstava i ekipa, kao i adekvatnih i odgovarajućih prevoznih sredstava ljudstva za evakuaciju ljudi.

U postupku evakuacije stanovništva neophodna je potreba za punom saradnjom između članova zajednice i nadležnih tijela u zadacima spašavanja i pružanja pomoći, što posebno treba da obuhvati sljedeće procedure:

- Stanovništvu treba objasniti realnu situaciju, umiriti ih i podstaći da pozitivno reaguju na radnje koje se preduzimaju za njihovu sigurnost.
- Organizovati proces evakuacije prema prioritetima tako da se pomoć i evakuacija obavlja prioritarno sa ljudima u zoni neposredne opasnosti, odnosno reonu sa najvećim stepenom oštećenja i rušenja objekata.
- Osigurati da su izlazi za evakuaciju na stambenim zgradama bezbjedni, a u objektima bolnica - izlazi koji su u planu za evakuaciju i spašavanje označeni za te namjene, budu sigurni, a zatim izvoditi pacijente koji mogu proći kroz njih do sigurnih sabirnih mjesta.
- Obezbijediti da se liftovi u stambenim zgradama u takvim situacijama ne smiju koristiti, a za evakuaciju iz zgrada koristiti isključivo stepenice.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

- Obezbijediti siguran izlazak iz zgrada primarno onih lica koja se mogu samostalno kretati, zatim onih kojima je potrebna pomoć i najzad onih kojima je potrebno nošenje, kao što su teže ranjene osobe i osobe sa posebnim potrebama, kao i pacijenti u bolnicama.
- Nakon obavljene evakuacije treba izvršiti provjeru da su sve prostorije u ugroženim objektima potpuno evakuisane, nakon čega na svaku prostoriju i objekat treba postaviti odgovarajući znak ili informaciju koji će to pokazati.
- Prilikom evakuacije, sva evakuisana lica treba alocirati na poznato, sigurno sabirno mjesto gdje će se izvršiti popis prisutnih ljudi, prije njihovog prebacivanja u sigurnija skloništa.
- Sve građane treba upozoriti da se u potpunosti suzdrže od ulaska u zgrade ili povratak stanove i kuće koje su napustili, zbog mogućnosti daljih rušenja objekata ili njihovih djelova, posebno zbog mogućnosti pojave naknadnih zemljotresa.



Slika br.2.65. Slobodne površine terena u blizini Kombinata aluminijuma, pogodne za smještaj većeg broja stanovnika nakon evakuacije iz ugroženih objekata: lokacija (1) sa površinom od oko 125 Ha i lokacija (2) sa površinom od oko 227 Ha, što čini ukupno oko 352 Ha.

Za eventualnu potrebu evakuacije stanovništva iz urbanog područja Podgorice, moguće je za smještaj velikog broja evakuisanih lica organizovati smještaj na slobodnim površinama kod Aluminijumskog kombinata (slika 2.65.) – zavisno od obima tih potreba, na površini preko 350 hektara, a po potrebi - i znatno više. Za taj prostor praktično nije potrebna nikakva prethodna priprema terena.

2.6.7. Pretpostavke uvedene u ocjeni rizika za dati scenario zemljotres

Kao što je već istaknuto, proces pripreme plana zaštite i spašavanja od zemljotresa nije moguće opisati univerzalnim obrascem ili metodologijom - zbog specifičnosti svake društvene zajednice kojoj je plan namijenjen, zatim zbog specifičnosti ambijentalnih i prirodnih uslova u kojima se oni izrađuju, stepena izgrađenosti te sredine, razuđenosti infrastrukturnih sistema, obima privredne aktivnosti, rasporedu i karakteristikama kritičnih objekata itd. Postupak izrade takvog plana za opštinu Podgorica bio je praćen hroničnim nedostatkom većine podataka iz citiranog korpusa, posebno o stambenom fondu (koji bi uključivao tipologiju, a posebno: vrstu konstrukcije, vrijeme izgradnje, pretežnu vrstu građevinskog materijalu, sistem otpornosti na bočne sile, visinu, odnosno spratnost, tip građevinskog standarda kvaliteta objekta, GIS prostorni položaj objekta, njihovu nastanjenost itd.) kao i o prostornoj distribuciji i broju stanovnika na teritoriji mjesnih zajednica opštine Podgorica, ali i cijele Crne Gore. Pošto nažalost, takav inventar zgrada za opštinu Podgorica, niti za cijelu Crnu Goru ne postoji, u takvim okolnostima u procesu izrade ovog Plana, korišćene su aproksimativne metode koje se zasnivaju na postojećim saznanjima o građevinskom fondu, koja su ipak vrlo skromna.

I pored značajnih napora koje je tim za izradu Plana uložio u pokušaju stvaranja relevantne baze podataka, koja bi omogućila realizaciju kvalitetnog dokumenta raspoloživi obim podataka u postupku izrade Plana za ovu opštinu je bio izrazito oskudan. U odsustvu takve baze, a u cilju izrade što kvalitetnijeg Plana zaštite, bilo je neophodno istražiti veliki broj relevantnih svjetskih iskustava u sličnim uslovima i izvršiti njihovo prilagođavanje i primjenu u pomenutim specifičnim uslovima na teritoriji opštine Podgorica. Takav postupak je rezultirao obimnim istraživanjem i istovremenom primjenom više takvih iskustava, u cilju ostvarivanja što objektivnijeg i referentnijeg modela ugroženosti ukupnog materijalnog fonda i stanovništva u Opštini. Istovremeno, imajući u vidu visok stepen seizmičkog hazarda kojem je izložena njena teritorija, ali i zbog velikog značaja Glavnog grada za cijelu državu Crnu Goru, ovaj Plan zaštite i spašavanja od zemljotresa za opštinu Podgorica pripremljen je znatno detaljnije i opširnije nego što je to uobičajeno.

S obzirom na sve navedene okolnosti i uslove pripreme Plana, za procjenu obima i karaktera šteta koje potencijalno mogu nastati u budućim zemljotresima na području opštine Podgorica, bilo je moguće primijeniti samo metode koje ne zahtijevaju pomenute detaljne informacije o stambenom fondu i stanovništvu, te zbog toga prezentirani rezultati analize i procjene ugroženosti ipak imaju aproksimativnu vrijednost, saglasno pouzdanosti korišćenih podataka.

Kao što je poznato, seizmički scenario je moguće formirati na osnovu izbora nekoliko "mjerodavnih" pojedinačnih zemljotresa uz težnju da oni najobjektivnije reprezentuju "kredibilni" zemljotresni scenario. Međutim, imajući u vidu da je za svaki identifikovani aktivni rasjed podjednako moguće da se "kredibilni" zemljotres proizvede u bilo kojoj tački njegove rasjedne ravni, proističe da je broj takvih mogućnosti enormno velik, što znači da je subjektivni izbor neke njegove specifične pozicije na rasjedu - uvijek diskutabilan, s obzirom da za takav izbor nije moguće obezbijediti validnu stručnu argumentaciju.

U analizi i izboru najnepovoljnijeg seizmičkog scenarija za opštinu Podgorica, pošlo se od objektivne pretpostavke da je svaki od brojnih identifikovanih aktivnih tektonskih rasjeda na teritoriji Crne Gore i susjednih, seizmički uticajnih područja, podjednako "kredibilan" da proizvede zemljotres u bilo kojoj tački njegove rasjedne ravni saglasno njegovom geodinamičkom potencijalu, a da obim štetnih manifestacija tog zemljotresa zavise isključivo od položaja hipocentra u odnosu na ugroženu teritoriju, veličinu generisane magnitude, dubine aktiviranog nivoa rasjeda, kao i lokalnih uslova tla posmatrane lokacije. Odavde proističe da je broj takvih mogućnosti enormno velik, što znači da je subjektivni izbor neke njegove specifične pozicije na bilo kojem rasjedu - uvijek diskutabilan, s obzirom da za takav izbor nije moguće obezbijediti validnu stručnu argumentaciju.

Međutim, izborom cijelog aktivnog rasjeda kao "kredibilnog" za seizmički scenario i istovremenim potenciranjem njegovog dominantno seizmički aktivnog nivoa (prosječna dubina hipocentara realno dogođenih zemljotresa na rasjedu), moguća subjektivnost se značajno redukuje. Istovremeno – ukoliko se razmatra scenario sa svim

moogućim položajima hipocentra na tom rasjedu i identifikovanom seizmički aktivnom nivou - ostvaruje se znatno veća objektivnost rezultata analize scenarija, a time ukupan zemljotresni scenario čini realnijim i pouzdanijim za dalje analize seizmičkog rizika, odnosno potencijalnih gubitaka koji mogu nastati u tom scenariju. Najzad, u takvom pristupu se ne uvećava seizmički hazard u scenariju, s obzirom da se seizmički efekat računa "deterministički" – posmatranjem odgovarajuće tačke prostora u odnosu samo na najbliži elemenat aktivne zone rasjeda, a ne u odnosu na sve moguće druge varijante.

Kada je u pitanju funkcionalna zavisnost stepena nastalih šteta pri dejstvu nekog razornog zemljotresa, od njegove jačine, treba ponovo naglasiti da i pored visokog nivoa seizmičnosti i velikog fonda oštećenih zgrada i infrastrukturnih sistema u ranijim zemljotresima, sa značajnim brojem smrtno nastradalih lica tokom istorije na području Crne Gore, ali i u širem okruženju, do sada nije bilo organizovanog, nacionalnog ili regionalnog istraživanja funkcija povredljivosti objekata, ali i društvenih zajednica u cjelini, osim pojedinačnih, pretežno teorijskih razmatranja. Zahvaljujući realizaciji nekoliko kompleksnih, sveobuhvatnih regionalnih, ali i globalnih projekata, za potrebe ovog Plana bilo je moguće izvesti selekciju iskustava i postignutih rezultata koji su dovoljno relevantni i primjenjivi u sličnim okolnostima u našoj državi. U tim okolnostima, u cilju analize zemljotresnih scenarija, bilo je neophodno integrisati publikovana saznanja u svjetskim okvirima u toj oblasti, koja su relevantna za naš prostor i koja se mogu primijeniti na područje opštine Podgorica, kao i cijele Crne Gore - u datim uslovima aktuelne i istorijske seizmičnosti, obima i tipologije građevinskog fonda i postojećih infrastrukturnih sistema i primijeniti ih na predmetno područje u datim okolnostima - po „sistemu sličnosti“.

2.6.8. Zaključna razmatranja i ocjena rizika za najnepovoljniji scenario zemljotres

Izložena analiza nedvosmisleno ukazuje da je seizmički hazard, kao i konsekvantni rizik, značajno visok na cijeloj teritoriji opštine Podgorica, posebno u njenim južnim djelovima. Ova konstatacija se ogleda kroz učestanost događanja zemljotresa u seizmogenim područjima kako na ovom području, tako i na drugim, seizmički uticajnim terinima Crne Gore i susjednih država, kao i kada se razmatraju ostvareni visoki seizmički intenziteti i ubrzanja tla u zemljotresima dogođenim tokom bliže i dalje seizmičke istorije ovog prostora.

Kroz detaljnu analizu šest reprezentativnih seizmičkih scenarija, modelovan je očekivani karakter budućih seizmičkih aktivnosti na ovom području i determinisan potencijalni okvir vjerovatnih posljedica u eventualnoj realizaciji takvih događaja, u cilju blagovremenog preduzimanja odgovarajućih aktivnosti uže i šire društvene zajednice, radi ublažavanja mogućih posljedica po ljudske živote, građevinski fond, materijalna dobra i ukupnu društvenu stabilnost opštine Podgorica, ali i države Crne Gore, u cjelini.

Izvedena analiza mogućih, ali vjerovatnih scenarija dejstva budućih zemljotresa na području opštine Podgorica, koja je prikazana u ovom Planu zaštite i spašavanja od zemljotresa, bila je značajno limitirana vrlo ograničenim fondom podataka o stanju građevinskog fonda Opštine (što je slučaj i sa cijelom Crnom Gorom), zatim tipologijom objekata, podacima o konstruktivnim karakteristikama, prostornom položaju objekata i infrastrukturnih elemenata što se manifestovalo kroz odsustvo bilo kakve raspoložive baze podataka koja je neophodna za objektivnu, kvalitetnu i dugoročnu ocjenu posljedica scenario zemljotresa. Taj nedostatak je bio izražen i u nedostatku podataka o broju i prostornoj distribuciji stanovništva, stanju naseljenosti postojećih objekata, stanju lokalnih geoloških karakteristika tla (van relativno uske zone koja je bila obuhvaćena seizmičkom mikrozonizacijom 1986. godine) – što je uslovio nemogućnost primjene velikog broja kvalitetnijih razrađenih numeričkih metoda za objektivnu procjenu potencijalnih posljedica pri pojavi budućih snažnih i razornih zemljotresa.

Iz svih navedenih razloga, procjena potencijalnih efekata scenario zemljotresa na teritoriji opštine Podgorica, u ovoj studiji je morala biti ograničena na primjenu samo metodoloških postupaka koji ne zahtijevaju poznavanje širokog korpusa navedenih podataka, zbog čega se njihova predviđanja karakterišu znatno manjim nivoom pouzdanosti. Kompenzacija takvog nedostaka djelimično je ostvarena kroz istovremenu primjenu većeg broja takvih metoda, koji se u sličnim okolnostima koriste u brojnim zemljama širom svijeta.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

U ovom, posebnom dijelu ovog Plana, izvedena je detaljna analiza budućih potencijalnih seizmičkih događaja sa štetnim efektima na području opštine Podgorica kroz modelovanje vjerovatnoće pojave takvih događaja, kao i njihovih potencijalnih razornih dejstava. Analiza je obavljena kroz proračun vjerovatnoće pojave takvih događaja i njihovih potencijalnih razornih dejstava. Pri tome je utvrđeno da potencijalno najnepovoljniji budući seizmički događaj po karakteristike aktuelnog građevinskog fonda i infrastrukturnih sistema (na nivou raspoloživih informacija) i obim gubitaka stanovništva, u uslovima datih geoloških uslova (prema stanju iz Karte seizmičke mikrozonacije iz 1986. godine) da zemljotres sa realno pretpostavljenom jačinom od Mw 6.3 jedinice (Rihterove skale) koji bi na području mjesnih zajednica i naselja na krajnjem jugu Opštine, koja su pozicionirana na tlu sa visokim amplifikacionim faktorom, uslovio intenzitete od **IX jedinica EMS** skale. Istovremeno, efekat takvog zemljotresa bi na područjima uže gradske (urbane) zone, kao i u nekim mjesnim zajednicama u zapadnim dijelovima Opštine (slika 2.42. i Tabela 2.23.), imao dejstvo od VIII stepeni EMS. Mjesne zajednice u ostalim dijelovima Opštine bi tada bile u prosjeku zahvaćene intenzitetom od VII stepeni, osim područja mjesnih zajednica na sjeveru opštine Podgorica, koje bi imale najmanji efekat – od VI stepeni EMS skale intenziteta.

a) Ljudske žrtve

Kao što je poznato, jedan od osnovnih preduslova za efikasnu i brzu akciju u procesu post-zemljotresne faze traganja i spasavanje ranjenih lica, kao i obavljanje drugih aktivnosti pri reagovanju u takvim vanrednim situacijama, predstavlja i brza procjena broja ljudskih žrtava. Ipak, treba naglasiti da takve, preliminarne evaluacije, sadrže značajni nivo neizvesnosti s obzirom da broj žrtava u velikoj mjeri zavisi od specifičnosti zemljotresa, obima izloženog stanovništva, ali i zbog činjenice da su takvi događaji, posebno u daljoj historiji, rijetko bili dobro dokumentovani.

Tabela 2.63. Rezime broja potencijalno nastradalih lica u scenariju zemljotresu u opštini Podgorica

| Metodologija procjene | Kategorija nastradalih | | | Koeficijent težine podatka |
|---------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|
| | Smrtno stradali | Teško povrijeđeni | Lakše povrijeđeni | |
| PAGER | 75 | - | - | 1.0 |
| Samardjjeva i Badal | 1,060 | 2,282 | | 0.6 |
| Risk-UE | 260 | - | - | 1.0 |
| Tiedemann | 488 | - | - | 0.6 |
| ATC-13 | 17 | 67 | 505 | 1.0 |
| HAZUS99 | 258 | 21,426 | | 1.0 |
| Coburn i Spence | 626 | 6,805 | | 0.6 |
| Srednja vrijednost | 330 | 4,220 | 4,358 | 5.8 |

Na osnovu primijenjenih sedam najobjektivnijih i najviše korišćenih pristupa u procjeni broja potencijalnih žrtava i ranjenih lica u slučaju događanja utvrđenog najnepovoljnijeg scenariju zemljotresa za područje opštine Podgorica, u uslovima vrlo ograničenog fonda raspoloživih relevantnih podataka, sračunat je (orijentacioni) potencijalni broj ljudskih žrtava i broj ranjenih i teško ranjenih lica. Parcijalni i osrednjeni rezultati (uzimajući u obzir usvojene koeficijente težine tih podataka (saglasno stepenu kompleksnosti pristupa metode) prikazani su u tabeli 2.61., izražavajući srednju ponderisanu vrijednost u takvom scenariju, ukupno potencijalno **smrtno stradalo lice u iznosu od 330, zatim 4,220 teško ranjenih i 4,358 lakše povrijeđenih lica.**

b) Oštećenje stambenog fonda

Procjena obima potencijalnih šteta u najnepovoljnijem scenariju zemljotresu na građevinskim objektima sa preovlađujućom tipologijom u opštini Podgorica, izvedena je korišćenjem šest različitih metodoloških postupaka, pri čemu su dobijeni rezultati koji su u sumarnom obliku prikazani u tabeli 2.64., zajedno sa ukupnom srednjom vrijednošću takvih projekcija.

Na osnovu ovih analiza, realno je očekivati da ukupan broj potencijalno vrlo teško stradalih (neupotrebljivih) objekata (podrazumijevajući da je dominantan broj tih objekata kategorisan kao zidane i/ili AB konstrukcija, pri čemu su, zbog nedostatka preciznijih podataka, korišćeni rezultati projekta NERA, 2014, kao i publikacija Pavićević, 2000) iznosi oko **4.5 %** u odnosu na ukupan građevinski fond u opštini Podgorica.

Tabela 2.64. Rezime utvrđenog obima potencijalnih šteta na teško i vrlo teško oštećenim objektima sa preovlađujućom tipologijom u scenariju zemljotresu u opštini Podgorica

| Metodologija procjene | Kategorija objekata / spratnost | Teško i vrlo teško oštećeni objekti | | | | | | | | UKUPAN BROJ OBJEKATA |
|---------------------------|---------------------------------|--|-----|------|------|--------------------------|-----|-------|-----|----------------------|
| | | Parcijalno u odnosu na ukupan fond (%) | | | | Parcijalni broj objekata | | | | |
| | | VI | VII | VIII | IX | VI | VII | VIII | IX | |
| Iskustva iz 1979. god. | Ukupan stambeni fond | 0.7 | 3.1 | 5.0 | 8.3 | 3 | 10 | 1,357 | 360 | 1,517 |
| | Kolektivno stanovanje | 0.7 | 0.9 | 1.3 | 1.9 | 3 | 3 | 353 | 83 | |
| | Individualno stanovanje | 0.9 | 1.7 | 2.5 | 4.0 | 3 | 6 | 679 | 174 | |
| Makroseizmička skala EMS | Zidane konstrukcije | 0.0 | 0.6 | 4.8 | 17.3 | 0 | 2 | 1,322 | 751 | 868 |
| | AB konstrukcije | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 2.7 | 0 | 0 | 81 | 117 | |
| Ekspertiza stručnjaka | Ukupan stambeni fond | 0.0 | 0.2 | 2.0 | 9.4 | 0 | 1 | 544 | 407 | 952 |
| Metodologija PAGER | Ukupan stambeni fond | 0.0 | 0.3 | 3.3 | 20.4 | 0 | 1 | 890 | 886 | 1,777 |
| Metoda Kappos | do 5 spratova | 0.0 | 0.2 | 1.4 | 6.7 | 0 | 1 | 372 | 291 | 1,357 |
| | ≥ 6 spratova | 0.0 | 0.2 | 1.4 | 7.3 | 0 | 1 | 377 | 315 | |
| ATC-21 | Zidane konstrukcije | 0.0 | 3.3 | 5.3 | 10.0 | 0 | 11 | 1,439 | 434 | 2,220 |
| | AB konstrukcije | 0.0 | 0.5 | 0.9 | 2.1 | 0 | 2 | 244 | 91 | |
| Srednja vrijednost | | | | | | | | | | 1,448 |

c) Potencijalni stepen ekonomskih gubitaka

Kao što je istaknuto u odgovarajućoj elaboraciji potencijalnih materijalnih šteta na građevinskom fondu i infrastrukturnim kapacitetima, ukupan materijalni gubitak opštine Podgorica, pri realizaciji zemljotresa sa intenzitetom između VI i IX stepeni EMS (zavisno od mjesne zajednice) iznosio bi oko **582 miliona Eura**, što predstavlja 7 puta veći potencijalni gubitak od sadašnjeg prosječnog godišnjeg budžeta ove opštine.

Ukupan negativan efekat ovakvog zemljotresnog scenarija na cijelu društvenu zajednicu koju obuhvata opština Podgorica, prikazan je u generalizovanom obliku - u vidu matrica vjerovatnoće i veličine potencijalno prouzrokovanih šteta, kao i obima ljudskih žrtava (tabele 2.65. do 2.70.) kao rezultat detaljne analize budućih seizmičkih potencijalnih događaja sa štetnim efektima na području opštine Podgorica.

d) Procjena vjerovatnoće događanja scenarior zemljotresa

Tabela 2.65. Vjerovatnoće događanja scenarija

| Kategorija | Vjerovatnoća ili učestanost | | |
|------------|-----------------------------|--------------------------------|----------|
| | Vjerovatnoća (%) | Učestanost | Odabrano |
| 1 | < 1 % | 1 događaj u 100 godina i rjeđe | X |
| 2 | 1 - 5 % | 1 događaj u 20 do 100 godina | |
| 3 | 6 - 50 % | 1 događaj u 2 do 20 godina | |
| 4 | 51- 98 % | 1 događaj u 1 do 2 godine | |
| 5 | > 98 % | 1 događaj godišnje ili češće | |

e) Procjena posljedica

Tabela 2.66. Posljedica po život i zdravlje ljudi

| Posljedice po život i zdravlje ljudi | | | |
|--------------------------------------|---------------|-----------------------------|----------|
| Kategorija | Posljedica | Kriterijum – broj poginulih | Odabrano |
| 1 | Minimalna | < 50 | |
| 2 | Mala | 50-200 | |
| 3 | Umjerena | 201-500 | X |
| 4 | Ozbiljna | 501-1500 | |
| 5 | Katastrofalna | > 1500 | |

Tabela 2.67. Posljedice po ekonomiju i ekologiju

| Posljedice po ekonomiju/ekologiju | | | |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------------|----------|
| Kategorija | Veličina posljedica | Kriterijum: % budžeta | Odabrano |
| 1 | Minimalna | preko 1% budžeta | |
| 2 | Mala | preko 3% budžeta | |
| 3 | Umjerena | preko 5% budžeta | |
| 4 | Ozbiljna | preko 10% budžeta | |
| 5 | Katastrofalna | preko 15% budžeta | X |

Tabela 2.68. Posljedice po društvenu stabilnost – ukupna materijalna šteta na kritičnoj infrastrukturi

| Posljedice po društvenu stabilnost – ukupna materijalna šteta na kritičnoj infrastrukturi | | | |
|---|---------------------|---------------|----------|
| Kategorija | Veličina posljedica | Kriterijum | Odabrano |
| 1 | Minimalna | <1% budžeta | |
| 2 | Mala | 1-3% budžeta | |
| 3 | Umjerena | 3-5% budžeta | |
| 4 | Ozbiljna | 5-10% budžeta | |
| 5 | Katastrofalna | >10% budžeta | X |





Tabela 2.69. Posljedice po društvenu stabilnost – ukupna materijalna šteta na ustanovama/ građevinama javnog društvenog značaja

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

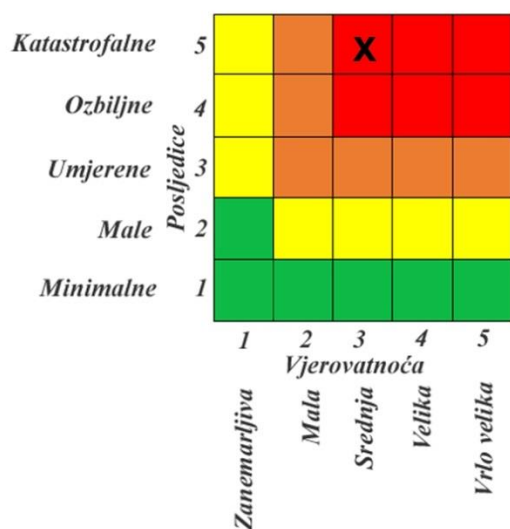
| Posledice po društvenu stabilnost – ukupna materijalna šteta na ustanovama/ građevinama javnog društvenog značaja | | | |
|---|--------------------|----------------|----------|
| Kategorija | Veličina posledica | Kriterijum | Odabrano |
| 1 | Minimalna | <0,5% budžeta | |
| 2 | Mala | 0,5-1% budžeta | |
| 3 | Umerena | 1-3% budžeta | |
| 4 | Ozbiljna | 3-5% budžeta | |
| 5 | Katastrofalna | >5% budžeta | X |

f) Matrice vjerovatnoće i potencijalne posljedice realizacije scenarior zemljotresa

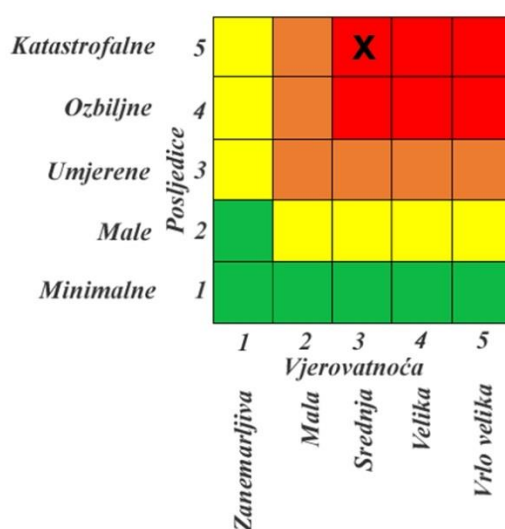
Tabela 2.70. Legenda za stepen i prihvatljivost rizika (matrice)

| | | | |
|--|-------------|---------------|---|
|  | Veoma visok | NEPRIHVATLJIV | Veoma visok nivo rizika: zahtijeva tretman rizika, radi smanjenja na nivo prihvatljivosti |
|  | Visok | NEPRIHVATLJIV | |
|  | Umjeren | PRIHVATLJIV | Umjereni rizik: pretpostavlja aktivnosti na njegovom smanjenju |
|  | Nizak | PRIHVATLJIV | Nizak rizik, može značiti da se ne preduzima nikakva radnja |

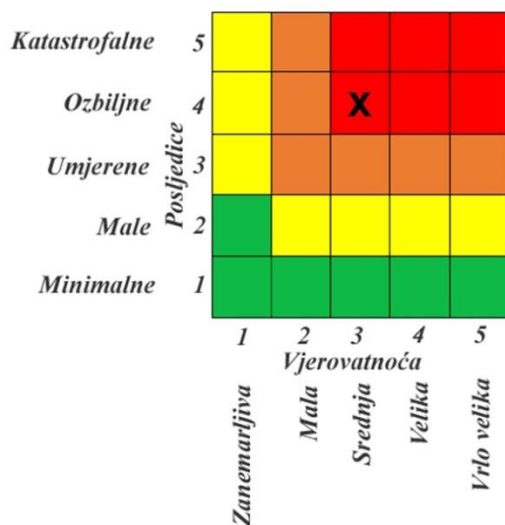
Matrica 1. Rizik po život i zdravlje



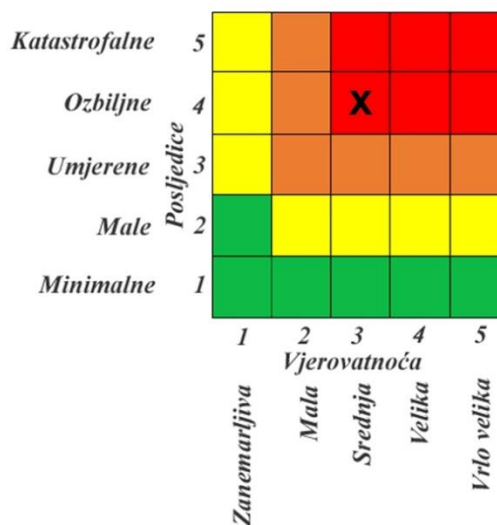
Matrica 2. Rizik po ekonomiju/ekologiju



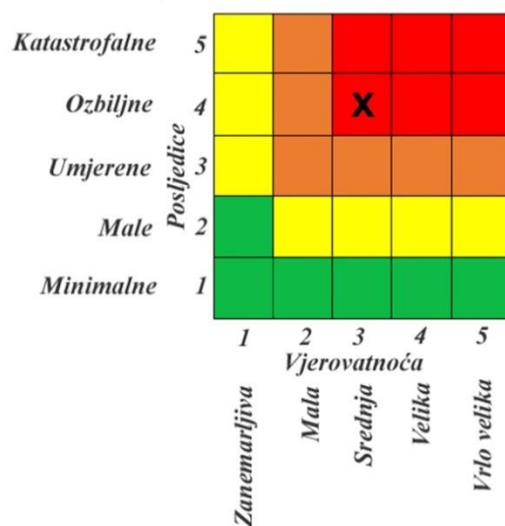
Matrica 3a. Rizik po društvenu stabilnost - ukupna materijalna šteta na kritičnoj infrastrukturi



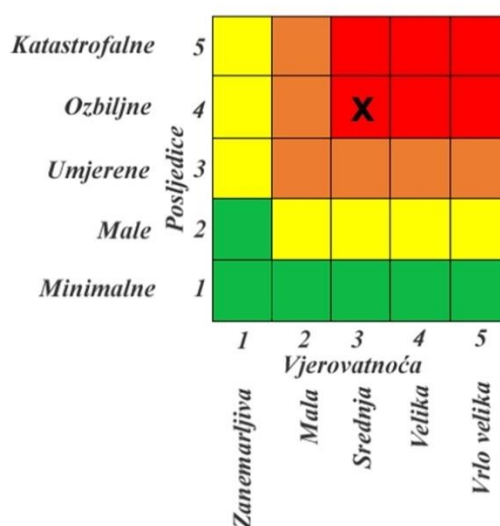
Matrica 3b. Rizik po društvenu stabilnost- ukupna materijalna šteta na ustanovama / građevinama od javnog značaja



Matrica 3. Zbirna matrica 3a i 3b - rizik po društvenu stabilnost

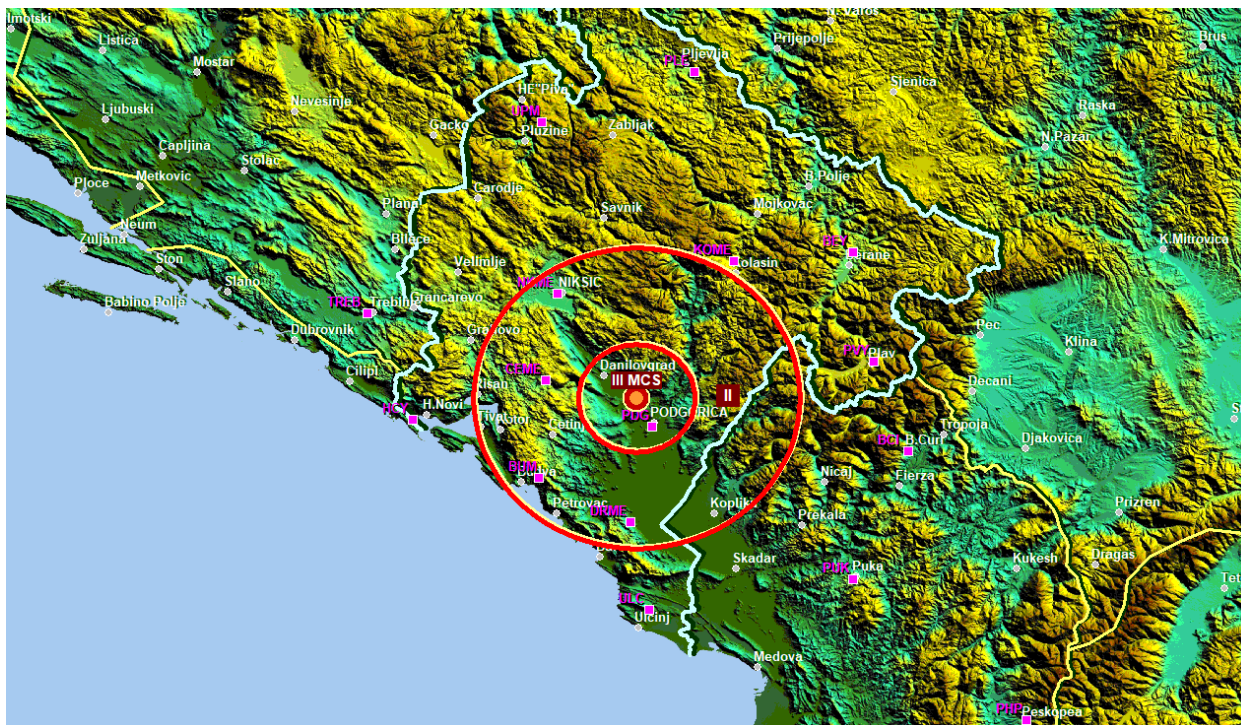


Matrica 4. Ukupan rizik



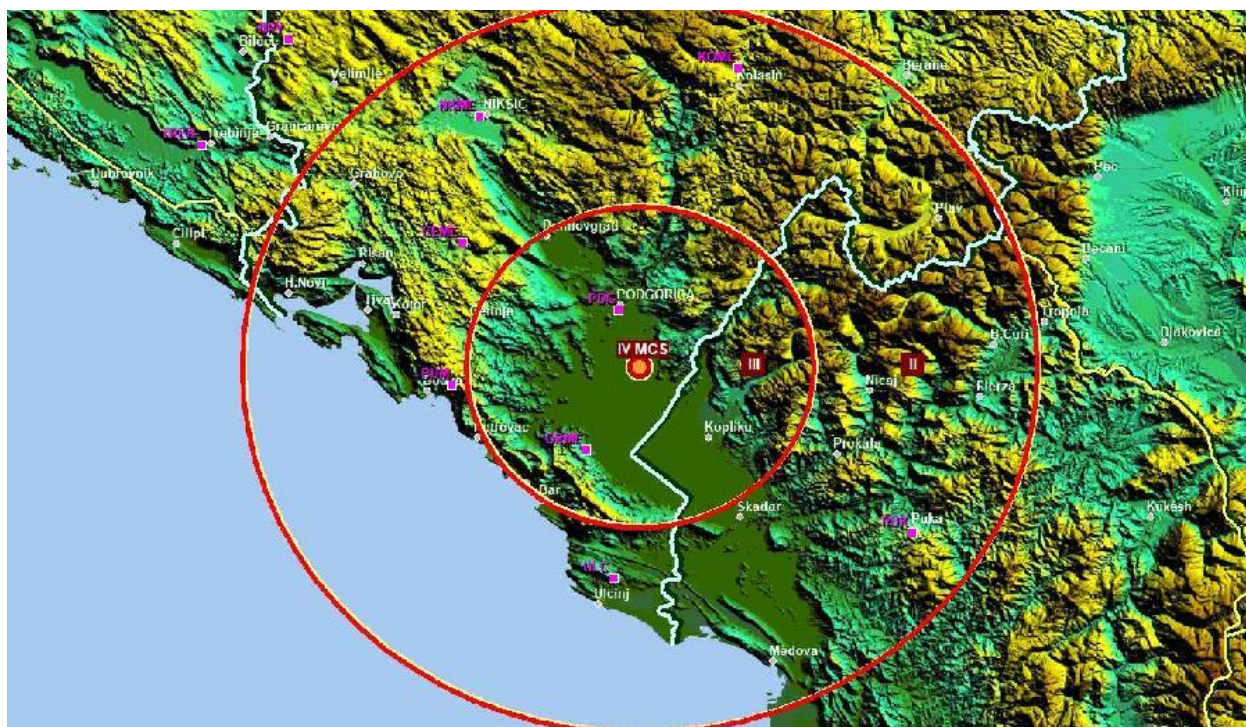
2.7. Podaci o zemljotresima u period 2023. – 2026. godine

Prema podacima Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju¹⁶ slabiji zemljotres je pogodio područje Glavnog grada 2.05.2023. čiji je epicentar registrovan na četiri kilometra sjeverno od Tološa (Crna Gora). Jačina ovog zemljotresa u hipocentru (žarištu) iznosila je 2.8 jedinica Rihterove skale, što odgovara epicentralnom intenzitetu od III-IV stepena Merkalijeve skale (MCS). Žarište ovog zemljotresa locirano je na dubini od 19 km. (sl. br. 2.66.)



Slika br. 2.66. Zemljotres u Podgorici (maj 2023. g.)

Zemljotres jačine 3,2 jedinice Rihterove skale zabilježen je 27. januara 2024.g u blizini Tuzi, u 19 časova i 54 minuta registrovao zemljotres manje jačine sa epicentrom na 5 km zapadno od Podhuma (Crna Gora). Jačina ovog



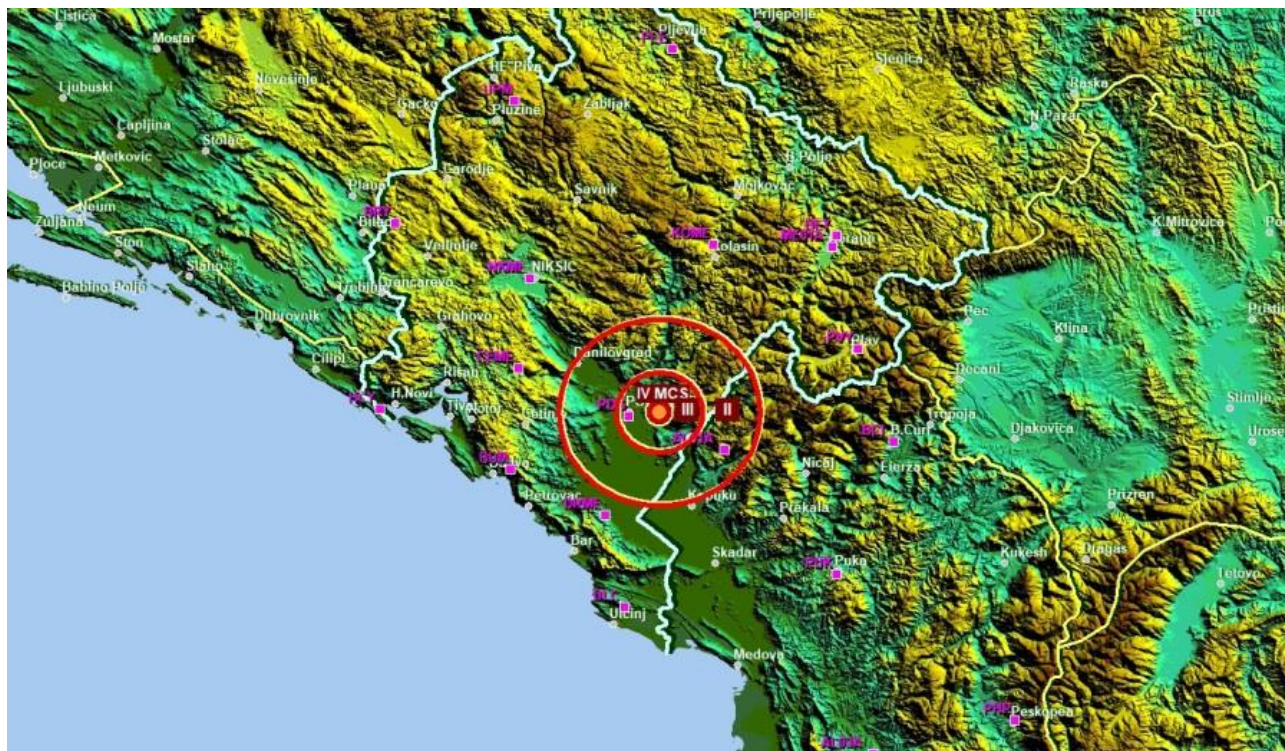
¹⁶ www.meteo.co.me

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

zemljotresa u hipocentru (žarištu) iznosila je 3.2 jedinice Rihterove skale, što odgovara epicentralnom intenzitetu od IV stepena Merkalijeve skale (MCS). Žarište ovog zemljotresa locirano je na dubini od 24 km (sl. br.2.67.)

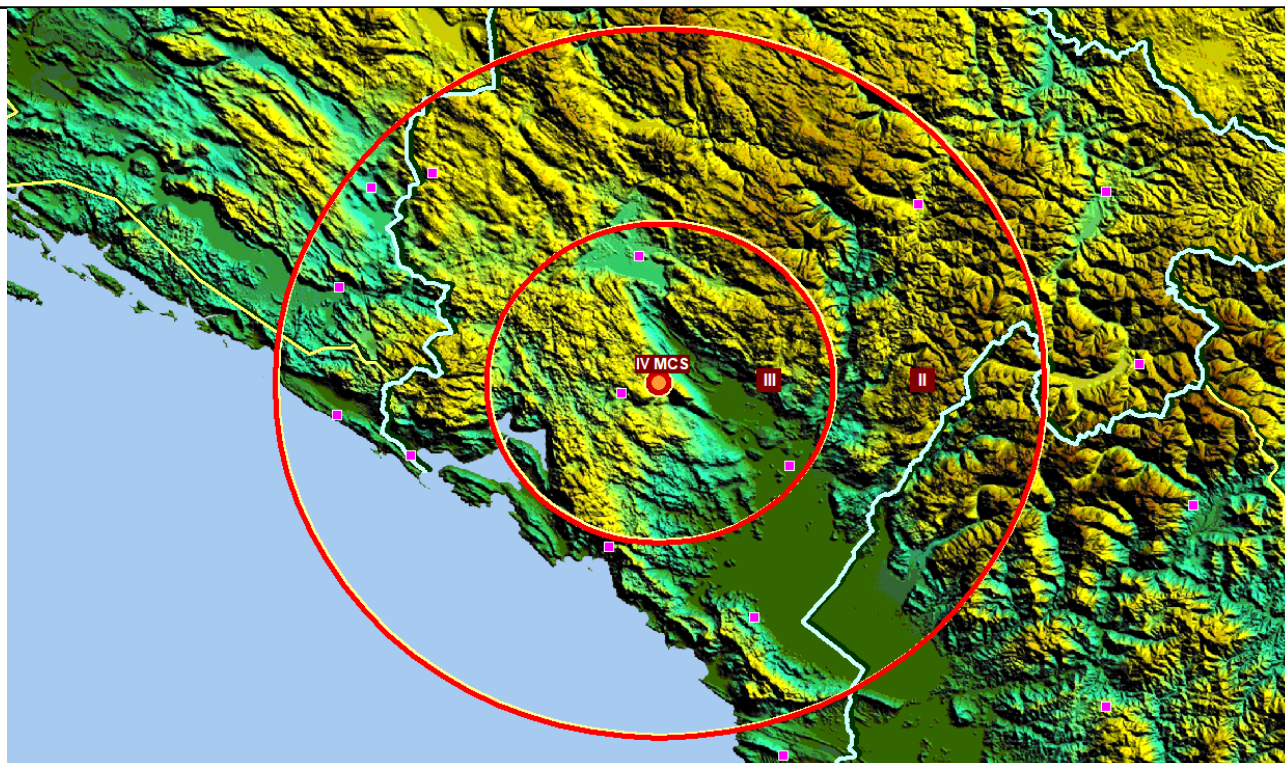
Slika br. 2.67. Zemljotres na području Glavnog grada (januar 2024. godine)

Dana 24.11.2025. godine registrovan je zemljotres manje jačine sa epicentrom sedam kilometara istočno od Podgorice. Jačina zemljotresa u zarištu iznosila je 2,2 jedinice Rihterove skale, što odgovara epicentralnom intenzitetu od IV stepena Merkalijeve skale. Žarište zemljotresa locirano je na dubini od 9 km. (sl. br. 2.68.)



Slika br. 2.68. Zemljotres u Podgorici (novembar 2025. godine)

Dana 8. marta 2026. godine područje Glavnog grada pogodio je zemljotres manje jačine sa epicentrom na 5 km sjeveroistočno od Velestova (Crna Gora). Jačina ovog zemljotresa u hipocentru (žarištu) iznosila je 3.2 jedinice Rihterove skale, što odgovara epicentralnom intenzitetu od IV stepena Merkalijeve skale (MCS). Žarište ovog zemljotresa locirano je na dubini od 19 km.



Slika br. 2.67. Zemljotres u Podgorici (mart 2026. g.)

Na osnovu numeričkog modela promjene intenziteta sa rastojanjem u ovom regionu, magnitude zemljotresa i dubine hipocentra, nijedan od ovih zemljotresa nije mogao izazvati materijalne štete u epicentralnom području.

Zemljotresa sličnih intenziteta na ovom području bilo je još, što pokazuje da je ovo trusno područje i da se moraju sprovoditi redovne preventivne mjere zaštite od zemljotresa.

Zaštita od rušenja sprovodi se kao preventivna mjera u okviru prostornog i urbanističkog planiranja, uz primjenu građevinsko-tehničkih i drugih mjera, a u skladu sa procijenjenim seizmičkim rizikom.

Radi zaštite i spašavanja stanovništva i materijalnih dobara iz ruševina koje mogu nastati usljed zemljotresa organizuju se i sprovode mjere, radnje i postupci na izviđanju ruševina, pronalaženju zatrpanih, osiguravanju konstrukcija oštećenih i izmještenih djelova objekta radi sprječavanja dodatnog rušenja, preduzimanju mjera zaštite od dodatnih rizika, izvlačenju zatrpanih, pružanju prve i medicinske pomoći i izvlačenju materijalnih dobara.

Asanacija terena obuhvata pronalaženje, sakupljanje, identifikaciju, transport i sahranjivanje poginulih i umrlih lica, sakupljanje, transport i ukop poginulih i umrlih životinja, sakupljanje i uništavanje svih vrsta otpadnih i drugih opasnih materija koje ugrožavaju život i zdravlje ljudi, dezinfekciju, dezinsekciju i deratizaciju terena i objekata i asanaciju objekata za vodosnabdijevanje.

3. ZAKLJUČCI

Seizmološka analiza scenario zemljotresa, koja je obuhvaćena drugim poglavljem ovog Plana, sadrži prezentaciju i primjenu savremenih pristupa ovoj problematici, koji su realizovani u više država širom svijeta, sa sličnim seizmičkim karakteristikama prostora i sličnim građevinskim i infrastrukturnim fondom, kao izloženim elementima u dejstvu budućih razornih zemljotresa.

Argumentovanom stručnom analizom potencijalnih scenarija u kojima bi moglo nastati stanje vanredne situacije stvoreno genezom nekog razornog zemljotresa u budućnosti na području opštine Podgorica, ili širem, seizmički uticajnom regionu, izvršen je izbor najnepovoljnijeg seizmičkog scenarija, koji bi mogao da se dogodi u određenom periodu godine i određenom dobu dana, koje bi doprinijelo uvećanju pštetnih posljedica takvog događaja, izvršen je odgovarajući specifični izbor koji je detaljno obrazložen. U ovoj studiji je zatim izvedena detaljna analiza vjerovatnih posljedica koji bi takav događaj imao neposredno na cijelu društvenu zajednicu opštine Podgorica, ali i posredno – na cijelu Crnu Goru.

Izloženi Plan zaštite i spašavanja od zemljotresa za opštinu Podgorica, odnosno za područje Glavnog grada, pripremljen je u potpunosti saglasno sa smjericama Nacionalnog plana zaštite i spašavanja od zemljotresa (Vlada Crne Gore, decembar 2016), kao i odredbama Pravilnika o bližem sadržaju i metodologiji izrade, načinu usaglašavanja, ažuriranja i čuvanja planova zaštite ("Sl. List CG" br.13/07, 32/11 i 54/16).

Seizmološka analiza scenario zemljotresa, koja je obuhvaćena drugim poglavljem ovog Plana, sadrži prezentaciju i primjenu savremenih pristupa ovoj problematici, koji su realizovani u više država širom svijeta, sa sličnim seizmičkim karakteristikama prostora i sličnim građevinskim i infrastrukturnim fondom, kao izloženim elementima u dejstvu budućih razornih zemljotresa.

Argumentovanom stručnom analizom potencijalnih scenarija u kojima bi moglo nastati stanje vanredne situacije stvoreno genezom nekog razornog zemljotresa u budućnosti na području opštine Podgorica, ili širem, seizmički uticajnom regionu, izvršen je izbor najnepovoljnijeg seizmičkog scenarija, koji bi mogao da se dogodi u određenom periodu godine i određenom dobu dana, koje bi doprinijelo uvećanju pštetnih posljedica takvog događaja, izvršen je odgovarajući specifični izbor koji je detaljno obrazložen. U ovoj studiji je zatim izvedena detaljna analiza vjerovatnih posljedica koji bi takav događaj imao neposredno na cijelu društvenu zajednicu opštine Podgorica, ali i posredno – na cijelu Crnu Goru.

Pretežno zbog neadekvatnog odziva odgovarajuće administracije opštine Podgorica na zahtjeve za dostavljanje tih podataka, radni tim za izradu ovog Plana je radio uz vrlo oskudan raspoloživi obim podataka, posebno o aktuelnom stanju i tipologiji postojećih građevinskih objekata, njihovim konstruktivnim karakteristikama i prostornom položaju objekata, zatim o elementima infrastrukturnih sistema, kao i distribuciji i obimu stanovništva po mjesnim zajednicama. Ipak, zahvaljujući intenzivnim istraživanjima Internet resursa, zatim digitalizaciji određenih elemenata značajnih za izradu Plana, kao i sadržaju GIS komponenata na Internet prezentaciji Glavnog grada, nedostatak podataka je kompenziran uspješnom primjenom većeg broja regionalno i svjetski verifikovanih metodologija procjene ugroženosti svih potencijalno ranjivih elemenata izloženih dejstvu najnepovoljnijeg scenario zemljotresa. U navedenom smislu, prilikom analize najnepovoljnijeg zemljotresnog scenarija i procjene stepena potencijalnih gubitaka u slučaju njegove realizacije na teritoriji opštine Podgorica, primijenjeno je 6 različitih, u svjetskoj literaturi i praksi najčešće korišćenih pristupa u procjeni potencijalnih šteta stambenog fonda, zatim 7 metodologija u evaluaciji potencijalnog obima ljudskih žrtava u slučaju događanja takvog ili sličnog scenario zemljotresa, kao i opšte prihvaćena metodologija u procjeni stepena potencijalnih oštećenja infrastrukturnih sistema i veličine ekonomskih gubitaka. Iz navedenih razloga, ovaj Plan zaštite i spašavanja ima znatno veći obim i šire analize nego što je to uobičajeno za takvu vrstu dokumenata, ali je na taj način rezultirao objektivnom i argumentovanom evaluacijom potencijalnih efekata najnepovoljnijeg, ali i vrlo vjerovatnog scenarija zemljotresa, uz konkretizovanje veličine i vrste potencijalnih gubitaka svih relevantnih elemenata izloženih tom riziku, kao i stepena ugroženosti cijele društvene zajednice opštine Podgorica.

Analizom vjerovatnoće realizacije i odgovarajućih posljedica potencijalno najnepovoljnijeg seizmičkog događaja po karakteristike aktuelnog građevinskog fonda i infrastrukturnih sistema (na nivou raspoloživih informacija) kao i potencijalnog stepena gubitaka stanovništva, u uslovima datih geoloških uslova, utvrđeno je da bi zemljotres sa realno pretpostavljenom jačinom od Mw 6.3 jedinice (Rihterove skale) na području mjesnih zajednica i naselja na krajnjem jugu Opštine (Gradska opština Golubovci), koji su pozicionirani na tlu sa visokim amplifikacionim faktorom, uslovio intenzitet od IX jedinica EMS skale, što bi za posljedicu imalo značajan broj ljudskih žrtava, razaranja građevinskog fonda i oštećenja infrastrukturnih sistema. Istovremeno, takav zemljotres bi na područjima uže gradske (urbane) zone, kao i u mjesnim zajednicama zapadnog dijela Opštine, imao dejstvo od VIII stepeni EMS, ostvarujući znatno manje, ali zbog gustine distribucije stanovništva, kao i obima stambenog i privrednog fonda, takođe znatne štete i ljudske gubitke. Mjesne zajednice u ostalim dijelovima Opštine bi takvom scenariju bile pretežno zahvaćene intenzitetom od VII stepeni, osim područja mjesnih zajednica na sjeveru opštine Podgorica, koje bi imale najmanji efekat – od VI stepeni EMS skale intenziteta, uz znatno slabije ili minorne efekte takvog zemljotresa.

4. LITERATURA

- Agencija za elektronske komunikacije i poštansku djelatnost (2020): Informacija o stanju tržišta elektronskih komunikacija za februar 2020. godine.
- Akkar S. and Bommer J.J. (2010): Empirical equations for the prediction of PGA, PGV and spectral accelerations in Europe, the Mediterranean region and the Middle East. *Seismol. Res. Lett.*, 81, no. 1, 195-206.
- Albini P. and Rovida A. (2016): From written records to seismic parameters: the case of the 6 April 1667 Dalmatia earthquake. *Geoscience Letters*, (2016) 3:30.
- Albini P. (2015): The Great 1667 Dalmatia Earthquake - An In-Depth Case Study. Springer, ISBN 978-3-319-16207-2.
- Ambraseys N. N., Douglas J., Sarma S. K., and Smit P. M. (2005): Equations for the estimation of strong ground motions from shallow crustal earthquakes using data from Europe and the Middle East: Horizontal peak ground acceleration and spectral acceleration. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 3(1), 1-53.
- Anderson J. C. and Trifunac M.D. (1980): Application of Seismic Risk Procedures to Problems in Microzonation. Publ. Civil Eng. USC, Los Angeles.
- ATC-13 (1985): Earthquake Damage Evaluation Data for California, Report ATC-13, Applied Technology Council, Redwood City, CA.
- ATC-21-1 (1989): Applied Technology Council Seismic Evaluation of Existing Buildings: Supporting Documentation, ATC-22-1. Redwood City, California.
- ATC-25 (1991): ATC-25 Seismic Vulnerability and Impact of Disruption of Lifelines in the Conterminous United States. Applied Technology Council, California, USA.
- Atkinson G. and Kaka S. (2007): Relationships between Felt Intensity and Instrumental Ground Motion in the Central United States and California. *BSSA*, Vol. 97, No. 2, pp. 497–510.
- Berge-Thierry, Cotton F. and Scotti O. (2003): New Empirical Response Spectral Attenuation Laws for Moderate European Earthquakes. *Journal of Earthquake Engineering*, Imperial College Press, Vol. 7, No. 2, pp. 193-222.
- Biglari M. and Formisano A. (2020): Damage Probability Matrices and Empirical Fragility Curves From Damage Data on Masonry Buildings After Sarpol-e-zahab and Bam Earthquakes of Iran. *Frontiers in Built Environment*, Volume 6, Article 2
- Bindi D., Luzi L. Pacor F., Sabetta F. and MASSA M. (2009): Towards a new reference ground motion prediction equation for Italy: update of the Sabetta-Pugliese (1996). *Bull. Earthquake Engineering*.
- Blanquera A. (1999): Evaluation of Structural Earthquake Damage to Buildings in Southwestern British Columbia. PhD thesis, the University of British Columbia.
- Boore D.M. and Atkinson G.M. (2008): Groundmotion prediction equations for the average horizontal component of PGA, PGV, and 5%-damped PSA at spectral periods between 0.01 s and 10.0 s: *Earthquake Spectra*, v. 24, p. 99–138.

- BSHAP (2011): NATO SfP Project “Harmonization of seismic hazard maps for the Western Balkan Countries” - Final Report, dec. 2011.
- Cauzzi, C. and Faccioli, E. 2008. Broadband (0.05 to 20 s) prediction of displacement response spectra based on worldwide digital records. *Journal of Seismology*, 12(4), 453–475.
- Cavaleri F., Franchin P. and Pinto P. (2014): Chapter 6 - Fragility Functions of Electric Power Stations. In SYNER-G: Typology Definition and Fragility Functions for Physical Elements at Seismic Risk - Buildings, Lifelines, Transportation Networks and Critical Facilities. Springer Dordrecht Heidelberg New York London.
- Chen Q., Chen Y., Liu J. and Chen L. (1997): Quick and Approximate Estimation of Earthquake Loss Based on Macroscopic Index of Exposure and Population Distribution. *Natural Hazards* 15: 217–229.
- Coburn A. and Spence R. (2002): *Earthquake Protection*, Second Edition. John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 0-471-49614-6.
- Coburn A., Pomonis A. and Spence R. (1992): Factors determining human casualty levels in earthquakes: mortality prediction in building collapse. 10th World Conference on Earthquake Engineering, Madrid.
- Crespo, M. J. and Martin, J. (2002): “The use of zoneless method in four LNG sites in Spain”, in 12th European Conference on Earthquake Engineering, September 9-13, 2002, Paper Ref. 306, pub. By Elsevier Science Ltd.
- Ćosić M. i Folić R. (2015): Analiza performansi oštećenih objekata, primenom scenarija povezanih nelinearnih analiza i koeficijenta oštećenja. *Građevinski materijali i konstrukcije* 58 (2015) 3 (3-27).
- Dalguer L., Fukushima Y., Irikura K. and Wu C. (2017): Best Practices in Physics-based Fault Rupture Models for Seismic Hazard Assessment of Nuclear Installations. *Pure and Applied Geophysics (PAGEOPH)*, Volume 174, No. 9.
- Ding B., Du K., Sun J. and Luo H. (2017): Study On Relationships Between Macroseismic Intensity and Peak Ground Acceleration, Peak Ground Velocity in China. 16th World Conference on Earthquake Engineering, 16WCEE.
- Earthquake Engineering Research Institute - EERI (1980): “Montenegro, Yugoslavia Earthquake, April 15, 1979”. Reconnaissance Report, November 1980.
- Erdik M., Sesetyan K., Demircioglu M., Zulfikar C., Hancılar U., Tuzun C. and Harmandar E. (2014): Rapid Earthquake Loss Assessment After Damaging Earthquakes – Chapter 2. In *Perspectives on European Earthquake Engineering and Seismology*, editor Atilla Ansa, Volume 1, Springer, ISBN 978-3-319-07117-6.
- Eurokod 8 - MEST EN 1998-1:2015/NA (2015): Projektovanje seizmički otpornih konstrukcija - Dio 1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade. Institut za standardizaciju Crne Gore.
- Faenza L. and Michelini A. (2010): Regression analysis of MCS intensity and ground motion parameters in Italy and its application in ShakeMap. *Geophys. J. Int.* 180, 1138–1152.
- Fasan M. (2019): Relate macroseismic intensity (EMS-98) to ground-motion parameters. Research and Development Program on Seismic Ground Motion, Σ IGMA2.
- Frankel, A. D. (1995): Mapping seismic hazard in the Central and Eastern United States. *Seismological Research Letters*, V. 66, No. 4, pp. 8-21.
- Frolova N., Larionov V., Bonnín J., Sushchev S., Ugarov A. and Kozlov M. (2016): Loss caused by earthquakes: rapid estimates. Published online: 10 Nov. 2016, *Nat. Hazards*, DOI 10.1007/s11069-016-2653-x.
- Giovinazzi S. and Lagomarsino S. (2004): A Macroseismic Method for the Vulnerability Assessment of Buildings. 13th World Conference on Earthquake Engineering Vancouver, B.C., Canada, August 1-6, 2004, Paper No. 896.
- Glavatović B. (2019): Konferencija “Četrdeset godina od katastrofalnog zemljotresa u Crnoj Gori” u organizaciji CANU, Ministarstva održivog razvoja i turizma, Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju i Geološkog zavoda. Hotel “Ramada”, Podgorica, 15. april 2019.
- Glavatović B., Vučić Lj., D'Agostino N., D'Anastasio E., Selvaggi G. (2011): Strain accumulation in Montenegro using GPS measurements. AGU Fall Meeting 5-9 December 2011, San Francisco, California.
- Glavatović B. (1998): Model seizmogeneze i seizmički hazard južnih Dinarida. Zbornik radova sa I Kongresa geofizičara Jugoslavije, Beograd, 19.-20. novembar 1998.
- Glavatović B. (1997): Naponsko polje južnih Dinarida i seizmotektonske konsekvence. “Istraživanja”, br. 1, časopis za naučna istraživanja u građevinarstvu i sro – dnim oblastima, Građevinski fakultet Unive – rziteta Crne Gore.

- Glavatović B. (1988): Određivanje položaja Mohorovičićeve granice inverzijom regionalne komponente Bouguerove anoma—lije uz primjenu QR-algoritma i spline-interpolacije. *Acta Seismologica Iugoslavica*, No. 14.
- Glavatović B. (1985): Izvještaj o seizmičnosti reona Drpe Mandića u Podgorici. Republički seizmološki zavod Crne Gore, stručna arhiva.
- Glavatović B. (1983): Metoda proračuna magnitude lokalnih zemljotresa na osnovu trajanja i amplitudnog nivoa seizmolog signala. *Acta Seismologica Iugoslavica*, No. 9.
- Global CMT Catalogue (2021): Global Centroid Moment Tensor Earthquake Catalogue, International Seismological Center (ISC), Newbery, GB.
- Gomez-Capera A., D'Amico M., Lanzano D., Locati M. and Santulin M. (2020): Relationships between ground motion parameters and macroseismic intensity for Italy. *Bulletin of Earthquake Engineering* (2020) 18:5143–5164.
- Grünthal G. (editor) (1998): European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). Luxembourg: Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie.
- Guagenti E. and Petrini V. (1989): The case of ancient constructions: toward a new damage-intensity law. *Proc. of the 4th National Conference of Seismic Engineering*, Milan, 1989; Vol. I, pp: 145-153.
- HAZUS99 (1999): FEMA: HAZUS99 Technical Manual, Federal Emergency Management Agency, Washington, DC.
- Housner G. M., 1970. *Ground Motion Earthquake Engineering*. R. Wiegel, editor, Prentice-Hall.
- Institut za standardizaciju (2014): Karte seizmičkog hazarda Crne Gore (dio za šire područje opštine Podgorica) - grafički aneks Eurokoda MEST EN1998-1.
- IZIS (1984): Studija za ocjenu očekivane povredljivosti i seizmičkog rizika razvijena na osnovu istraživanja efekata zemljotresa od 15. aprila 1979. godine u SR Crnoj Gori (SFR Jugoslavija) - Prostorni plan Crne Gore 1984.-2000.
- IZIS (1986): Karta seizmičke mikroneonizacije urbanog područja Titograd, razmjere 1:5.000.
- Jaiswal K. and Wald D. (2008): Creating a global building inventory for earthquake loss assessment and risk management. U.S. Geological Survey Open-File Report 2008–1160.
- Jaiswal K., Wald D., Earle P., Porter P. and Hearne M. (2009a): Earthquake Casualty Models Within the USGS Prompt Assessment of Global Earthquakes For Response (PAGER) System. Second International Workshop on Disaster Casualties 15-16 June 2009, University of Cambridge, UK.
- Jaiswal K., Wald D. and Hearne M. (2009b): Estimating Casualties for Large Earthquakes Worldwide Using an Empirical Approach. US Geological Survey Open-File Report 2009–1136.
- Jaiswal K. and Wald D. (2010): An Empirical Model for Global Earthquake Fatality Estimation. *Earthquake Spectra*, Volume 26, No. 4, pages 1017–1037.
- Jaiswal K., Wald D. and D'Ayala D. (2011): Developing Empirical Collapse Fragility Functions for Global Building Types. *Earthquake Spectra*, Volume 27, No. 3, pages 775–795.
- Janković S. (2014): Osnove seizmičkog planiranja i projektovanja za inženjere arhitekture i građevine. AGM knjiga.
- Joyner, W. B., & Boore, D. M. (1981): Peak horizontal acceleration and velocity from strong motion records including records from the 1979 Imperial Valley, California, earthquake. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 71(6), 2011-2038.
- Kappos A. (2007): Seismic vulnerability and risk assessment of urban habitat in Southern European cities. Keynote lecture Urban Habitat Constructions under Catastrophic Events Workshop (COST C26), Prague, 115-129.
- Kappos A., Stylianidis C. and Pitilakis K. (1998). Development of seismic risk scenarios based on a hybrid method of vulnerability assessment. *Nat. Hazards*, 17(2): 177-192.
- Karnik V. (1968): Seismicity of the European area. Part 1 (1900-1955), Praha, 362 p.
- Karnik V. (1971): Seismicity of the European area. Part 2 (1801-1900), Praha, 218 p.
- Katalog mehanizama zemljotresa Seizmološkog zavoda Crne Gore (2017): Seizmološki zavod Crne Gore, Podgorica.
- Kircher C., Whitman R. and Holmes W. (2006): HAZUS Earthquake Loss Estimation Methods. Part of the "Natural Hazards Review", Vol. 7, No. 2, May 1, 2006©ASCE, ISSN 1527-6988/2006/2-45-59/.
- Kramer S. L. (1996): *Geotechnical earthquake engineering*. Prentice Hall, Upper Saddle River, N. J.

- Lagomarsino S. and Cattari S. (2014): SYNER-G: Chapter 5 Fragility Functions of Masonry Buildings. In Typology Definition and Fragility Functions for Physical Elements at Seismic Risk - Buildings, Lifelines, Transportation Networks and Critical Facilities. Editors: Ptilakis K, Croweley H and Kaynia A.
- Lapajne, J., Šket-Motnikar, B., Zabukovec, B., Zupancic, P. (1997): "Preliminary Seismic Hazard maps of Slovenia", *Natural Hazards*, Vol. 1, 14, Nos.2-3, pp. 155 – 164.
- Lapajne, J., Šket Motnikar, B., Zupančič, P. (2003): "Probabilistic Seismic Hazard Assessment Methodology for Distributed Seismicity", *Bull. Seism. Soc. Am.* 93, No. 6, pp. 2502-2515.
- Lomnitz C. and Rosenblueth E. (1976): *Seismic Risk and Engineering Decisions - Developments in Geotechnical Engineering*. Elsevier Scientific Publishing Company.
- Lund W. (2012): Recommendations to the U.S. Geological Survey National Seismic Hazard Mapping Program For The 2014 Update of the National Seismic Hazard Maps. U.S. Geological Survey, and the Utah Geological Survey.
- Lupoi A., Cavalieri F. and Franchin P. (2014): Component Fragilities and System Performance of Health Care Facilities - Chapter 12 in SYNER-G: Typology Definition and Fragility Functions for Physical Elements at Seismic Risk, Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering 27. Springer Science+Business Media.
- Majd A. and Văcăreanu R. (2019): State of art regarding to quantify the consequences associated with building response to an earthquake shaking. Published by EDP Sciences - E3S Web Conf. Volume 85.
- Martin, C., Secanell, R., Combes, Ph., Lignon, G. (2002): "Preliminary Probabilistic Seismic Hazard Assessment of France", in "12-th European Conference on Earthquake Engineering", Paper Ref. 870, pub. By Elsevier Science Ltd.
- McCornack T. and Rad N. (1997): An Earthquake Loss Estimation Methodology for Buildings Based on ATC-13 and ATC-21. *Earthquake Spectra*, vol. 13, No. 4.
- Menke W. (2018): *Geophysical Data Analysis - Discrete Inverse Theory* (Fourth edition). Academic Press, Elsevier.
- Mirković M. (1997): Strukturno-tektonska karta Crne Gore 1:200.000 i Tumač za strukturno-tektonsku kartu Crne Gore, Zavoda za geološka istraživanja, Podgorica.
- Molina S., Lang D. and Lindholm C. (2009): SELENA – An open-source tool for seismic risk and loss assessment using a logic tree computation procedure. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.cageo.2009.07.006.
- MONSTAT (2011): Prvi rezultati Popisa stanovništva, domaćinstava i stanova u Crnoj Gori. Zavod za statistiku Crne Gore.
- MONSTAT (2021): Statistički godišnjak za 2021. godinu: Pregled po opštinama. Zavod za statistiku Crne Gore.
- Murphy J. and O'Brien L. (1977): The correlation of peak ground acceleration amplitude with seismic intensity and other physical parameters. *Bull. Seism. Soc. Am.* 67, 877-915.
- Musson R., Grünthal G. and Stucchi M. (2010): The comparison of macroseismic intensity scales. *Journal of Seismology* 14:413–428.
- Nacionalni plan zaštite i spašavanja od klizišta i odrona (2020): Vlada Crne Gore.
- NERA (2014): NERA - Network of European Research Infrastructures for Earthquake Risk Assessment and Mitigation. Report D7.2 State of the Knowledge of Building Inventory Data in Europe. Seventh Framework Programme EC project number: 262330.
- Nigam N. and Jennings P. (1968): Digital Calculation of Response Spectra from Strong Motion Earthquake Records. Cal. Institute of Technology. Earthquake res. Lab., June 1968.
- Oliveira C., Roca A. and Goula X. (editors) (2008): *Assessing and Managing Earthquake Risk - Geo-scientific and Engineering Knowledge for Earthquake Risk Mitigation: developments, tools, techniques*. Springer.
- Panza G.F. (2006): A scenario-based procedure for seismic risk analysis - Seismic Hazard in Asia. *Engineering Geology* 88 (2006) 1–22.
- Papazachos B. C., Scordilis E. M., Panagiotopoulos D. G., Papazachos C. B., and Karakaisis G. F (2004): Global Relations Between Seismic Fault Parameters and Moment Magnitude Of Earthquakes. *Bulletin of the Geological Society of Greece* vol. XXXVI, 2004.
- Pavićević B. (2000): Aseizmičko projektovanje i upravljanje zemljotresnim rizikom. Univerzitet Crne Gore i Građevinski fakultet, Podgorica.

- Porter, K., Jaiswal K., Wald D.J., Greene M. and Comartin C. (2008): WHE-PAGER Project: A new initiative in estimation global building inventory and its seismic vulnerability Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering Beijing, China.
- PUP Glavnog grada (2014): Prostorno-urbanistički plan Glavnog grada Podgorica, do 2025. godine. Glavni grad Podgorica.
- Reiner R.B. (1977): Deconvolution of Seismic Response for Linear Systems. EERC 73-10, Univ. of California, Berkeley.
- Richart F.E., Hall J.R., Stokoe K.H. (1970): Vibration of Soils and Foundations. Prentice-Hall.
- Radusinović S. i Pajović M. (2005): Studija "Povezanost geološke građe sa mogućim nastankom katastrofa i hazarda na teritoriji Crne Gore"; FSD Zavod za geološka istraživanja, Podgorica.
- Scawthorn C. (2011): Disaster Casualties – Accounting for Economic Impacts and Diurnal Variation - Chapter 4 in Human Casualties in Earthquakes, Advances in Natural and Technological Hazards Research v.29, Springer Science.
- SHARE (2010-2013): Project „Seismic Hazard Harmonization in Europe“ - Collaborative Project in the Cooperation programme of the Seventh Framework Program of the European Commission.
- Shinji T., Ross S., Volkan S. and Jian L. (2011): Coulomb 3.3 Graphic-Rich Deformation and Stress-Change Software for Earthquake, Tectonic, and Volcano Research and Teaching. Open-File Report 2011-1060.
- Sović I. (2018): Modeliranje atenuacije makroseizmičkog intenziteta. Doktorski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Geofizički odsjek, Zagreb.
- Spence R. (2007): Earthquake Disaster Scenario Prediction and Loss Modelling for Urban Areas. In LESSLOSS – Risk Mitigation For Earthquakes And Landslides , LESSLOSS Report No. 2007/07.
- SYNER-G (2014): Typology Definition and Fragility Functions for Physical Elements at Seismic Risk: - Buildings, Lifelines, Transportation Networks and Critical Facilities. Springer.
- SYNER-G (2011): Fragility functions for roadway elements (D3.7) - in Systemic Seismic Vulnerability and Risk Analysis for Buildings, Lifeline Networks and Infrastructures Safety Gain (SYNER-G).
- SYNER-G (2009): Fragility functions for common masonry building types in Europe (D3.2) - in Systemic Seismic Vulnerability and Risk Analysis for Buildings, Lifeline Networks and Infrastructures Safety Gain (SYNER-G).
- Tiedemann H. (1992): Earthquakes and Volcanic Eruptions - A Handbook on Risk Assessment. Swiss Reinsurance Company. Zurich, Switzerland.
- Trendafiloski G., Wyss M., and Rosset P. (2011): Loss Estimation Module in the Second Generation Software QLARM - Chapter 7 in Human Casualties in Earthquakes, Advances in Natural and Technological Hazards Research v.29, Springer Science.
- Tumač geološke karte 1:100 000, za listove Titograd, Kotor, Bar, Gusinje, Ivangrad i Šavnik (1971): Savezni geološki zavod, Beograd.
- Tyagunov S. (2011): Seismic vulnerability and seismic risk assessment. International Training Course on Seismology, Seismic Data Analysis, Hazard Assessment and Risk Mitigation. GeoForschungsZentrum (GFZ) - Potsdam, Germany.
- Tyagunov S., Grunthal G, Wahlstrom R., Stempniewski L. and Zschau J. (2006): Seismic risk mapping for Germany. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 6, 573-586.
- UAE (2018): United Arab Emirates: Emergency Evacuation and Sheltering. National Emergency, Crisis and Disaster Management Authority.
- Vučić Lj. i Glavatović B. (2014a): Determinisanje seizmičkih parametara u crnogorskom Nacionalnom aneksu Eurokoda nMEST EN 1998-1: 2014 (seizmički hazard, spektri odgovora, klasifikacija tla). Institut za standardizaciju Crne Gore, Podgorica.
- Vucic Lj. and Glavatovic B. (2014b): Mapping of active faults based on the analysis of high-resolution seismic reflection profiles in offshore Montenegro. Geophysical Research Abstracts Vol. 16, EGU2014-757, 2014 EGU General Assembly 2014.
- Vukićević B. (2003): Građevinski rečnik (englesko-srpski i srpsko-engleski) sa 50.000 terminoloških jedinica. Beograd.
- Wells D. and Coppersmith K. (1994): New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 84, No. 4, pp. 974-1002.

- Woo, G. (1996): Kernel Estimation Methods for Seismic Hazard Area Source Modeling. *Bull. Seism. Soc. Am.*, Vol. 86, No. 2, pp. 353-362.
- World Bank (1995): *World Development Report 1994: Infrastructure for Development*, Oxford University Press.
- Yaghmaei-Sabegh S., Tsang H. and Lam N. (2011): Conversion between Peak Ground Motion Parameters and Modified Mercalli Intensity Values. *Journal of Earthquake Engineering*, 15:1138–1155.
- Yoshida N. (2015): *Seismic Ground Response Analysis*. Springer Dordrecht Heidelberg New York London.
- Yuko K. (2010): Slip-Length Scaling Law for Strike-Slip Multiple Segment Earthquakes Based on Dynamic Rupture Simulations. *Bulletin of the Seismological Society of America* 100(2): 473-481.
- Zou H. (2014): *Practical Seismic Data Analysis*. Cambridge University Press.
- Zare M. (2016): Recent development of the earthquake strongmotion-intensity catalog and intensity prediction equations for Iran. Springer Science+Business Media Dordrecht 2016.
- Zuccaro G. and Cacace F. (2011): Seismic Casualty Evaluation: The Italian Model, an Application to the L'Aquila 2009 Event – Chapter 12 in *Human Casualties in Earthquakes, Advances in Natural and Technological Hazards Research v.29*, Springer Science.

II DOKUMENTA PLANA ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

1. Mjere zaštite i spašavanja od zemljotresa

Mjere zaštite i spašavanja predstavljaju organizovane radnje i postupke koje pripremaju i sprovode državni organi, organi lokalne uprave, lokalne samouprave, privredna društva, druga pravna lica i preduzetnici, u cilju blagovremenog reagovanja i sprovođenja aktivnosti prije zemljotresa, kao i na otklanjanju posledica nastalih u slučaju pojave zemljotresa.

Mjere zaštite i spašavanja od zemljotresa su brojne i mogu se podijeliti na više načina. Jedna od podjela bila bi na: strukturne i nestrukturne.

Pod strukturnim mjerama podrazumijeva se izvođenje radova u skladu sa važećim propisima u cilju sprečavanja štetnog dejstva od zemljotresa. Pod ovim mjerama podrazumijeva se izvođenje svih infrastrukturnih radova kao što su: izgradnja podzida i nasipa na putevima i željezničkim prugama, stambena izgradnja u skladu sa prostornim i detaljnim urbanističkim planovima, izgradnja objekata niskogradnje vodeći računa o seizmičnosti područja u kojoj se gradi, instalacija sistema za obavještanje i uzbunjivanje...

Nestrukturne mjere predstavljaju skup mjera i aktivnosti čijom primjenom se preventivno djeluje na smanjenje rizika od zemljotresa. Kontinuirana edukacija djece u školama različitog uzrasta, upoznavanje svih građana sa načinom evakuacije i evakuacionim mjestima, usvajanje i donošenje PUP-a i DUP-a, uspostavljanje Opštinskog tima za zaštitu i spašavanje, donošenje strategija i planova koji se bave problematikom DRR-a (Disaster risk reduction) neke su od mjera koje se mogu preduzeti.

Osim ove podjele, značajna je i podjela mjera u grupe: preventivne, operativne i postoperativne (sanacione).

Preventivne mjere zaštite predstavljaju aktivnosti koje se donose prije samog zemljotresa i mogu biti primarne i sekundarne. Primarne mjere su izrada adekvatnih urbanističkih planova, projektovanje objekata i izgradnja infrastrukture u skladu sa propisima, izrada karata i mapa seizmičke rejonizacije, izrada mapa hazarda i rizika.. Sekundarne mjere podrazumijevaju uspostavljanje sistema praćenja i ranog upozorenja na zemljotrese, kao što su razmjena informacija, uspostavljanje jedinstvenih obavještenja i uzbunjivanja..

Operativne mjere su aktivnosti koje se preduzimaju neposredno nakon zemljotresa, kao što su: aktiviranje organa rukovođenja zaštitom i spašavanjem, akcije pružanja pomoći građanima, spašavanja iz ruševina, pružanje prve pomoći, evakuaciju i zbrinjavanje povrijeđenih... Ove aktivnosti sprovode specijalno obučeni timovi koji su prethodno prošli obuku za reagovanje u ovakvim situacijama.

Sanacione mjere se preduzimaju nakon realizacije prethodno navedenih mjera. Nakon teških hazarda, pput zemljotresa ovo podrazumijeva angažovanje teške mehanizacije na uklanjanju materijala urušenih objekata. Ove mjere podrazumijevaju sanaciju infrastrukture (putne, vodovodne, elektroprenosne, kanalizacione, PTT...).

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

1.1. Stambeno-poslovni objekti

Mjere zaštite i spašavanja od zemljotresa za stambeno-poslovne objekte se mogu klasifikovati na sledeći način:

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioci aktivnosti |
|------------|---------------------|--|---|
| PRVA FAZA | PREVENTIVNA ZAŠTITA | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspekcijski nadzor prilikom gradnje novih objekata; - Izrada PUP-a i DUP-a i definisanje zona gradnje u skladu sa pravilima struke, stabilnosti i pogodnosti terena za urbanizaciju; - Izrada baze podataka o broju i stanju stambenih objekata; - Izrada baze podataka o ugroženim kategorijama stanovništva (lica sa invaliditetom i posebnim potrebama); - Definisanje putava evakuacije; - Izrada uputstava za evakuaciju i zbrinjavanje; - Edukacija stanovništva; - Formiranje baze podataka sa podacima predsjednika mjesnih zajednica i predstavnicima stanara u zgradama; - Opštim aktom utvrditi mjere za smanjenje rizika od katastrofa; - Obučiti zaposlene za bezbjedan rad; - Izraditi elaborat o procjeni rizika radnih mjesta u poslovnim objektima. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Uprava za inspekcijske poslove – Odsjek za inspekcijsko građevinarstvo 2. MUP – Direktorat za zaštitu i spašavanje 3. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 4. Sekretarijat za planiranje i uređenje porstora i zaštitu životne sredine; 5. Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma. |
| DRUGA FAZA | SPAŠAVANJE | <ul style="list-style-type: none"> - Organizacija, rukovođenje i koordiniranje akcijama zaštite i spašavanja; - Zasjedanje Opštinskog tima za zaštitu i spašavanje; - Angažovanje operativnih jedinica na pretrazi terena i spašavanju iz ruševina; - Pružanje pomoći ugroženom i nastradalom stanovništvu; - Evakuacija iz stambenih objekata; - Prihvat, smještaj i zbrinjavanje ljudi na mjestima predviđenim za evakuaciju; - Održavanje javnog reda i mira. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. MUP - Direktorat za zaštitu i spašavanje 3. Služba zaštite i spašavanja 4. Specijalističke jedinice 5. Preduzetne jedinice 6. Jedinica za gašenje požara iz vazduha (avio-helikopterska jedinica) 7. Hitna pomoć 8. KBC CG – Urgentni centar 9. Dom zdravlja 10. Crveni krst Glavnog grada 11. Uprava policije - Stanica policije Podgorica 12. Vojska Crne Gore |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|-------------------|------------------------------|---|--|
| TREĆA FAZA | OTKLANJANJE POSLEDICA | <ul style="list-style-type: none"> - Osposobljavanje objekata za stanovanje; - Uklanjanje ruševina i nestabilnih građevina; - Obezbeđivanje prohodnosti puteva u skladu sa prioritetima (do zdravstvenih ustanova i evakuacionih mjesta); - Sanacija vodovodne, elektro i telekomunikacione mreže; - Obezbeđivanje prijema i skladištenja međunarodne pomoći; - Procjena štete; - Održavanje javnog reda i mira. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. MUP - Direktorat za zaštitu i spašavanje 3. Služba zaštite i spašavanja 4. Hitna pomoć 5. KBC CG – Urgentni centar 6. Dom zdravlja 7. Crveni krst Glavnog grada 8. DOO „Vodovod i kanalizacija” 9. DOO „Komunalno” 10. CEDIS DOO Podgorica 11. Društva za telekomunikacione usluge 12. Uprava policije - Stanica policije Podgorica 13. Komisija za procjenu štete |
|-------------------|------------------------------|---|--|

1.2. Industrijski i privredni objekti

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioци aktivnosti |
|------------------|----------------------------|---|---|
| PRVA FAZA | PREVENTIVNA ZAŠTITA | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada planova zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspekcijски nadzor prilikom gradnje novih industrijskih i privrednih objekata; - Izrada PUP-a i DUP-a i definisanje zona gradnje u skladu sa pravilima struke, stabilnosti i pogodnosti terena za urbanizaciju; - Izrada baze podataka o svim industrijskim i poslovnim objektima; - Definisanje puteva evakuacije; - Izrada uputstava za evakuaciju i zbrinjavanje; - Edukacija zaposlenih; - Redovna kontrola protivpožarne zaštite i sistema za gašenje požara koji se mogu javiti kao posledica zemljotresa; - Uspostavljanje rezervnog napajanja električnom energijom; - Opštim aktom utvrditi mjere za smanjenje rizika od katastrofa; - Izraditi elaborat o procjeni rizika radnih mjesta u poslovnim objektima. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Uprava za inspekcijске poslove – Odsjek za inspekcijско građevinarstvo 2. MUP – Direktorat za zaštitu i spašavanje 3. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 4. Sekretarijat za planiranje i uređenje porstora i zaštitu životne sredine 5. Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma |

| | | | |
|---|--|---|--|
| <p style="text-align: center;">DRUGA FAZA</p> | <p style="text-align: center;">SPAŠAVANJE</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Zasijedanje Opštinskog tima za zaštitu i spašavanje; - Organizacija, rukovođenje i koordiniranje akcijama zaštite i spašavanja; - Angažovanje operativnih jedinica na pretrazi terena i spašavanju iz ruševina; - Pružanje pomoći ugroženom i nastradalom stanovništvu u objektima; - Evakuacija iz industrijskih i privrednih objekata prema planu evakuacije; - Prihvat, smještaj i zbrinjavanje ljudi na mjestima koja su predviđena za evakuaciju. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Preduzetna jedinica društva (ako postoji) 2. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 3. MUP - Direktorat za zaštitu i spašavanje 4. Služba zaštite i spašavanja 5. Hitna pomoć 6. KBC CG – Urgentni centar 7. Dom zdravlja 8. Crveni krst Glavnog grada 9. Operativne jedinice za zaštitu i spašavanje 10. Uprava policije - Stanica policije Podgorica 11. Vojska Crne Gore |
| <p style="text-align: center;">TREĆA FAZA</p> | <p style="text-align: center;">OTKLANJANJE POSLEDICA</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Uklanjanje ruševina i nestabilnih građevina; - Uspostavljanje prohodnosti prilaznih puteva; - Sanacija vodovodne, elektro i telekomunikacione mreže; - Procjena štete; - Održavanje javnog reda i mira; - Ponovno uspostavljanje djelatnosti privrednih subjekata. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Menadžment i vlasnici privrednih subjekata 2. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 3. Služba zaštite i spašavanja 4. MUP - Direktorat za zaštitu i spašavanje 5. Hitna pomoć 6. Dom zdravlja 7. KBC CG – Urgentni centar 8. Crveni krst Glavnog grada 9. DOO „Vodovod i kanalizacija” 10. DOO „Komunalno” 11. CEDIS DOO Podgorica 12. CGES AD 13. Društva za telekomunikacione usluge 14. Uprava policije - Stanica policije Podgorica 15. Komisija za procjenu štete. |

1.3. Kritična infrastruktura

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioci aktivnosti |
|------------|---------------------|---|---|
| PRVA FAZA | PREVENTIVNA ZAŠTITA | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspekcijski nadzor prilikom gradnje novih industrijskih i privrednih objekata; - Redovna kontrola inspektora MUP – a, Direktorata za zaštitu i spašavanje; - Izrada baze podataka o lica sa invaliditetom i posebnim potrebama; - Definisanje puteva evakuacije i redovno izvođenje vježbi evakuacije; - Izrada uputstava za evakuaciju i zbrinjavanje zaposlenih; - Instaliraje Sistema rezervnog napajanja električnom energijom; - Kontinuirano održavanje postrojenja i ukazivanje na nedostatke u cilju otklanjanja istih; - Opštim aktom utvrditi mjere za smanjenje rizika od katastrofa; - Izraditi elaborat o procjeni rizika radnih mjesta. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Menadžment, uprava ili drugo rukovodno tijelo zaduženo za kontinuirano funkcionisanje objekata ili mreže 2. Vlada Crne Gore – nadležno ministarstvo 3. Glavni grad Podgorica 4. DOO „Komunalno” 5. DOO „Vodovod i kanalizacija” 6. CEDIS DOO Podgorica 7. CGES AD 8. Društva za telekomunikaciju 9. Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma. |
| DRUGA FAZA | SPAŠAVANJE | <ul style="list-style-type: none"> - Zasjedanje Opštinskog tima za zaštitu i spašavanje; - Organizacija, rukovođenje i koordiniranje akcijama zaštite i spašavanja u saradnji sa Operativnim štabom MUP-a i Koordinacionim tijelom Vlade Crne Gore; - Angažovanje operativnih jedinica na pretrazi terena i spašavanju iz ruševina; - Pružanje pomoći ugroženim i nastradalim u objektima; - Evakuacija iz objekata prema planu evakuacije; - Prihvat, smještaj i zbrinjavanje ljudi na mjestima predviđenim za evakuaciju. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Preduzetna jedinica nadležne institucije 2. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 3. Operativni štab MUP-a 4. Služba zaštite i spašavanja 5. Hitna pomoć 6. KBC CG – Urgentni centar 7. Dom zdravlja 8. Crveni krst Glavnog grada 9. Operativne jedinice za zaštitu i spašavanje 10. Koordinaciono tijelo Vlade Crne Gore 11. Uprava policije - Stanica policije Podgorica 12. Vojska Crne Gore |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|-------------------|------------------------------|--|--|
| TREĆA FAZA | OTKLANJANJE POSLEDICA | <ul style="list-style-type: none"> - Saniranje objekata kritične infrastrukture; - Uklanjanje ruševina i nestabilnih djelova građevine; - Uspostavljanje prohodnost prilaznih puteva; - Sanacija vodovodne, elektro i telekomunikacione mreže; - Procjena štete; - Održavanje javnog reda i mira; - Ponovno uspostavljanje funkcionisanja objekata kritične infrastrukture. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Menadžment ili određena nadležna institucija kritične infrastrukture 2. Preduzetna jedinica 3. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 4. Operativni štab MUP-a 5. Koordinaciono tijelo Vlade Crne Gore 6. Vojska Crne Gore 7. Crveni krst Glavnog grada 8. DOO Vodovod i kanalizacija 9. DOO Komunalno 10. Uprava policije - Stanica policije Podgorica 11. CEDIS DOO Podgorica 12. CGES AD 13. Dom zdravlja Podgorica 14. KBC CG 15. Komisija za procjenu šteta |
|-------------------|------------------------------|--|--|

1.4. Obrazovni objekti i ustanove

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioци aktivnosti |
|------------------|----------------------------|--|---|
| PRVA FAZA | PREVENTIVNA ZAŠTITA | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspekcijski nadzor prilikom gradnje novih objekata za obrazovanje; - Izrada baze podataka o broju djece i odraslih u objektima obrazovanja; - Uspostavljanje baze podataka o ugroženim kategorijama (lica sa invaliditetom i posebnim potrebama); - Izrada planova evakuacije; - Izrada uputstava za evakuaciju i zbrinjavanje; - Edukacija zaposlenih; - Kontinuirana realizacija vježbi evakuacije; - Redovna kontrola protiv-požarne zaštite i sistema za gašenje požara koji se mogu javiti kao posljedica zemljotresa; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Uprave predškolskih ustanova, osnovnih i srednjih škola na teritoriji Podgorice 2. Roditelji maloljetne djece 3. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 4. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 5. Ministarstvo prosvjete 6. Sekretarijati i službe lokalne uprave |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|-------------------|------------------------------|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Uspostavljanje sistema rezervnog napajanja električnom energijom u obrazovnim objektima; - Opštim aktom utvrditi mjere na smanjenju rizika od katastrofa; - Obučiti zaposlene za bezbjedan rad; - Izraditi elaborat o procjeni rizika radnih mjesta. | <p>7. Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma</p> |
| DRUGA FAZA | SPAŠAVANJE | <ul style="list-style-type: none"> - Organizacija rukovođenja i koordiniranja spasilačkim akcijama na terenu; - Angažovanje operativnih jedinica; - Angažovanje potrebnog ljudstva i sredstava privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika; - Evakuacija učenika i zaposlenih iz objekata u skladu sa planom evakuacije; - Prihvat, smještaj i zbrinjavanje ljudi na mjestima predviđenim za evakuaciju; - Pružanje prve pomoći povrijeđenima; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Služba zaštite i spašavanja 2. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 3. Operativne jedinice 4. Direktor vaspitno-obrazovne ustanove ili drugo ovlašćeno lice 5. Hitna pomoć 6. KBC CG – Urgentni centar 7. Dom zdravlja 8. Crveni krst Glavnog grada 9. Vojska Crne Gore 10. Operativni štab MUP-a 11. Koordinaciono tijelo Vlade Crne Gore |
| TREĆA FAZA | OTKLANJANJE POSLEDICA | <ul style="list-style-type: none"> - Osposobljavanje za rad obrazovnih objekata i ustanova; - Uklanjanje ruševina i nestabilnih građevina; - Sanacija i obezbjeđivanje prohodnosti puteva do navedenih objekata; - Sanacija vodovodne, elektro i telekomunikacione mreže; - Procjena štete; - Održavanje javnog reda i mira; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 3. Služba zaštite i spašavanja 4. Crveni krst Glavnog grada 5. DOO Vodovod i kanalizacija 6. DOO Komunalno 7. CEDIS DOO Podgorica 8. Uprava policije-Stanica policije Podgorica 9. Komisija za procjenu štete 10. Ministarstvo prosvjete |

1.5. Zdravstveni objekti

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioci aktivnosti |
|------------|---------------------|--|--|
| PRVA FAZA | PREVENTIVNA ZAŠTITA | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspekcijski nadzor prilikom gradnje novih zdravstvenih objekata; - Redovna kontrola od strane inspektora MUP-Direktorata za zaštitu i spašavanje; - Izrada baze podataka o broju zaposlenih i broju lica sa invaliditetom i posebnim potrebama; - Definisanje putava evakuacije i redovno sprovođenje vježbi; - Izrada uputstva za evakuaciju i zbrinjavanje zaposlenih; - Instaliranje sistema rezervnog napajanja električnom energijom; - Kontinuirano održavanje objekta, uočavanje i blagovremeno otklanjanje nedostataka; - Opštim aktom utvrditi mjere na smanjenju rizika od katastrofa; - Edukovati zaposlene za bezbjedan rad; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Uprava zdravstvenog objekta 2. Ministarstvo zdravlja 3. Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma 4. Uprava za inspekcijske poslove-Odsjek za inspekciju za građevinarstvo 5. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 6. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 7. Sekretarijat za planiranje i uređenje prostora i zaštitu životne sredine |
| DRUGA FAZA | SPAŠAVANJE | <ul style="list-style-type: none"> - Organizacija, rukovođenje i koordiniranje spasilačkim akcijama na terenu; - Angažovanje operativnih jedinica; - Angažovanje potrebnog ljudstva i sredstava privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika; - Evakuacija zaposlenih iz objekata u skladu sa planom evakuacije; - Prihvat, smještaj i zbrinjavanje ljudi na mjestima predviđenim za evakuaciju; - Pružanje prve pomoći povrijeđenima. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Služba zaštite i spašavanja 2. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 3. Crveni krst Glavnog grada 4. DOO „Vodovod i kanalizacija” 5. DOO „Komunalno” 6. CEDIS DOO Podgorica 7. Uprava policije-Stanica policije Podgorica 8. Komisija za procjenu štete 9. Ministarstvo zdravlja |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|-------------------|------------------------------|---|--|
| TREĆA FAZA | OTKLANJANJE POSLEDICA | <ul style="list-style-type: none"> - Osposobljavanje za rad zdravstvenih objekata i ustanova; - Uklanjanje ruševina i nestabilnih građevina; - Sanacija i obezbjeđivanje prohodnosti puteva do navedenih objekata; - Podizanje privremenih zdravstvenih punktova i ambulanti u slučaju oštećenja objekata primarne i sekundarne zdravstvene zaštite; - Sanacija vodovodne, elektro i telekomunikacione mreže; - Održavanje javnog reda i mira; - Procjena štete. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 3. Služba zaštite i spašavanja 4. Crveni krst Glavnog grada 5. DOO „Vodovod i kanalizacija” 6. DOO „Komunalno” 7. CEDIS DOO Podgorica 8. CGES AD Podgorica 9. Uprava policije–Stanica policije Podgorica 10. Komisija za procjenu štete 11. Ministarstvo zdravlja |
|-------------------|------------------------------|---|--|

1.6. Elektroprivredni objekti i prenosni sistemi

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioци aktivnosti |
|------------------|----------------------------|---|--|
| PRVA FAZA | PREVENTIVNA ZAŠTITA | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada planova zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspekcijski nadzor prilikom gradnje novih elektroprivrednih i distributivnih objekata; - Redovna kontrola od strane inspektora MUP-Direktorata za zaštitu i spašavanje; - Izrada baze podataka o broju zaposlenih i broju lica sa invaliditetom i posebnim potrebama; - Definisanje puteva evakuacije i redovno sprovođenje vježbi; - Izrada uputstva za evakuaciju i zbrinjavanje zaposlenih; - Uspostavljanje sistema rezervnog napajanja električnom energijom; - Kontinuirano održavanje objekta i ukazivanje na nedostatke u cilju otklanjanja istih; - Opštim aktom utvrditi mjere na smanjenju rizika od katastrofa; - Obučiti zaposlene za bezbjedan rad; - Izraditi elaborat o procjeni rizika radnih mjesta. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Uprava, direktor ili drugo odgovorno lice EPCG/CGES/CEDIS 2. Ministarstvo kapitalnih investicija 3. Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma 4. Uprava za inspekcijske poslove-Odsjek za inspekciju za građevinarstvo 5. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 6. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 7. Sekretarijat za planiranje i uređenje prostora i zaštitu životne sredine |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|------------|------------|---|---|
| DRUGA FAZA | SPAŠAVANJE | <ul style="list-style-type: none"> - Isključivanje napona; - Organizacija rukovođenja i koordiniranja spasilačkim akcijama na terenu; - Angažovanje operativnih jedinica; - Angažovanje potrebnog ljudstva i sredstava privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika; - Evakuacija zaposlenih iz objekata u skladu sa planom evakuacije; - Prihvat, smještaj i zbrinjavanje ljudi na mjestima predviđenim za evakuaciju; - Pružanje prve pomoći povrijeđenima. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Preduzetna jedinica EPCG / CEDIS / CGES (ukoliko je ima) 2. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 3. Služba zaštite i spašavanja 4. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 5. Crveni krst Glavnog grada 6. DOO „Vodovod i kanalizacija” 7. DOO „Komunalno” 8. Uprava policije - Stanica policije Podgorica 9. Komisija za procjenu štete |
| | | TREĆA FAZA | OTKLANJANJE POSLEDICA |

1.7. Objekti vodosnabdijevanja i vodovodna mreža

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioци aktivnosti |
|-----------|---------------|---|--|
| PRVA FAZA | SPAŠAVANJE | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Izrada preduzetnih planova; - Inspekcijски nadzor prilikom gradnje novih objekata za vodosnabdijevanje, kao i prilikom izgradnje vodovodne mreže; - Redovna kontrola od strane inspektora MUP-Direktorata za zaštitu i spašavanje; | <ol style="list-style-type: none"> 1. DOO „Vodovod i kanalizacija” 2. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 3. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|----------------------------------|---|---|---|
| <p align="center">PRVA FAZA</p> | <p align="center">PREVENTIVNA ZAŠTITA</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada baze podataka o broju zaposlenih i broju lica sa invaliditetom i posebnim potrebama; - Definisanje putava evakuacije i redovno sprovođenje vježbi; - Izrada uputstva za evakuaciju i zbrinjavanje zaposlenih; - Uspostavljanje sistema rezervnog napajanja električnom energijom na vodoizvorštima koja su sastavni dio vodovodne mreže; - Kontinuirano održavanje objekta, uočavanje i blagovremeno otklanjanje nedostataka; - Opštim aktom utvrditi mjere na smanjenju rizika od katastrofa; - Obučiti zaposlene za bezbjedan rad; - Izraditi elaborat o procjeni rizika radnih mjesta. | <ol style="list-style-type: none"> 4. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede- Direkcija za upravljanje vodama 5. Direkcija za monitoring i evaluaciju 6. Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma |
| <p align="center">DRUGA FAZA</p> | <p align="center">SPAŠAVANJE</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Organizacija rukovođenja i koordiniranja spasilačkim akcijama na terenu; - Angažovanje operativnih jedinica; - Angažovanje potrebnog ljudstva i sredstava privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika; - Evakuacija zaposlenih iz objekata u skladu sa planom evakuacije; - Prihvat, smještaj i zbrinjavanje ljudi na mjestima predviđenim za evakuaciju; - Pružanje prve pomoći povrijeđenima. | <ol style="list-style-type: none"> 1. DOO „Vodovod i kanalizacija” 2. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 3. Služba zaštite i spašavanja 4. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 5. Crveni krst Glavnog grada 6. DOO „Komunalno” 7. Dom zdravlja 8. KBC CG – Urgentni blok 9. Hitna pomoć 10. Uprava policije-Stanica policije Podgorica; |
| <p align="center">TREĆA FAZA</p> | <p align="center">OTKLANJANJE POSLEDICA</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Sanacija vodovodne mreže; - Uklanjanje ruševina i nestabilnih djelova objekata vodosnabdijevanja; - Sanacija i obezbjeđivanje prohodnosti puteva do navedenih objekata; - Ponovno uspostavljanje vodosnabdijevanja na teritoriji Glavnog grada; - Održavanje javnog reda i mira; - Procjena štete. | <ol style="list-style-type: none"> 1. DOO „Vodovod i kanalizacija” 2. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 3. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede- Direkcija za upravljanje vodama 4. Direkcija za monitoring i evaluaciju 5. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 6. Komisija za procjenu štete |

1.8. Putna i željeznička infrastruktura

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioci aktivnosti |
|------------|---------------------|---|--|
| PRVA FAZA | PREVENTIVNA ZAŠTITA | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspekcijski nadzor prilikom gradnje nove putne i željezničke infrastrukture; - Definisanje alternativnih putnih pravaca u slučaju potrebe; - Prilikom izrade PUP-ova i DUP-ova, obratiti posebnu pažnju na širinu planiranirane putne infrastrukture koja je bitna radi saobraćaja vatrogasnih i spasilačkih vozila; - Izgradnja potpornih zidova prilikom gradnje objekata; - Izbjegavati izgradnju novih putnih pravaca na aktivnim klizištima; - Prilikom projektovanja novih saobraćajnih objekata voditi računa o seizmičnosti područja na kojem se planira izgradnja uz prethodnu sprovedenu detaljnu analizu nosivosti tetena i pogodnosti za gradnju ovakvih objekata. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Sekretarijat za komunalne, stambene poslove i saobraćaj 2. Željeznička infrastruktura Crne Gore – stanica Podgorica 3. Izvođači i podizvođači na predmetnim lokacijama 4. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 5. Direkcija za saobraćaj 6. Direkcija za željeznice 7. Zavod za hidrometeorologiju i seizmologiju 8. Geološki zavod Crne Gore |
| DRUGA FAZA | SPAŠAVANJE | <ul style="list-style-type: none"> - Organizacija rukovođenja i koordiniranja spasilačkim akcijama na terenu; - Angažovanje operativnih jedinica; - Angažovanje potrebnog ljudstva i sredstava privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika; - Evakuacija zaposlenih iz objekata u skladu sa planom evakuacije; - Prihvat, smještaj i zbrinjavanje ljudi na mjestima predviđenim za evakuaciju; - Pružanje prve pomoći povrijeđenima. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. Služba zaštite i spašavanja 3. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 4. CEDIS DOO Podgorica 5. Hitna pomoć 6. KBC CG – Urgentni centar 7. Dom zdravlja 8. Uprava policije – Stanica policije Podgorica 9. Vojska Crne Gore 10. Operativne jedinice |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|-------------------|----------------------------------|--|--|
| TREĆA FAZA | OTKLANJANJE POSLEDICA | <ul style="list-style-type: none"> - Sanacija putne infrastrukture po prioritetima; - Sanacija željezničke pruge i nastavak saobraćaja; - Uklanjanje ruševina i nestabilnih djelova; - Održavanje javnog reda i mira; - Procjena štete; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Direkcija za saobraćaj 2. Direkcija za željeznice 3. Sekretarijat za komunalne, stambene poslove i saobraćaj 4. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 5. Komisija za procjenu štete |
|-------------------|----------------------------------|--|--|

1.9. Sportski objekti

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosoci aktivnosti |
|------------------|----------------------------|--|--|
| PRVA FAZA | PREVENTIVNA ZAŠTITA | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspekcijski nadzor prilikom gradnje novih objekata; - Prilikom izrade PUP-ova i DUP-ova, obratiti posebnu pažnju prilikom odabira lokacije sportskih objekata; - Prilikom projektovanja novih sportskih objekata voditi računa o seizmičnosti područja na kojem se planira izgradnja uz prethodnu sprovedenu detaljnu analizu nosivosti tetena i pogodnosti za gradnju ovakvih objekata; - Izrada baze podataka o broju zaposlenih i broju lica sa invaliditetom i posebnim potrebama koji se mogu naći u objektu; - Definisane puteva evakuacije i redovno sprovođenje vježbi; - Izrada uputstva za evakuaciju i zbrinjavanje zaposlenih; - Uspostavljanje sistema rezervnog napajanja električnom energijom; - Kontinuirano održavanje objekta i ukazivanje na nedostatke u cilju otklanjanja istih; - | <ol style="list-style-type: none"> 1. Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma 2. Ministarstvo prosvjete, nauke, kulture i sporta 3. Glavni grad Podgorica 4. Sekretarijat za komunalne, stambene poslove i saobraćaj 5. Vlasnici sportskih objekata |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|------------|------------|--|---|
| DRUGA FAZA | SPAŠAVANJE | <ul style="list-style-type: none"> - Organizacija rukovođenja i koordiniranja spasilačkim akcijama na terenu; - Angažovanje operativnih jedinica; - Angažovanje potrebnog ljudstva i sredstava privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika; - Evakuacija zaposlenih iz objekata u skladu sa planom evakuacije; - Prihvat, smještaj i zbrinjavanje ljudi na mjestima predviđenim za evakuaciju; - Pružanje prve pomoći povrijeđenima. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. Služba zaštite i spašavanja 3. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 4. Hitna pomoć 5. KBC CG 6. Dom zdravlja 7. Uprava policije-Stanica policije Podgorica 8. Vojska Crne Gore 9. Operativne jedinice |
| | | TREĆA FAZA | OTKLANJANJE POSLEDICA |

1.10. Objekti kulture i kulturna dobra

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioci aktivnosti |
|------|---------------|------------|--------------------|
|------|---------------|------------|--------------------|

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|-------------------|----------------------------|---|---|
| <p>PRVA FAZA</p> | <p>PREVENTIVNA ZAŠTITA</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspekcijski nadzor prilikom gradnje novih objekata; - Prilikom izrade PUP-ova i DUP-ova, obratiti posebnu pažnju prilikom definisanja zona gradnje u skladu sa propisima i odabira lokacije objekata; - Izrada baze podataka o stanju spomenika kulture i kulturnih objekata; - Izrada baze podataka o ugroženim kategorijama u ovim objektima (lica sa invaliditetom i posebnim potrebama); - Definisanje puteva evakuacije; - Izrada uputstava za evakuaciju i zbrinjavanje; - Edukacija stanovništva; - Opštim aktom utvrditi mjere na smanjenju rizika od katastrofa; - Obučiti zaposlene za bezbjedan rad; - Izraditi elaborat o procjeni rizika radnih mjesta; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Direktorat za kulturnu baštinu 2. Ministarstvo kulture i medija 3. Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma 4. Glavni grad 5. Sekretarijat za lokalnu samoupravu i društvene djelatnosti 6. CNP 7. Centar savremene umjetnosti 8. Crnogorska kinoteka 9. Biblioteka za slijepe 10. Prirodnjački muzej 11. Centar za očuvanje i razvoj kulture manjina 12. Filmski centar 13. Muzički centar 14. Matica crnogorska 15. JU Muzeji i galerije Podgorice 16. Umjetnička kolonija 17. Zavičajni muzej 18. Gradska biblioteka „Radosav Ljumović” |
| <p>DRUGA FAZA</p> | <p>SPAŠAVANJE</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Organizacija rukovođenja i koordinacija spasilačkih akcija na terenu; - Angažovanje operativnih jedinica; - Angažovanje potrebnog ljudstva i sredstava privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika; - Pružanje prve pomoći povrijeđenima; - Angažovanje specijalizovanih mašina na terenu; - Preduzimanje hitnih mjera u cilju privremenog očuvanja kulturnih spomenika; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. Služba zaštite i spašavanja 3. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 4. Hitna pomoć 5. KBC CG – Urgentni centar 6. Dom zdravlja 7. Uprava policije-Stanica policije Podgorica 8. Vojska Crne Gore 9. Operativne jedinice 10. Sekretarijat za lokalnu samoupravu i društvene djelatnosti |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|-------------------|------------------------------|--|--|
| TREĆA FAZA | OTKLANJANJE POSLEDICA | <ul style="list-style-type: none"> - Sanacija kulturnih spomenika; - Uklanjanje ruševina i nestabilnih djelova; - Održavanje javnog reda i mira; - Procjena štete. | <ul style="list-style-type: none"> 11. Sekretarijat za lokalnu samoupravu i društvene djelatnosti 12. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 13. Ministarstvo kulture i medija 14. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 15. Uprava policije - Stanica policije Podgorica 16. Komisija za procjenu štete |
|-------------------|------------------------------|--|--|

1.11. Zelene i javne površine

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioci aktivnosti |
|-------------------|----------------------------|--|--|
| PRVA FAZA | PREVENTIVNA ZAŠTITA | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspekcijski nadzor prilikom gradnje novih i rekonstrukcije postojećih objekata; - Izrada PUP-a i DUP-a i definisanje zona rekreacije; - Izrada uputstava u slučaju potrebe za evakuaciju i zbrinjavanje ugroženih na zelenim i javnim površinama (rekreativnim zonama); - Redovno održavanje zelenih i javnih površina; - Uklanjanje suvih grana sa drveća i otpada; - Edukacija građana. | <ul style="list-style-type: none"> 1. Sekretarijat za planiranje i uređenje prostora i zaštitu životne sredine 2. Sekretarijat za komunalne stambene poslove i saobraćaj 3. Sekretarijat za imovinu i investicije |
| DRUGA FAZA | SPAŠAVANJE | <ul style="list-style-type: none"> - Organizacija rukovođenja i koordinacija spasilačkih akcija na terenu; - Angažovanje operativnih jedinica; - Angažovanje potrebnog ljudstva i sredstava privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika; - Pružanje prve pomoći povrijeđenima; - Angažovanje specijalizovanih mašina na terenu; - Preduzimanje hitnih mjera u cilju privremenog očuvanja zelenih i javnih površina; | <ul style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. Služba zaštite i spašavanja 3. Hitna pomoć 4. KBC CG – Urgentni centar 5. Dom zdravlja 6. DOO „Vodovod i kanalizacija” 7. Uprava policije-Stanica policije Podgorica 8. Crveni krst Glavnog grada |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|-------------------|------------------------------|---|---|
| TREĆA FAZA | OTKLANJANJE POSLEDICA | <ul style="list-style-type: none"> - Sanacija zelenih i javnih površina; - Uklanjanje ruševina i nestabilnih djelova koji mogu predstavljati opasnost za posjetioce i slučajne prolaznike; - Održavanje javnog reda i mira; - Procjena štete. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. Sekretarijat za planiranje i uređenje prostora i zaštitu životne sredine 3. Sekretarijat za komunalne stambene poslove i saobraćaj 4. Sekretarijat za imovinu i investicije 5. Ministarstvo kulture i medija 6. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 7. Uprava policije - Stanica policije Podgorica 8. Komisija za procjenu štete |
|-------------------|------------------------------|---|---|

1.12. Evakuacija

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioци aktivnosti |
|------------------|----------------------------|--|--|
| PRVA FAZA | PREVENTIVNA ZAŠTITA | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspeksijski nadzor svih javnih objekata u kojima se okuplja veći broj ljudi (obrazovnih, javna uprava, medicinske ustanove, sudovi, sportski objekti...); - Definisane evakuacionih mjesta; - Definisane evakuacionih puteva; - Izrada uputstava za evakuaciju i zbrinjavanje; - Edukacija stanovništva; - Sprovođenje vježbi evakuacije u predškolskim i školskim ustanovama; - Kontrola postojanja prilaza za osobe sa invaliditetom i posebnim potrebama; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. Služba zaštite i spašavanja 3. Uprava policije - Stanica policije Podgorica 4. Vojska Crne Gore 5. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 6. Ministarstvo prosvjete 7. Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma 8. Ministarstvo zdravlja |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|------------|------------|---|---|
| DRUGA FAZA | SPAŠAVANJE | <ul style="list-style-type: none"> - Organizacija rukovođenja i koordinacija spasilačkih akcija na terenu; - Angažovanje operativnih jedinica; - Uspostavljanje i obezbjeđivanje evakuacionih koridora; - Angažovanje potrebnog ljudstva i sredstava privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika (autoprevoznici, taksisti...); - Pružanje prve pomoći povrijeđenima; - Angažovanje specijalizovanih mašina na terenu; - Preduzimanje hitnih mjera u cilju što efikasnijeg sprovođenja evakuacije; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. Uprava policije-Stanica policije Podgorica 3. Vojska Crne Gore 4. Služba zaštite i spašavanja 5. Hitna pomoć 6. KBC CG – Urgentni centar 7. Dom zdravlja 8. MUP – Direktorat za zaštitu i spašavanje |
| | | TREĆA FAZA | OTKLANJANJE POSLEDICA |

1.13. Medicinska pomoć

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioци aktivnosti |
|-----------|---------------------|---|---|
| PRVA FAZA | PREVENTIVNA ZAŠTITA | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspeksijski nadzor svih javnih objekata u kojima se pruža medicinska pomoć; - Definisane evakuacionih puteva u objektima primarne i sekundarne zdravstvene zaštite; - Izrada uputstava za evakuaciju i zbrinjavanje zaposlenih u zdravstvenim objektima; - Edukacija stanovništva; - Sprovođenje vježbi evakuacije; - Kontrola postojanja prilaza za osobe sa invaliditetom i posebnim potrebama; - Organizovanje seminara, radionica na temi pružanje zdravstvene zaštite u slučaju vanrednih situacija; - Edukacija operativnih jedinica za pružanje prve pomoći; - Jačanje kapaciteta zdravstvenih ustanova na lokalnom i državnom nivou; - | <ol style="list-style-type: none"> 1. Ministarstvo zdravlja 2. Institut za javno zdravlje 3. Dom zdravlja 4. Hitna pomoć 5. KBC CG 6. Direktorat za zaštitu i spašavanje; 7. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica ; |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|-------------------|------------------------------|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Proširivanje zdravstvenih punktova u mjesnim zajednicama; - Formiranje medicinskih timova u slučaju vanredne situacije. | |
| DRUGA FAZA | SPAŠAVANJE | <ul style="list-style-type: none"> - Organizacija rukovođenja i koordinacija medicinskih timova na terenu; - Angažovanje operativnih jedinica; - Uspostavljanje i obezbjeđivanje saobraćaja do zdravstvenih ustanova; - Proširivanje kapaciteta zdravstvenih ustanova; - Formiranje privremenih ambulanti u zavisnosti od potreba na terenu; angažovanje potrebnog ljudstva i sredstava privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika (autoprevoznici, taksisti...); - Pružanje prve pomoći povrijeđenima; - Angažovanje specijalizovanih mašina na terenu u cilju normalizacije saobraćaja; - Preduzimanje hitnih mjera u cilju što efikasnijeg pružanja zdravstvene zaštite; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. Uprava policije - Stanica policije Podgorica 3. MUP – Direktorat za zaštitu i spašavanje 4. Vojska Crne Gore 5. Služba zaštite i spašavanja 6. Hitna pomoć 7. KBC CG – Urgentni centar 8. Institut za javno zdravlje 9. Dom zdravlja |
| TREĆA FAZA | OTKLANJANJE POSLEDICA | <ul style="list-style-type: none"> - Ukidanje privremenih punktova nakon prestanka potrebe; - Normalizacija usluga zdravstvene zaštite; - Pregled aktivnosti, priprema izvještaja i informisanje građana. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 3. Uprava policije - Stanica policije Podgorica 4. Hitna pomoć; 5. Ministarstvo zdravlja; 6. Institut za javno zdravlje; 7. KBC CG |

1.14. Pružanje humanitarne pomoći

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioци aktivnosti |
|------------------|---------------|--|--|
| PRVA FAZA | | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspekcijski nadzor; - Izrada uputstava u slučaju potrebe za evakuaciju i zbrinjavanje ugroženih iz institucija koje se bave humanitarnim radom; - Edukacija građana; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Crveni krst Glavnog grada 2. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 3. Služba zaštite i spašavanja |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|---|--|---|--|
| <p align="center">PRVA FAZA</p> | <p align="center">PREVENTIVNA ZAŠTITA</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Unaprijeđivanje kapaciteta opštinske organizacije Crvenog krsta; - Izrada akcionog plana na osnovu kojeg bi se definisao način i mjesto pružanja humanitarne pomoći; - Izrada baze podataka o postojećim resursima i kapacitetima humanitarnih organizacija za djelovanje u slučaju zemljotresa; | <ol style="list-style-type: none"> 4. Uprava policije-Stanica policije Podgorica 5. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 6. Ministarstvo vanjskih poslova |
| <p align="center">DRUGA FAZA</p> | <p align="center">SPAŠAVANJE</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Organizacija rukovođenja i koordinacija akcije pružanja humanitarne pomoći ugroženom stanovništvu; - Angažovanje operativnih jedinica; - Angažovanje potrebnog ljudstva i sredstava privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika; - Pružanje prve pomoći povrijeđenima; - Angažovanje specijalizovanih mašina na terenu; - Preduzimanje hitnih mjera u cilju što adekvatnijeg pružanja pomoći i uspostavljanja zona u kojima će se obavljati ova aktivnost; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Crveni krst Glavnog grada 2. Crveni krst Crne Gore 3. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 4. Uprava policije - Stanica policije Podgorica 5. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 6. Ministarstvo vanjskih poslova |
| <p align="center">TREĆA FAZA</p> | <p align="center">OTKLANJANJE POSLEDICA</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Ukidanje privremenih objekata namijenjenih za dijeljenje humanitarne pomoći; - Izrada izvještaja i informisanje građana o sprovedenim aktivnostima. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. Crveni krst Glavnog grada 3. Volonteri |

1.15. Gašenje požara

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioci aktivnosti |
|------------|-----------------------|--|---|
| PRVA FAZA | PREVENTIVNA ZAŠTITA | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspekcijski nadzor; - Izrada uputstava u slučaju potrebe za evakuaciju i zbrinjavanje ugroženih iz institucija koje se bave humanitarnim radom; - Edukacija građana; - Unaprijeđivanje kapaciteta opštinske organizacije Crvenog krsta; - Izrada akcionog plana na osnovu kojeg bi se definisao način i mjesto pružanja humanitarne pomoći; - Izrada baze podataka o postojećim resursima i kapacitetima humanitarnih organizacija za djelovanje u slučaju zemljotresa. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Crveni krst Glavnog grada 2. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 3. Služba zaštite i spašavanja 7. Uprava policije - Centar bezbjednosti Podgorica 4. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 5. Ministarstvo vanjskih poslova |
| DRUGA FAZA | SPAŠAVANJE | <ul style="list-style-type: none"> - Organizacija rukovođenja i koordinacija akcije pružanja humanitarne pomoći ugroženom stanovništvu; - Angažovanje operativnih jedinica; - Angažovanje potrebnog ljudstva i sredstava privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika; - Pružanje prve pomoći povrijeđenima; - Angažovanje specijalizovanih mašina na terenu; - Preduzimanje hitnih mjera u cilju što adekvatnijeg pružanja pomoći i uspostavljanja zona u kojima će se obavljati ova aktivnost; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Crveni krst Glavnog grada 2. Crveni krst Crne Gore 3. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 4. Uprava policije - Centar bezbjednosti Podgorica 5. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 6. Ministarstvo vanjskih poslova |
| TREĆA FAZA | OTKLANJANJE POSLEDICA | <ul style="list-style-type: none"> - Ukidanje privremenih objekata namijenjenjih za dijeljenje humanitarne pomoći; - Izrada izvještaja i informisanje građana o sprovedenim aktivnostima. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. Crveni krst Glavnog grada 3. Volonteri |

1.16. Hemijski akcidenti

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioci aktivnosti |
|------------|---------------------|--|---|
| PRVA FAZA | PREVENTIVNA ZAŠTITA | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Formiranje timova za reagovanje u slučaju hemijskih, bioloških, radioloških ili nuklearnih nesreća; - Izrada DUP i PUP-a; - Inspekcijski nadzor prilikom gradnje novih i rekonstrukcije postojećih objekata; - Kontinuirano praćenje i vođenje evidencije o transportu opasnih materija preko teritorije Podgorice; - Ugradnja stabilne instalacije za gašenje požara i poslovnim objektima, objektima javne namjene, obrazovnim, kulturnim i sportskim objektima u kojima se okuplja veći broj ljudi; - Definisane puteva evakuacije u objektima; | <ol style="list-style-type: none"> 1. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 2. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 3. Služba zaštite i spašavanja 4. Agencija za zaštitu životne sredine 5. Timovi za hemijske, biološke, radiološke i nuklearne nesreće |
| DRUGA FAZA | SPAŠAVANJE | <ul style="list-style-type: none"> - Organizacija, rukovođenje i koordiniranje akcijama zaštite i spašavanja; - Uspostavljanje Opštinskog tima za zaštitu i spašavanje; - Angažovanje operativnih jedinica za reagovanje u slučaju hemijskog, biološkog, radiološkog i nuklearnog incidenta; - Pružanje pomoći ugroženom i nastradalom stanovništvu; - Evakuacija iz stambenih objekata; - Prihvat, smještaj i zbrinjavanje ljudi na mjestima predviđenim za evakuaciju; - Lokalizacija požara; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Timovi za hemijske, biološke, radiološke i nuklearne nesreće 2. MUP-Direktorat za zaštitu i spašavanje 3. Služba zaštite i spašavanja 4. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 5. Preduzetne jedinice 6. Odgovorna lica u privrednim društvima, javnim i privatnim društvima; 7. DOO „Vododovod i kanalizacija” 8. DOO „Komunalno” 9. Komunalna policija |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|-------------------|------------------------------|--|--|
| TREĆA FAZA | OTKLANJANJE POSLEDICA | <ul style="list-style-type: none"> - Sanacija objekata ili prostora na kojima je došlo do izlovanja hemijskih materija kao posledica zemljotresa; - Uklanjanje ruševina i nestabilnih djelova objekata; - Normalizacija saobraćaja; - Stabilizacija ulaza i kritičnih djelova objekata koji su pretrpjeli oštećenja prilikom požara; - Održavanje javnog reda i mira; | <ol style="list-style-type: none"> 1. MUP – Direktorat za zaštitu i spašavanje 2. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 3. Institut za javno zdravlje 4. Agencija za zaštitu životne sredine 5. CETI 6. Hemomont |
| TREĆA FAZA | OTKLANJANJE | <ul style="list-style-type: none"> - Procjena štete; - Plan revitalizacije objekata. | <ol style="list-style-type: none"> 6. Zavod za hidrometeorologiju i seizmologiju 7. Služba zaštite i spašavanja 8. DOO „Vododovod i kanalizacija” 9. DOO „Komunalno” 10. Uprava policije – Centar bezbjednosti Podgorica |

1.17. Epidemije, epizotije, epifitotije

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioци aktivnosti |
|------------------|----------------------------|---|--|
| PRVA FAZA | PREVENTIVNA ZAŠTITA | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Izrada opštinskog plana za reagovanje u slučaju pojave epidemije, epizotije ili epifitotije na području Glavnog grada; - Edukacija građana; - Konstantno praćenje i upozoravanje na moguće opasnosti; - Inspeksijski nadzor nad objektima u kojima se drži stoka i živina; - Aktivnosti Odjeljenja za savjetodavne poslove u oblasti stočarstva i biljne proizvodnje na terenu; - Formiranje baze podataka o stočnom fondu; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Institut za javno zdravlje 2. Uprava za bezbjednost hrane, veterinu i fitosanitarne poslove 3. Agencija za zaštitu životne sredine 4. Uprava za inspeksijske poslove 5. Direktorat za ruralni razvoj 6. Uprava za šume 7. Uprava za vode 8. Zavod za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore 9. Glavni grad Podgorica – služba za poljoprivredu 10. Veterinarske i poljoprivredne ustanove |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|------------|------------|---|---|
| DRUGA FAZA | SPAŠAVANJE | <ul style="list-style-type: none"> - Organizacija, rukovođenje i koordiniranje akcijama zaštite i spašavanja; - Uspostavljanje Opštinskog tima za zaštitu i spašavanje; - Angažovanje operativnih jedinica za reagovanje u slučaju epidemija, epizotija i epifitotija; - Pružanje pomoći ugroženom i nastradalom stanovništvu; - Evakuacija stoke; - Prihvat, smještaj i zbrinjavanje stoke na mjestima predviđenim za evakuaciju; - Uklanjanje uginule stoke i dezinfekcija mjesta na kojima je boravila; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Institut za javno zdravlje 2. Veterinarske ambulante i poljoprivredne apoteke 3. Uprava za bezbjednost hrane, veterinu i fitosanitarne poslove 4. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 5. Komunalna policija 6. DOO „Vododovod i kanalizacija” 7. DOO „Komunalno” |
| | | TREĆA FAZA | OTKLANJANJE POSLEDICA |

1.18. Asanacija terena

| Faza | Mjere zaštite | Aktivnosti | Nosioци aktivnosti |
|-----------|---------------------|--|--|
| PRVA FAZA | PREVENTIVNA ZAŠTITA | <ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Konstantno praćenje i blagovremeno upozoravanje na moguće opasnosti; - Praćenje stanja voda na području Glavnog grada; - Formiranje baze podataka o kritičnim lokacijama u gradu; - Izrada nasipa, potpornih zidova i utvrda na putnim pravcima; - Edukacija građana; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Glavni grad – Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. Uprava javnih radova 3. Direkcija za saobraćaj 4. Direkcija za željeznice 5. Uprava policije |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | |
|-------------------|------------------------------|--|---|
| DRUGA FAZA | SPAŠAVANJE | <ul style="list-style-type: none"> - Organizacija, rukovođenje i koordiniranje akcijama zaštite i spašavanja; - Uspostavljanje Opštinskog tima za zaštitu i spašavanje; - Angažovanje operativnih jedinica za akcije spašavanja na terenu; - Pružanje pomoći ugroženom i nastradalom stanovništvu; - Hitna sanacija nestabilnih i ugroženih područja; - Evakuacija stanovništva; - Angažovanje mehanizacije i ljudstva na saniranju posledica zemljotresa, - Uklanjanje ruševina, oslobađanje puteva i uspostavljanje saobraćaja na putnim pravcima; | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica 2. Preduzetne jedinice društava koja ih posjeduju 3. Komunalna policija 4. DOO „Vododovod i kanalizacija” 5. DOO „Komunalno” 6. Služba zaštite i spašavanja Glavnog grada 7. Crveni krst Glavnog grada |
| TREĆA FAZA | OTKLANJANJE POSLEDICA | <ul style="list-style-type: none"> - Sanacija objekata ili prostora na kojima je došlo urušavanja terena; - Uklanjanje ruševina i nestabilnih djelova iz objekata; - Normalizacija saobraćaja; - Održavanje javnog reda i mira; - Procjena štete; - Plan revitalizacije objekata | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica ; 2. Preduzetne jedinice društava koja ih posjeduju 3. Uprava javnih radova; 4. Direkcija za saobraćaju; 5. Direkcija za željeznicu; 6. Uprava policije; 7. DOO „Vododovod i kanalizacija” 8. DOO „Komunalno” |

2. Operativne jedinice (ljudski i materijalni resursi)

Normativnim uređenjem kroz izmjene i dopune Zakona o zaštiti i spašavanju uspostavljena su tri nivoa rukovođenja i koordiniranja zaštitom i spašavanjem.

Radi rukovođenja i koordiniranja u zaštiti i spašavanju na teritoriji Crne Gore formira se **Koordinacioni tim za zaštitu i spašavanje** koga čine:

- Predsjednik Vlade – rukovodilac tima,
- Ministar unutrašnjih poslova – zamjenik rukovodioca,
- Ministri za resore vanjskih poslova, poslova odbrane, zdravlja, rada i socijalnog staranja, ekologije, prostornog planiranja i urbanizma, ekonomskog razvoja i turizma, poljoprivrede, šumarstva, vodoprivrede, kapitalnih investicija,
- Predsjednik radnog tijela Vlade za procjenu šteta od elementarnih nepogoda,
- Predstavnik Generalnog sekretarijata Vlade zadužen za odnose sa javnošću.

Obrazovanjem **Operativnog štaba za zaštitu i spašavanje** koji vrši operativno koordiniranje aktivnosti učesnika zaštite i spašavanja obezbijeđeno je znatno efikasnije rukovođenje, bolja koordinacija između učesnika zaštite i spašavanja i racionalnija upotreba ljudskih i materijalnih resursa na terenu.

Operativni štab čine:

- Rukovodilac i dva predstavnika organizacione jedinice Ministarstva nadležnih za poslove zaštite i spašavanja (MUP),
- Starješina i jedan predstavnik organa uprave nadležne za poslove policije,
- Načelnik Generalštaba Vojske Crne Gore,
- Starješine organa uprave nadležne za poslove: carina, hidrometeorologije, seizmologije, upravljanje voda, šumarstva, saobraćaja, veterine, fitosanitarnih poslova, zaštite životne sredine, zdravstvene zaštite i Crvenog krsta.

Za rukovođenje aktivnostima zaštite i spašavanja na teritoriji opštine organizuje se **Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica**.

Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica čine:

- Predsjednik opštine – rukovodilac tima,
- Komandir Službe zaštite i spašavanja – zamjenik rukovodioca tima,
- Predstavnik ministarstva nadležnog za poslove zaštite i spašavanja,
- Predstavnik Uprave policije,
- Predstavnik Vojske Crne Gore,
- Rukovodioci i starješine organa lokalne samouprave (sekretari, načelnici, rukovodioci),
- Predstavnik Crvenog krsta,
- Rukovodioci i direktori lokalnih društava i preduzeća čiji je osnivač opština.

Sastav Opštinskog tima za zaštitu i spašavanje dat je u Prilogu 2.

Operativne jedinice su jedinice koje se angažuju u akcijama zaštite i spašavanja, a to su:

- opštinske službe za zaštitu i spašavanje – jedinice za zaštitu i spašavanje opština (vatrogasne jedinice, jedinice za pružanje pomoći ugroženom i nastradalom stanovništvu i druge jedinice za zaštitu i spašavanje);
- specijalističke jedinice za zaštitu i spašavanje;
- preduzetne jedinice – jedinice za zaštitu i spašavanje u okviru privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika;
- jedinice civilne zaštite;
- jedinica za gašenje požara iz vazduha;

- dobrovoljne jedinice za zaštitu i spašavanje.

Služba zaštite i spašavanja Glavnog grada je profesionalna služba koja je organizovana u skladu sa Zakonom o zaštiti i spašavanju („Sl. list CG” br. 013/07, 005/08, 086/09, 032/11, 054/16, 146/21, 003/23) i Odlukom o organizaciji i načinu rada uprave Glavnog grada („Sl. list CG-Opštinski propisi”, br. 38/18 i 43/18) i shodno tome obavlja poslove koji se odnose na spašavanje i zaštitu ljudi i imovine od požara, eksplozija, havarija, poplava i drugih akcidentnih i vanrednih situacija, u koje spadaju svi poslovi koji su predviđeni navedenim propisima.

U Službi zaštite i spašavanja na dan 01.02.2026. godine je angažovano 101 zaposlenih, od čega je 73 lica raspoređeno u operativnom sektoru. Shodno prethodno navedenom zakonu, pripadnici službe zaštite i spašavanja su dužni da se kontinuirano stručno osposobljavaju i usavršavaju, kao i da se vrši provjera njihovih znanja i vještina.

Specijalističke jedinice za zaštitu i spašavanje, shodno čl. 64. Zakona o zaštiti i spašavanju („Sl. list CG” br. 013/07, 005/08, 086/09, 032/11, 054/16, 146/21, 003/23) čine građani koji dobrovoljno vrše akcije zaštite i spašavanja organizovani u spasilačka društva, organizacije Crvenog krsta, planinarske službe zaštite i spašavanja, speleološka društva, ronilačka, kinološka društva, izviđačke organizacije, klubove radio-amatera i druga slična društva.

Na području Podgorice od specijalističkih jedinica **Crveni krst Glavnog grada** je nezavisna, neprofitna i dobrovoljna humanitarna organizacija i sastavni dio jedinstvene organizacije Crvenog krsta Crne Gore, koja obavlja djelatnost od javnog interesa usmjerena na pružanje pomoći ugroženim licima u slučajevima ratnih sukoba, prirodnih i ekoloških i drugih nesreća.

Preduzetne jedinice su operativne jedinice organizovane od strane privrednog društva u cilju sprovođenja mjera zaštite i spašavanja i smatraju se sastavnim djelom sistema zaštite i spašavanja, koje se, u slučaju potrebe, moraju angažovati na poziv Operativnog štaba ili Opštinskog tima za zaštitu i spašavanje.

Na području Glavnog grada postoje preduzetne jedinice Uniprom KAP i Aerodrom Podgorica, kao i jedinica u vlasništvu MONTEPUT DOO Podgorica, koja je angažovana primarno na sprovođenju aktivnosti na autoputu “Princeza Ksenija”.

Civilna zaštita se organizuje, priprema i sprovodi u cilju zaštite i spašavanja stanovništva od elementarnih nepogoda, tehničko-tehnoloških i drugih nesreća. Formiraju se od strane MUP-a koji određuje vrstu i broj pripadnika po opštinama, u zavisnosti od stepena ugroženosti opštine, broja stanovnika, površine i drugih faktora. Još uvijek se nisu stekli uslovi da budu formirane jedinice civilne zaštite.

Jedinica za gašenje požara iz vazduha (avio-helikopterska jedinica) je formirana od strane MUP-a Direktorata za zaštitu i spašavanje sa ciljem da potpomogne gašenje požara iz vazduha, pružanje pomoći ugroženom i nastradalom stanovništvu, prevoz bolesnika, evakuacija, prevoz manjeg terete, pretraga nepristupačnih terena. Jedinica za gašenje požara iz vazduha raspolaže sa tri aviona za gašenje požara tipa AT-802/802A. Podršku jedinici za gašenja požara iz vazduha obezbjeđuju dva helikoptera Direkcije Avio-helikopterska jedinica tipa ABell-412 i ABell-212 za izviđanje i lociranje požara, kao i za transport timova za gašenje požara.

Dobrovoljne jedinice za zaštitu i spašavanje se organizuju radi dobrovoljnog učešća građana u akcijama zaštite i stanovništva u područjima koja su zahvaćena nekim elementarnim nepogodama, tehničko-tehnološkim i drugim nesrećama.

Na teritoriji Glavnog grada postoje dobrovoljne jedinice: Dobrovoljno društvo Podgorica i Dobrovoljno društvo Crna Gora.

Pregled ljudskih i materijalnih resursa Službe zaštite i spašavanja Glavnog grada dat je u Prilogu 3.

3. Državni organi, organi državne uprave, organi uprave i jedinice lokalne samouprave (ljudski i materijalni resursi)

Državni organi, organi državne uprave, organi uprave i jedinice lokalne samouprave su one organizacije koje se nalaze na teritoriji Glavnog grada, a koje su opremljene ljudskim i materijalnim resursima koji se mogu angažovati za zaštitu i spašavanje u slučaju pojave zemljotresa, a to su:

- Služba zaštite i spašavanja Glavnog grada
- Sekretarijat za lokalnu samoupravu i saradnju sa civilnim društvom
- Sekretarijat za finansije
- Sekretarijat za planiranje prostora i održivi razvoj
- Sekretarijat za komunalne uslove
- Sekretarijat za saobraćaj
- Služba za javne nabavke
- Komunalne usluge DOO
- Vodovod i kanalizacija DOO
- Agencija za izgradnju i razvoj Podgorice
- Putevi DOO
- Čistoća DOO
- Pogrebne usluge DOO
- Zelenilo DOO
- Sportski objekti DOO
- Deponija DOO
- Agencija za upravljanje zaštićenim područjima
- CEDIS DOO Podgorica
- CGES AD
- KBC CG
- Zavod za hitnu medicinsku pomoć
- Dom zdravlja Podgorica
- Institut za javno zdravlje
- Željeznička infrastruktura Crne Gore AD Pogorica
- Agencija za željeznice
- Uprava za saobraćaj
- Uprava policije – Centar bezbjednosti Podgorica
- Uprava za šume
- Uprava za vode
- Direktorat za ruralni razvoj
- Ministarstvo unutrašnjih poslova – Direktorat za zaštitu i spašavanje
- Uprava za bezbjednost hrane, veterinu i fitosanitarne poslove
- Zavod za hidrometeorologiju i seizmologiju
- Agencija za zaštitu životne sredine
- Centar za ekotoksikološka ispitivanja
- Vojska Crne Gore
- Uprava za zaštitu kulturnih dobara

Pregled ljudskih i materijalnih resursa državnih organa, organa državne i lokalne uprave koji bi se mogli angažovati u slučaju potrebe saniranja posledica od zemljotresa dat je u Prilogu 4.

4. Mobilizacija, rukovođenje i koordinacija pri akcijama zaštite i spašavanja od zemljotresa

Zemljotresi pripadaju grupi najstrašnijih prirodnih katastrofa koje se dešavaju na Zemlji i kada se kao takvi dese uglavnom obuhvataju veće teritorijalne površine.

Pozivanje, mobilizacija i aktiviranje operativnih jedinica koje formira Ministarstvo, kao i drugih jedinica koje se angažuju u slučaju potrebe obavlja Operativno-komunikacioni centar (OKC 112) poštujući usvojene procedure, kao i pismenim putem preko odgovarajućeg poziva.

Kada je situacija takva da se vrši opšta mobilizacija, pripadnici operativnih jedinica se moraju odazvati pozivu upućenom preko sredstava javnog informisanja.

Ukoliko se na nekom području proglašava vanredno stanje zbog pojave zemljotresa i posledica koje ga prate, aktiviraju se organi rukovođenja akcijama zaštite i spašavanja na tom području.

U slučaju proglašenja vanrednog stanja na teritoriji jedne ili više opština ili kada postoji mogućnost da se proširi na području cijele Crne Gore koordinaciju i rukovođene aktivnostima zaštite i spašavanja vrši Koordinacioni tim za zaštitu i spašavanje. Operativno koordiniranje aktivnostima učesnika u akcijama vrši Operativni štab za zaštitu i spašavanje, tako što koordinira sprovođenje naredbi Koordinacionog tima za zaštitu i spašavanje i Vlade.

Kada je zemljotres lokalnog karaktera i kada su lokalne službe dovoljne da odgovore na izazove, tada akcijama zaštite i spašavanja rukovodi Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica, koji preko člana koji je iz Ministarstva unutrašnjih poslova vrši komunikaciju i informisanje Operativnog štaba o stanju na terenu. Mobilizacija opštinskih resursa na lokalnom nivou vrši se preko lokalnih službi.

5. Komunikacija operativnih timova na terenu

U slučaju pojave bilo koje vrste hazarda, pa samim tim i zemljotresa komunikacija je ključni faktor kako bi se pravovremeno i na adekvatan način aktivirali segmenti u sistemu zaštite i spašavanja. S obzirom da u slučaju pojave zemljotresa može doći do prekida ili opterećenja komunikacionog sistema, moraju se predvidjeti alternativni načini komunikacije.

Radio veza u Službi zaštite i spašavanja – vrši se putem TETRA sistema – digitalni radio-komunikacioni sistem Uprave policije MUP-a kojim se omogućava uspostavljanje veza između učesnika u pokretu bežičnim putem. Služba zaštite i spašavanja Podgorica posjeduje 74 radio stanice.

6. Međuopštinska i međunarodna saradnja

U cilju adekvatnog odgovora na bilo koji rizik, angažuju se svi raspoloživi kapaciteti lokalne samouprave, što podrazumijeva aktiviranje opštinske službe zaštite i spašavanja, specijalističkih jedinica, jedinica civilne zaštite, preduzetnih jedinice, dobrovoljnih jedinica, kao i službi lokalne samouprave za održavanje vodovodne, električne, telekomunikacione, putne i druge infrastrukture.

Kada su posledice hazarda takve da nije dovoljno angažovanje lokalnih jedinica, angažuju se operativne jedinice iz susjednih opština preko Operativnog štaba ili međusobnom komunikacijom predsjednika Opštinskih timova za zaštitu i spašavanje, uz informisanost MUP-a – Direktorata za zaštitu i spašavanje.

Ako za saniranje posledica nije dovoljna ni međuopštinska saradnja ni saradnja na državnom nivou, u tom slučaju se preko bilateralnih sporazuma, preko Mehanizama civilne zaštite Evropske unije, NATO-a, UN-a i drugih međunarodnih organizacija, nakon odluke Vlade, angažuju međunarodni timovi za pomoć, kojima se zahtjev za

pomoć šalje prema utvrđenim procedurama koje su u nadležnosti Ministarstva unutrašnjih poslova i Ministarstva vanjskih poslova.

7. Evakuacija

Ako se posle zemljotresa utvrdi da su ljudski životi ugroženi boravkom u nekim objektima ili prostorima, tada je neophodna evakuacija ljudi iz tih objekata i ona se uvijek obavlja planski, organizovano i pod kontrolom nadležnih.

Evakuacija se može vršiti na otvorenim ili u zatvorenim prostorima. Ukoliko je otvorenog tipa, to su obično područja igrališta, sportski tereni, parkovske površine..., dok se u sportskim halama, školama, balon salama, hotelima i drugim mjestima gdje može da stane veći broj ljudi evakuacija vrši nakon utvrđivanja da je boravak u njima bezbjedan.

Osim prethodno pomenute podjele na unutrašnju i spoljašnju evakuaciju, ona može biti potpuna ili djelimična, kao i pravovremena i naknadna. Potpuna evakuacija podrazumijeva kompletno izmještanje stanovništva iz ugroženog područja, dok se kod djelimične izmještanju posebne kategorije stanovništva iz ugroženih područja. Pravovremena evakuacija bi se sprovodila prije pojave hazarda, za razliku od naknadne koja se uvijek obavlja nakon hazarda.

Opštinski tim sprovodi odluku o evakuaciji na teritoriji svoje opštine i nalaže realizovanje konkretnih radnji i aktivnosti koje će sprovoditi Služba za zaštitu i spašavanje, uz pomoć drugih službi sa teritorije opštine (Uprava policije, Crveni krst, specijalističke jedinice i dr.). Organizacijom evakuacije, asistencijom i logistikom rukovodiće Grupa za evakuaciju, zbrinjavanje i snabdijevanje osnovnim potrebšinama Prilikom evakuacije za prohodnost puteva i bezbjednost građana nadležna je Uprava policije.

Za potrebe evakuacije stanovništva koristiće se i prostori sa kojima raspolažu obrazovne i druge ustanove.

Evakuaciona mjesta, tj skloništa na području Glavnog grada data su u Prilogu br.7.

8. Informisanje građana i javnosti

Pravovremeno i tačno informisanje je od velike važnosti ukoliko dođe do zemljotresa. Zavod za hidrometeorologiju i seizmologiju preko OKC-a pozivom na br. 112 šalje informacije Ministarstvu nadležnom za poslove zaštite i spašavanja. Direktor za zaštitu i spašavanje će prema procedurama informaciju o zemljotresu poslati svim pripadnicima sistema zaštite i spašavanja na koje oni odgovaraju započinjanjem akcijama spašavanja i pružanja pomoći stanovništvu u ugroženom području. Operativne jedinice šalju povratne informacije sa terena ka Opštinskom timu za zaštitu i spašavanje i Operativnom štabu, radi dalje informisanosti nadležnih i građana.

Na području Glavnog grada aktivan je veći broj televizijskih i radio emitera, koji imaju značajnu ulogu u širenju informacija. Takođe, značajno mjesto pripadalo bi i radio amaterima, Radio Podgorica ili Radio klub „21.maj“ Podgorica.

Na teritoriji Glavnog grada štampani mediji su: Pobjeda, Vijesti, Dan, Monitor; televizije: Radio televizija Crne Gore, RTV Vijesti, Gradska televizija, TV Nova M, TV 7, Adria TV, TV Prva; radio: Radio Antena M, Radio S3, Radio D, Radio DRS, TDI radio, Radio City.

Zahvaljujući dobroj pokrivenosti Glavnog grada mrežom za pristup internetu, širenje informacija preko elektronskih medija, web stranica, portala, kao i društvenih mreža je u velikoj mjeri olakšano. Međutim, treba imati u vidu da ovakav sadržaj nije podložan provjerama i restrikcijama, a plasiranje neprovjerenih informacija može često postati izvor panike, nekada možda i bez pravog razloga.

9. Način održavanja javnog reda i bezbjednosti prilikom intervenisanja

Za održavanje javnog reda i mira i bezbjednosti prilikom vršenja akcija u cilju zaštite i spašavanja od posledica zemljotresa zadužena je Uprava policije – Centar bezbjednosti Podgorica.

Nakon pojave zemljotresa, Uprava policije preduzima mjere i radnje i izvršava zadatke neophodne za otklanjanje neposredne opasnosti za ljude i imovinu, odnosno za održavanje reda i bezbjednosti prilikom intervencija, koji uključuju između ostalog i:

- upozorenje stanovništva na potencijalne opasnosti;
- čuvanje bezbjednosti građana i imovine, odnosno sprečavanje i suzbijanje devijantnog i kriminalnog ponašanja;
- blokiranje ugroženog područja, odnosno obezbjeđenje šireg i užeg područja gdje se desio zemljotres;
- regulisanje kretanja ljudi i vozila u užoj i široj zoni područja zemljotresa uz zaštitu i omogućavanje rada operativnim jedinicama;
- oslobađanje puteva za vozila operativnih jedinica koja učestvuju u aktivnostima zaštite i spašavanja;
- kontrolu i regulisanje saobraćaja i obezbjeđivanje konvoja i saobraćajnica (puteva evakuacije);
- održavanje javnog reda i mira na području užeg i šireg područja gdje se desio zemljotres, tokom evakuacije, kao i na mjestima prihvata i zbrinjavanja stanovništva, uključujući i zdravstvene ustanove.

U skladu sa svojim planovima, preduzima i druge mjere i radnje i organizuje i koordinira angažovanje i upućivanje policijskih službenika i dodatnih materijalno-tehničkih sredstava u područja ugrožena zemljotresom. Ulažu se naponi na prikupljanju bezbjednosno interesantnih informacija i operativnih saznanja u vezi sa zemljotresom, radi na identifikaciji lica koja šire dezinformacije na ugroženim prostorima, prate i sprečavaju eventualne zloupotrebe prilikom prikupljanja i podjele humanitarne pomoći na ugroženim područjima.

10. Finansijska sredstva za sprovođenje plana

Neophodna finansijska sredstva za sprovođenje plana zaštite i spašavanja obezbjeđuju se budžetom Crne Gore i budžetom Glavnog grada. Takođe, Glavni grad prati i sprovodi aktivnosti u skladu sa "Strategijom za smanjenje rizika od katastrofa sa Dinamičkim planom aktivnosti za sprovođenje strategije za period 2026-2030. godina" od januara 2026. godine i shodno tome opredjeljuje finansijska sredstva.

Resursi za odgovor na zemljotrese kojima raspolažu službe i sekretarijati na području Glavnog grada su nedovoljni i shodno tome je u narednom periodu potrebno obezbijediti neophodnu količinu finansijskih sredstava radi nabavke nedostajuće opreme i sredstava, kao i sprovođenje obuka pripadnika Službe zaštite i spašavanja i ostalih službi koji bi mogli učestvovati u ovim akcijama.

III. Prilozi

Statistička analiza scenarija zemljotresa

Tabela LXVII. Statistička analiza scenarija zemljotresa na rasjedu R1: intenzitet 6.99, EMS98 = VII.

| R.br. | Mjesna zajednica | Čvrsta stijena (B3) | | | Meko tlo (C1 i C2) | | | Ponderisna sredina | |
|-------|----------------------|---------------------|------------|-------------|--------------------|------------|-------------|--------------------|------------------|
| | | n | AC srednje | Inte-nzitet | n | AC srednje | Inte-nzitet | Inte-nzitet | Intenzitet EMS98 |
| 1 | Gradac | 8406 | 110.30 | 6.82 | 0 | - | - | 6.82 | VII |
| 2 | Nova Varoš | 55 | 124.99 | 7.01 | 118 | 242.62 | 8.07 | 7.74 | VIII |
| 3 | Zlatica | 195 | 116.15 | 6.90 | 190 | 217.65 | 7.90 | 7.39 | VII-VIII |
| 4 | Masline | 881 | 128.86 | 7.06 | 278 | 241.34 | 8.06 | 7.30 | VII-VIII |
| 5 | Mahala Mojanovići | 8 | 171.01 | 7.51 | 1391 | 338.20 | 8.62 | 8.61 | IX |
| 6 | Velje Brdo | 944 | 111.29 | 6.83 | 136 | 212.12 | 7.85 | 6.96 | VII |
| 7 | Botun | 0 | - | - | 738 | 283.88 | 8.33 | 8.33 | VIII-IX |
| 8 | City Kvart | 0 | - | - | 232 | 255.57 | 8.16 | 8.16 | VIII |
| 9 | Vukovci Ponari | 1290 | 173.93 | 7.54 | 940 | 354.40 | 8.70 | 8.03 | VIII |
| 10 | Dajbabe | 303 | 138.32 | 7.17 | 2597 | 271.54 | 8.26 | 8.14 | VIII |
| 11 | Tološi ii | 188 | 118.74 | 6.93 | 217 | 214.01 | 7.87 | 7.43 | VII-VIII |
| 12 | Konik | 1 | 131.72 | 7.10 | 1722 | 271.70 | 8.26 | 8.26 | VIII |
| 13 | Tolosi I | 595 | 115.05 | 6.88 | 548 | 223.01 | 7.94 | 7.39 | VII-VIII |
| 14 | Komani | 4496 | 107.46 | 6.78 | 1403 | 215.93 | 7.88 | 7.04 | VII |
| 15 | Zabjelo | 52 | 137.64 | 7.16 | 404 | 255.99 | 8.16 | 8.05 | VIII |
| 16 | Doljani | 4188 | 118.40 | 6.93 | 33 | 228.34 | 7.97 | 6.94 | VII |
| 17 | Trmanje | 2826 | 74.09 | 6.21 | 0 | - | - | 6.21 | VI |
| 18 | Vranjina | 0 | - | - | 2144 | 368.65 | 8.76 | 8.76 | IX |
| 19 | Momišići | 313 | 121.24 | 6.97 | 84 | 232.21 | 8.00 | 7.18 | VII |
| 20 | Ubli | 40386 | 89.69 | 6.50 | 0 | - | - | 6.50 | VI-VII |
| 21 | Bioče | 10835 | 91.11 | 6.52 | 0 | - | - | 6.52 | VI-VII |
| 22 | Lješ. i Donji Kokoti | 2943 | 132.52 | 7.10 | 2275 | 260.26 | 8.19 | 7.58 | VII-VIII |
| 23 | Balabani Gostilj | 0 | - | - | 2207 | 428.40 | 9.02 | 9.02 | IX |
| 24 | Gornja Zeta | 0 | - | - | 1131 | 312.21 | 8.49 | 8.49 | VIII-IX |
| 25 | Donja Gorica | 50 | 128.87 | 7.06 | 1155 | 246.51 | 8.10 | 8.06 | VIII |
| 26 | Stara Varoš | 0 | - | - | 266 | 243.80 | 8.08 | 8.08 | VIII |
| 27 | Barutana | 4921 | 136.42 | 7.15 | 336 | 310.62 | 8.48 | 7.24 | VII |
| 28 | Krusevac | 0 | - | - | 140 | 244.52 | 8.09 | 8.09 | VIII |
| 29 | Stari aerodrom | 0 | - | - | 277 | 268.66 | 8.24 | 8.24 | VIII |
| 30 | Ljubović | 27 | 131.48 | 7.09 | 410 | 252.43 | 8.14 | 8.07 | VIII |
| 31 | Stijena | 16359 | 90.53 | 6.51 | 515 | 200.07 | 7.76 | 6.55 | VI-VII |
| 32 | Goričani | 13 | 183.03 | 7.62 | 695 | 372.49 | 8.78 | 8.76 | IX |
| 33 | Pelev Brijeg | 9647 | 81.70 | 6.36 | 0 | - | - | 6.36 | VI-VII |
| 34 | Golubovci | 0 | - | - | 4909 | 388.35 | 8.85 | 8.85 | IX |
| 35 | Rogami | 1932 | 113.13 | 6.86 | 266 | 214.30 | 7.87 | 6.98 | VII |
| 36 | Fundina | 2383 | 130.07 | 7.08 | 0 | - | - | 7.08 | VII |
| 37 | Proleter | 0 | - | - | 181 | 231.67 | 8.00 | 8.00 | VIII |
| 38 | Blok V i VI | 0 | - | - | 86 | 232.25 | 8.00 | 8.00 | VIII |
| 39 | Drač | 0 | - | - | 61 | 259.06 | 8.18 | 8.18 | VIII |
| 40 | Zagorič | 110 | 124.09 | 7.00 | 614 | 218.61 | 7.90 | 7.77 | VIII |
| 42 | Mataguži | 0 | - | - | 3450 | 463.43 | 9.15 | 9.15 | IX |
| 43 | 19. decembar | 0 | - | - | 61 | 264.52 | 8.21 | 8.21 | VIII |
| 44 | Brskut | 6021 | 77.66 | 6.28 | 0 | - | - | 6.28 | VI |
| 45 | Trinaesti jul | 0 | - | - | 72 | 241.02 | 8.06 | 8.06 | VIII |
| 46 | Gornja Gorica | 29 | 129.00 | 7.06 | 495 | 236.76 | 8.03 | 7.98 | VIII |
| 47 | Lijeva Rijeka | 21403 | 68.11 | 6.08 | 0 | - | - | 6.08 | VI |
| 48 | Donja Zeta | 0 | - | - | 4606 | 404.06 | 8.92 | 8.92 | IX |
| 49 | Vranj | 0 | - | - | 3317 | 400.48 | 8.90 | 8.90 | IX |
| 50 | Gorica | 54 | 126.41 | 7.03 | 55 | 246.02 | 8.10 | 7.57 | VII-VIII |
| 51 | Masline II | 0 | - | - | 116 | 250.85 | 8.13 | 8.13 | VIII |

Maksimalno ubrzanje (AC) je izraženo u cm/s^2 ; n označava broj tačaka u mreži 80×80 m na pripadajućoj teritoriji mjesne zajednice, koja je korišćena za statističku analizu efekata scenarior zemljotresa. Kod kategorizacije tla su korišćene oznake zona sa Karte seizmičke mikroneoizacije: B3 za čvrsto tlo (sa $V_{S30} \geq 800$ m/s) C1 i C2 – za područja sa „mekim tlom“ ($V_{S30} < 800$ m/s).

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Tabela LXVIII. Statistička analiza scenarija zemljotresa na rasjedu R2: ponderisani intenzitet 6.76, EMS98 = VII.

| R.br. | Mjesna zajednica | Čvrsta stijena (B3) | | | Meko tlo (C1 i C2) | | | Ponderisna sredina | |
|-------|----------------------|---------------------|------------|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|----------|
| | | n | AC srednje | Intenzitet | n | AC srednje | Intenzitet | Intenzitet EMS98 | |
| 1 | Gradac | 8406 | 90.76 | 6.52 | 0 | - | - | 6.52 | VI-VII |
| 2 | Nova Varoš | 55 | 125.63 | 7.02 | 118 | 242.96 | 8.07 | 7.74 | VIII |
| 3 | Zlatica | 195 | 117.41 | 6.92 | 190 | 220.17 | 7.91 | 7.41 | VII-VIII |
| 4 | Masline | 881 | 130.94 | 7.09 | 278 | 244.31 | 8.08 | 7.33 | VII-VIII |
| 5 | Mahala Mojanovići | 8 | 139.08 | 7.18 | 1391 | 287.35 | 8.35 | 8.34 | VIII-IX |
| 6 | Velje Brdo | 944 | 107.96 | 6.79 | 136 | 204.38 | 7.79 | 6.91 | VII |
| 7 | Botun | 0 | - | - | 738 | 261.55 | 8.20 | 8.20 | VIII |
| 8 | City Kvart | 0 | - | - | 232 | 251.19 | 8.13 | 8.13 | VIII |
| 9 | Vukovci Ponari | 1290 | 134.57 | 7.13 | 940 | 259.70 | 8.18 | 7.57 | VII-VIII |
| 10 | Dajbabe | 303 | 133.39 | 7.12 | 2597 | 259.86 | 8.18 | 8.07 | VIII |
| 11 | Tološi ii | 188 | 116.94 | 6.91 | 217 | 210.58 | 7.84 | 7.41 | VII-VIII |
| 12 | Konik | 1 | 133.55 | 7.12 | 1722 | 270.23 | 8.25 | 8.25 | VIII |
| 13 | Tolosi I | 595 | 110.66 | 6.82 | 548 | 214.04 | 7.87 | 7.32 | VII-VIII |
| 14 | Komani | 4496 | 93.63 | 6.57 | 1403 | 203.03 | 7.78 | 6.86 | VII |
| 15 | Zabjelo | 52 | 134.13 | 7.12 | 404 | 250.44 | 8.12 | 8.01 | VIII |
| 16 | Doljani | 4188 | 119.44 | 6.94 | 33 | 231.81 | 8.00 | 6.95 | VII |
| 17 | Trmanje | 2826 | 64.67 | 6.00 | 0 | - | - | 6.00 | VI |
| 18 | Vranjina | 0 | - | - | 2144 | 226.57 | 7.96 | 7.96 | VIII |
| 19 | Momišići | 313 | 120.70 | 6.96 | 84 | 232.02 | 8.00 | 7.18 | VII |
| 20 | Ubli | 40386 | 79.41 | 6.31 | 0 | - | - | 6.31 | VI-VII |
| 21 | Bioče | 10835 | 86.22 | 6.44 | 0 | - | - | 6.44 | VI-VII |
| 22 | Lješ. i Donji Kokoti | 2943 | 118.33 | 6.93 | 2275 | 240.36 | 8.06 | 7.42 | VII-VIII |
| 23 | Balabani Gostilj | 0 | - | - | 2207 | 288.52 | 8.36 | 8.36 | VIII-IX |
| 24 | Gornja Zeta | 0 | - | - | 1131 | 282.42 | 8.32 | 8.32 | VIII-IX |
| 25 | Donja Gorica | 50 | 123.83 | 7.00 | 1155 | 234.75 | 8.02 | 7.98 | VIII |
| 26 | Stara Varoš | 0 | - | - | 266 | 240.77 | 8.06 | 8.06 | VIII |
| 27 | Barutana | 4921 | 115.62 | 6.89 | 336 | 248.73 | 8.11 | 6.97 | VII |
| 28 | Krusevac | 0 | - | - | 140 | 242.74 | 8.07 | 8.07 | VIII |
| 29 | Stari aerodrom | 0 | - | - | 277 | 269.16 | 8.24 | 8.24 | VIII |
| 30 | Ljubović | 27 | 130.36 | 7.08 | 410 | 249.93 | 8.12 | 8.06 | VIII |
| 31 | Stijena | 16359 | 85.08 | 6.42 | 515 | 190.45 | 7.68 | 6.46 | VI-VII |
| 32 | Goričani | 13 | 138.14 | 7.17 | 695 | 282.82 | 8.32 | 8.30 | VIII-IX |
| 33 | Pelev Brijeg | 9647 | 73.46 | 6.20 | 0 | - | - | 6.20 | VI |
| 34 | Golubovci | 0 | - | - | 4909 | 300.63 | 8.42 | 8.42 | VIII-IX |
| 35 | Rogami | 1932 | 112.70 | 6.85 | 266 | 214.10 | 7.87 | 6.97 | VII |
| 36 | Fundina | 2383 | 130.27 | 7.08 | 0 | - | - | 7.08 | VII |
| 37 | Proleter | 0 | - | - | 181 | 235.21 | 8.02 | 8.02 | VIII |
| 38 | Blok V i VI | 0 | - | - | 86 | 229.93 | 7.99 | 7.99 | VIII |
| 39 | Drač | 0 | - | - | 61 | 260.16 | 8.19 | 8.19 | VIII |
| 40 | Zagorič | 110 | 124.98 | 7.01 | 614 | 220.09 | 7.91 | 7.78 | VIII |
| 42 | Mataguži | 0 | - | - | 3450 | 305.64 | 8.45 | 8.45 | VIII-IX |
| 43 | 19. decembar | 0 | - | - | 61 | 264.50 | 8.21 | 8.21 | VIII |
| 44 | Brskut | 6021 | 66.40 | 6.04 | 0 | - | - | 6.04 | VI |
| 45 | Trinaesti jul | 0 | - | - | 72 | 240.32 | 8.06 | 8.06 | VIII |
| 46 | Gornja Gorica | 29 | 124.63 | 7.01 | 495 | 229.04 | 7.98 | 7.93 | VIII |
| 47 | Lijeve Rijeka | 21403 | 55.53 | 5.78 | 0 | - | - | 5.78 | VI |
| 48 | Donja Zeta | 0 | - | - | 4606 | 261.07 | 8.19 | 8.19 | VIII |
| 49 | Vranj | 0 | - | - | 3317 | 316.84 | 8.51 | 8.51 | VIII-IX |
| 50 | Gorica | 54 | 127.34 | 7.04 | 55 | 247.47 | 8.10 | 7.58 | VII-VIII |
| 51 | Masline II | 0 | - | - | 116 | 253.75 | 8.15 | 8.15 | VIII |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Tabela LXIX. Statistička analiza scenarija zemljotresa na rasjedu R3: ponderisani intenzitet 6.78, EMS98 = VII.

| R.br. | Mjesna zajednica | Čvrsta stijena (B3) | | | Meko tlo (C1 i C2) | | | Ponderisna sredina | |
|-------|-----------------------|---------------------|------------|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|------------------|
| | | n | AC srednje | Intenzitet | n | AC srednje | Intenzitet | Intenzitet | Intenzitet EMS98 |
| 1 | Gradac | 8406 | 145.56 | 7.25 | 0 | - | - | 7.25 | VII |
| 2 | Nova Varoš | 55 | 121.29 | 6.97 | 118 | 237.84 | 8.04 | 7.70 | VIII |
| 3 | Zlatica | 195 | 103.28 | 6.72 | 190 | 199.07 | 7.75 | 7.23 | VII |
| 4 | Masline | 881 | 114.04 | 6.87 | 278 | 219.91 | 7.91 | 7.12 | VII |
| 5 | Mahala Mojanovići | 8 | 194.55 | 7.71 | 1391 | 363.65 | 8.74 | 8.73 | IX |
| 6 | Velje Brdo | 944 | 116.08 | 6.90 | 136 | 218.67 | 7.90 | 7.02 | VII |
| 7 | Botun | 0 | - | - | 738 | 315.83 | 8.51 | 8.51 | VIII-IX |
| 8 | City Kvart | 0 | - | - | 232 | 265.37 | 8.22 | 8.22 | VIII |
| 9 | Vukovci Ponari | 1290 | 205.58 | 7.80 | 940 | 433.05 | 9.03 | 8.32 | VIII-IX |
| 10 | Dajbabe | 303 | 145.88 | 7.26 | 2597 | 284.77 | 8.34 | 8.22 | VIII |
| 11 | Tološi ii | 188 | 122.14 | 6.98 | 217 | 221.02 | 7.92 | 7.48 | VII-VIII |
| 12 | Konik | 1 | 118.94 | 6.94 | 1722 | 246.26 | 8.10 | 8.10 | VIII |
| 13 | Tolosi I | 595 | 124.31 | 7.00 | 548 | 244.13 | 8.08 | 7.52 | VII-VIII |
| 14 | Komani | 4496 | 132.21 | 7.10 | 1403 | 243.31 | 8.08 | 7.33 | VII-VIII |
| 15 | Zabjelo | 52 | 142.04 | 7.21 | 404 | 262.35 | 8.20 | 8.09 | VIII |
| 16 | Doljani | 4188 | 99.97 | 6.67 | 33 | 204.87 | 7.80 | 6.68 | VII |
| 17 | Trmanje | 2826 | 60.11 | 5.90 | 0 | - | - | 5.90 | VI |
| 18 | Vranjina | 0 | - | - | 2144 | 475.94 | 9.19 | 9.19 | IX |
| 19 | Momišići | 313 | 120.92 | 6.96 | 84 | 229.46 | 7.98 | 7.18 | VII |
| 20 | Ubli | 40386 | 63.26 | 5.97 | 0 | - | - | 5.97 | VI |
| 21 | Bioče | 10835 | 77.15 | 6.27 | 0 | - | - | 6.27 | VI |
| 22 | Lješk. i Donji Kokoti | 2943 | 159.86 | 7.40 | 2275 | 297.20 | 8.41 | 7.84 | VIII |
| 23 | Balabani Gostilj | 0 | - | - | 2207 | 414.56 | 8.96 | 8.96 | IX |
| 24 | Gornja Zeta | 0 | - | - | 1131 | 335.82 | 8.61 | 8.61 | IX |
| 25 | Donja Gorica | 50 | 140.86 | 7.20 | 1155 | 273.06 | 8.27 | 8.22 | VIII |
| 26 | Stara Varoš | 0 | - | - | 266 | 248.81 | 8.11 | 8.11 | VIII |
| 27 | Barutana | 4921 | 178.86 | 7.58 | 336 | 404.38 | 8.92 | 7.67 | VIII |
| 28 | Krusevac | 0 | - | - | 140 | 246.35 | 8.10 | 8.10 | VIII |
| 29 | Stari aerodrom | 0 | - | - | 277 | 256.18 | 8.16 | 8.16 | VIII |
| 30 | Ljubović | 27 | 131.85 | 7.10 | 410 | 251.50 | 8.13 | 8.07 | VIII |
| 31 | Stijena | 16359 | 83.16 | 6.38 | 515 | 202.74 | 7.78 | 6.43 | VI-VII |
| 32 | Goričani | 13 | 206.85 | 7.81 | 695 | 404.95 | 8.92 | 8.90 | IX |
| 33 | Pelev Brijeg | 9647 | 63.82 | 5.98 | 0 | - | - | 5.98 | VI |
| 34 | Golubovci | 0 | - | - | 4909 | 364.32 | 8.74 | 8.74 | IX |
| 35 | Rogami | 1932 | 108.35 | 6.79 | 266 | 208.46 | 7.83 | 6.92 | VII |
| 36 | Fundina | 2383 | 102.23 | 6.70 | 0 | - | - | 6.70 | VII |
| 37 | Proleter | 0 | - | - | 181 | 210.55 | 7.84 | 7.84 | VIII |
| 38 | Blok V i VI | 0 | - | - | 86 | 236.95 | 8.03 | 8.03 | VIII |
| 39 | Drač | 0 | - | - | 61 | 250.00 | 8.12 | 8.12 | VIII |
| 40 | Zagorič | 110 | 118.69 | 6.93 | 614 | 206.95 | 7.81 | 7.68 | VIII |
| 42 | Mataguži | 0 | - | - | 3450 | 381.94 | 8.82 | 8.82 | IX |
| 43 | 19. decembar | 0 | - | - | 61 | 257.86 | 8.17 | 8.17 | VIII |
| 44 | Brskut | 6021 | 55.57 | 5.78 | 0 | - | - | 5.78 | VI |
| 45 | Trinaesti jul | 0 | - | - | 72 | 240.09 | 8.06 | 8.06 | VIII |
| 46 | Gornja Gorica | 29 | 139.31 | 7.18 | 495 | 255.58 | 8.16 | 8.10 | VIII |
| 47 | Lijeva Rijeka | 21403 | 48.49 | 5.58 | 0 | - | - | 5.58 | V-VI |
| 48 | Donja Zeta | 0 | - | - | 4606 | 451.71 | 9.11 | 9.11 | IX |
| 49 | Vranj | 0 | - | - | 3317 | 332.69 | 8.59 | 8.59 | VIII-IX |
| 50 | Gorica | 54 | 120.74 | 6.96 | 55 | 236.61 | 8.03 | 7.50 | VII-VIII |
| 51 | Masline II | 0 | - | - | 116 | 234.37 | 8.02 | 8.02 | VIII |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Tabela LXX. Statistička analiza scenarija zemljotresa na rasjedu R4: ponderisani intenzitet 6.64, EMS98 = VII.

| R.br. | Mjesna zajednica | Čvrsta stijena (B3) | | | Meko tlo (C1 i C2) | | | Ponderisna sredina | |
|-------|----------------------|---------------------|------------|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|------------------|
| | | n | AC srednje | Intenzitet | n | AC srednje | Intenzitet | Intenzitet | Intenzitet EMS98 |
| 1 | Gradac | 8406 | 104.61 | 6.74 | 0 | - | - | 6.74 | VII |
| 2 | Nova Varoš | 55 | 120.40 | 6.95 | 118 | 232.83 | 8.01 | 7.67 | VIII |
| 3 | Zlatica | 195 | 110.30 | 6.82 | 190 | 209.11 | 7.83 | 7.32 | VII-VIII |
| 4 | Masline | 881 | 116.30 | 6.90 | 278 | 219.97 | 7.91 | 7.14 | VII |
| 5 | Mahala Mojanovići | 8 | 117.90 | 6.92 | 1391 | 241.45 | 8.06 | 8.06 | VIII |
| 6 | Velje Brdo | 944 | 117.67 | 6.92 | 136 | 227.99 | 7.97 | 7.05 | VII |
| 7 | Botun | 0 | - | - | 738 | 241.48 | 8.06 | 8.06 | VIII |
| 8 | City Kvart | 0 | - | - | 232 | 247.41 | 8.10 | 8.10 | VIII |
| 9 | Vukovci Ponari | 1290 | 114.25 | 6.87 | 940 | 219.90 | 7.91 | 7.31 | VII-VIII |
| 10 | Dajbabe | 303 | 125.27 | 7.02 | 2597 | 241.23 | 8.06 | 7.95 | VIII |
| 11 | Tološi ii | 188 | 120.74 | 6.96 | 217 | 217.41 | 7.89 | 7.46 | VII-VIII |
| 12 | Konik | 1 | 118.80 | 6.93 | 1722 | 232.39 | 8.00 | 8.00 | VIII |
| 13 | Tolosi I | 595 | 120.46 | 6.96 | 548 | 229.23 | 7.98 | 7.45 | VII-VIII |
| 14 | Komani | 4496 | 110.15 | 6.82 | 1403 | 225.26 | 7.95 | 7.09 | VII |
| 15 | Zabjelo | 52 | 125.07 | 7.01 | 404 | 234.31 | 8.02 | 7.90 | VIII |
| 16 | Doljani | 4188 | 106.96 | 6.77 | 33 | 214.12 | 7.87 | 6.78 | VII |
| 17 | Trmanje | 2826 | 65.91 | 6.03 | 0 | - | - | 6.03 | VI |
| 18 | Vranjina | 0 | - | - | 2144 | 189.73 | 7.67 | 7.67 | VIII |
| 19 | Momišići | 313 | 120.37 | 6.95 | 84 | 226.82 | 7.96 | 7.17 | VII |
| 20 | Ubli | 40386 | 67.54 | 6.07 | 0 | - | - | 6.07 | VI |
| 21 | Bioče | 10835 | 86.09 | 6.44 | 0 | - | - | 6.44 | VI-VII |
| 22 | Lješ. i Donji Kokoti | 2943 | 121.20 | 6.97 | 2275 | 237.20 | 8.04 | 7.43 | VII-VIII |
| 23 | Balabani Gostilj | 0 | - | - | 2207 | 215.90 | 7.88 | 7.88 | VIII |
| 24 | Gornja Zeta | 0 | - | - | 1131 | 247.41 | 8.10 | 8.10 | VIII |
| 25 | Donja Gorica | 50 | 124.58 | 7.01 | 1155 | 234.13 | 8.01 | 7.97 | VIII |
| 26 | Stara Varoš | 0 | - | - | 266 | 232.00 | 8.00 | 8.00 | VIII |
| 27 | Barutana | 4921 | 117.30 | 6.91 | 336 | 229.13 | 7.98 | 6.98 | VII |
| 28 | Krusevac | 0 | - | - | 140 | 233.97 | 8.01 | 8.01 | VIII |
| 29 | Stari aerodrom | 0 | - | - | 277 | 244.58 | 8.09 | 8.09 | VIII |
| 30 | Ljubović | 27 | 123.53 | 6.99 | 410 | 232.58 | 8.00 | 7.94 | VIII |
| 31 | Stijena | 16359 | 91.82 | 6.54 | 515 | 216.45 | 7.89 | 6.58 | VI-VII |
| 32 | Goričani | 13 | 113.39 | 6.86 | 695 | 228.49 | 7.97 | 7.95 | VIII |
| 33 | Pelev Brijeg | 9647 | 70.05 | 6.12 | 0 | - | - | 6.12 | VI |
| 34 | Golubovci | 0 | - | - | 4909 | 231.08 | 7.99 | 7.99 | VIII |
| 35 | Rogami | 1932 | 113.87 | 6.87 | 266 | 214.26 | 7.87 | 6.99 | VII |
| 36 | Fundina | 2383 | 107.21 | 6.77 | 0 | - | - | 6.77 | VII |
| 37 | Proleter | 0 | - | - | 181 | 217.42 | 7.89 | 7.89 | VIII |
| 38 | Blok V i VI | 0 | - | - | 86 | 229.38 | 7.98 | 7.98 | VIII |
| 39 | Drač | 0 | - | - | 61 | 243.15 | 8.08 | 8.08 | VIII |
| 40 | Zagorič | 110 | 119.30 | 6.94 | 614 | 213.86 | 7.87 | 7.73 | VIII |
| 42 | Mataguži | 0 | - | - | 3450 | 210.03 | 7.84 | 7.84 | VIII |
| 43 | 19. decembar | 0 | - | - | 61 | 245.43 | 8.09 | 8.09 | VIII |
| 44 | Brskut | 6021 | 58.97 | 5.87 | 0 | - | - | 5.87 | VI |
| 45 | Trinaesti jul | 0 | - | - | 72 | 233.69 | 8.01 | 8.01 | VIII |
| 46 | Gornja Gorica | 29 | 124.60 | 7.01 | 495 | 232.81 | 8.01 | 7.95 | VIII |
| 47 | Lijeva Rijeka | 21403 | 50.40 | 5.63 | 0 | - | - | 5.63 | VI |
| 48 | Donja Zeta | 0 | - | - | 4606 | 206.50 | 7.81 | 7.81 | VIII |
| 49 | Vranj | 0 | - | - | 3317 | 227.53 | 7.97 | 7.97 | VIII |
| 50 | Gorica | 54 | 120.08 | 6.95 | 55 | 232.17 | 8.00 | 7.48 | VII-VIII |
| 51 | Masline II | 0 | - | - | 116 | 236.88 | 8.03 | 6.74 | VIII |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Tabela LXXI. Statistička analiza scenarija zemljotresa na rasjedy R5: ponderisani intenzitet 6.41, EMS98 = VI - VII.

| R.br. | Mjesna zajednica | Čvrsta stijena (B3) | | | Meko tlo (C1 i C2) | | | Ponderisna sredina | |
|-------|-----------------------|---------------------|------------|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|------------------|
| | | n | AC srednje | Intenzitet | n | AC srednje | Intenzitet | Intenzitet | Intenzitet EMS98 |
| 1 | Gradac | 8406 | 108.42 | 6.79 | 0 | - | - | 6.79 | VII |
| 2 | Nova Varoš | 55 | 84.98 | 6.42 | 118 | 165.19 | 7.45 | 7.12 | VII |
| 3 | Zlatica | 195 | 77.07 | 6.27 | 190 | 145.83 | 7.26 | 6.76 | VII |
| 4 | Masline | 881 | 81.42 | 6.35 | 278 | 154.63 | 7.35 | 6.59 | VI-VII |
| 5 | Mahala Mojanovići | 8 | 113.66 | 6.86 | 1391 | 216.36 | 7.89 | 7.88 | VIII |
| 6 | Velje Brdo | 944 | 84.61 | 6.41 | 136 | 164.10 | 7.44 | 6.54 | VI-VII |
| 7 | Botun | 0 | - | - | 738 | 196.90 | 7.73 | 7.73 | VIII |
| 8 | City Kvart | 0 | - | - | 232 | 180.11 | 7.59 | 7.59 | VII-VIII |
| 9 | Vukovci Ponari | 1290 | 118.97 | 6.94 | 940 | 250.01 | 8.12 | 7.44 | VII-VIII |
| 10 | Dajbabe | 303 | 94.86 | 6.59 | 2597 | 184.33 | 7.63 | 7.52 | VII-VIII |
| 11 | Tološi ii | 188 | 86.27 | 6.44 | 217 | 155.66 | 7.36 | 6.93 | VII |
| 12 | Konik | 1 | 83.48 | 6.39 | 1722 | 167.19 | 7.47 | 7.47 | VII-VIII |
| 13 | Tolosi I | 595 | 88.32 | 6.48 | 548 | 169.92 | 7.50 | 6.97 | VII |
| 14 | Komani | 4496 | 98.70 | 6.65 | 1403 | 172.00 | 7.52 | 6.85 | VII |
| 15 | Zabjelo | 52 | 93.24 | 6.56 | 404 | 173.37 | 7.53 | 7.42 | VII-VIII |
| 16 | Doljani | 4188 | 75.32 | 6.23 | 33 | 149.32 | 7.29 | 6.24 | VI |
| 17 | Trmanje | 2826 | 56.13 | 5.79 | 0 | - | - | 5.79 | VI |
| 18 | Vranjina | 0 | - | - | 2144 | 295.54 | 8.40 | 8.40 | VIII-IX |
| 19 | Momišići | 313 | 85.25 | 6.42 | 84 | 160.68 | 7.41 | 6.63 | VII |
| 20 | Ubli | 40386 | 56.32 | 5.80 | 0 | - | - | 5.80 | VI |
| 21 | Bioče | 10835 | 65.07 | 6.01 | 0 | - | - | 6.01 | VI |
| 22 | Lješk. i Donji Kokoti | 2943 | 102.99 | 6.71 | 2275 | 191.05 | 7.69 | 7.14 | VII |
| 23 | Balabani Gostilj | 0 | - | - | 2207 | 234.16 | 8.01 | 8.01 | VIII |
| 24 | Gornja Zeta | 0 | - | - | 1131 | 205.94 | 7.81 | 7.81 | VIII |
| 25 | Donja Gorica | 50 | 93.85 | 6.57 | 1155 | 179.62 | 7.59 | 7.54 | VII-VIII |
| 26 | Stara Varoš | 0 | - | - | 266 | 168.47 | 7.48 | 7.48 | VII-VIII |
| 27 | Barutana | 4921 | 112.48 | 6.85 | 336 | 239.10 | 8.05 | 6.93 | VII |
| 28 | Krusevac | 0 | - | - | 140 | 168.29 | 7.48 | 7.48 | VII-VIII |
| 29 | Stari aerodrom | 0 | - | - | 277 | 174.74 | 7.54 | 7.54 | VII-VIII |
| 30 | Ljubović | 27 | 89.25 | 6.49 | 410 | 168.89 | 7.49 | 7.43 | VII-VIII |
| 31 | Stijena | 16359 | 69.00 | 6.10 | 515 | 157.72 | 7.38 | 6.14 | VI |
| 32 | Goričani | 13 | 118.92 | 6.94 | 695 | 233.16 | 8.01 | 7.99 | VIII |
| 33 | Pelev Brijeg | 9647 | 57.57 | 5.83 | 0 | - | - | 5.83 | VI |
| 34 | Golubovci | 0 | - | - | 4909 | 213.94 | 7.87 | 7.87 | VIII |
| 35 | Rogami | 1932 | 79.98 | 6.32 | 266 | 150.59 | 7.31 | 6.44 | VI-VII |
| 36 | Fundina | 2383 | 75.97 | 6.25 | 0 | - | - | 6.25 | VI |
| 37 | Proleter | 0 | - | - | 181 | 151.77 | 7.32 | 7.32 | VII-VIII |
| 38 | Blok V i VI | 0 | - | - | 86 | 164.30 | 7.44 | 7.44 | VII-VIII |
| 39 | Drač | 0 | - | - | 61 | 172.62 | 7.52 | 7.52 | VII-VIII |
| 40 | Zagorič | 110 | 83.86 | 6.40 | 614 | 149.61 | 7.30 | 7.16 | VII |
| 42 | Mataguži | 0 | - | - | 3450 | 218.28 | 7.90 | 7.90 | VIII |
| 43 | 19. decembar | 0 | - | - | 61 | 175.74 | 7.55 | 7.55 | VII-VIII |
| 44 | Brskut | 6021 | 52.35 | 5.69 | 0 | - | - | 5.69 | VI |
| 45 | Trinaesti jul | 0 | - | - | 72 | 166.42 | 7.46 | 7.46 | VII-VIII |
| 46 | Gornja Gorica | 29 | 93.06 | 6.56 | 495 | 172.80 | 7.52 | 7.47 | VII-VIII |
| 47 | Lijeva Rijeka | 21403 | 47.99 | 5.56 | 0 | - | - | 5.56 | V-VI |
| 48 | Donja Zeta | 0 | - | - | 4606 | 260.05 | 8.19 | 8.19 | VIII |
| 49 | Vranj | 0 | - | - | 3317 | 199.83 | 7.76 | 7.76 | VIII |
| 50 | Gorica | 54 | 84.61 | 6.41 | 55 | 164.32 | 7.44 | 6.93 | VII |
| 51 | Masline II | 0 | - | - | 116 | 166.08 | 7.46 | 7.46 | VII-VIII |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Tabela LXXII. Statistička analiza scenarija zemljotresa na rasjedu R6: ponderisani intenzitet 6.37, EMS98 = VI - VII.

| R.br. | Mjesna zajednica | Čvrsta stijena (B3) | | | Meko tlo (C1 i C2) | | | Ponderisna sredina | |
|-------|----------------------|---------------------|------------|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|------------------|
| | | n | AC srednje | Intenzitet | n | AC srednje | Intenzitet | Intenzitet | Intenzitet EMS98 |
| 1 | Gradac | 8406 | 136.41 | 7.15 | 0 | - | - | 7.15 | VII |
| 2 | Nova Varoš | 55 | 87.53 | 6.46 | 118 | 170.71 | 7.51 | 7.17 | VII |
| 3 | Zlatica | 195 | 76.89 | 6.27 | 190 | 147.14 | 7.27 | 6.76 | VII |
| 4 | Masline | 881 | 80.62 | 6.34 | 278 | 154.82 | 7.35 | 6.58 | VI-VII |
| 5 | Mahala Mojanovići | 8 | 116.11 | 6.90 | 1391 | 218.84 | 7.90 | 7.90 | VIII |
| 6 | Velje Brdo | 944 | 91.26 | 6.53 | 136 | 176.87 | 7.56 | 6.66 | VII |
| 7 | Botun | 0 | - | - | 738 | 208.56 | 7.83 | 7.83 | VIII |
| 8 | City Kvart | 0 | - | - | 232 | 190.37 | 7.68 | 7.68 | VIII |
| 9 | Vukovci Ponari | 1290 | 121.70 | 6.97 | 940 | 254.79 | 8.15 | 7.47 | VII-VIII |
| 10 | Dajbabe | 303 | 99.65 | 6.66 | 2597 | 192.99 | 7.70 | 7.59 | VII-VIII |
| 11 | Tološi ii | 188 | 91.70 | 6.53 | 217 | 165.65 | 7.46 | 7.03 | VII |
| 12 | Konik | 1 | 83.19 | 6.38 | 1722 | 165.67 | 7.46 | 7.46 | VII-VIII |
| 13 | Tolosi I | 595 | 96.54 | 6.61 | 548 | 186.02 | 7.64 | 7.11 | VII |
| 14 | Komani | 4496 | 119.08 | 6.94 | 1403 | 192.40 | 7.70 | 7.12 | VII |
| 15 | Zabjelo | 52 | 97.23 | 6.62 | 404 | 180.63 | 7.60 | 7.48 | VII-VIII |
| 16 | Doljani | 4188 | 73.43 | 6.20 | 33 | 149.22 | 7.29 | 6.20 | VI |
| 17 | Trmanje | 2826 | 53.38 | 5.72 | 0 | - | - | 5.72 | VI |
| 18 | Vranjina | 0 | - | - | 2144 | 288.33 | 8.36 | 8.36 | VIII-IX |
| 19 | Momišići | 313 | 89.16 | 6.49 | 84 | 167.00 | 7.47 | 6.70 | VII |
| 20 | Ubli | 40386 | 50.21 | 5.63 | 0 | - | - | 5.63 | VI |
| 21 | Bioče | 10835 | 63.62 | 5.98 | 0 | - | - | 5.98 | VI |
| 22 | Lješ. i Donji Kokoti | 2943 | 114.89 | 6.88 | 2275 | 207.44 | 7.82 | 7.29 | VII |
| 23 | Balabani Gostilj | 0 | - | - | 2207 | 213.05 | 7.86 | 7.86 | VIII |
| 24 | Gornja Zeta | 0 | - | - | 1131 | 212.69 | 7.86 | 7.86 | VIII |
| 25 | Donja Gorica | 50 | 101.26 | 6.69 | 1155 | 194.22 | 7.71 | 7.67 | VIII |
| 26 | Stara Varoš | 0 | - | - | 266 | 176.42 | 7.56 | 7.56 | VII-VIII |
| 27 | Barutana | 4921 | 129.34 | 7.07 | 336 | 261.29 | 8.19 | 7.14 | VII |
| 28 | Krusevac | 0 | - | - | 140 | 175.54 | 7.55 | 7.55 | VII-VIII |
| 29 | Stari aerodrom | 0 | - | - | 277 | 177.50 | 7.57 | 7.57 | VII-VIII |
| 30 | Ljubović | 27 | 92.69 | 6.55 | 410 | 174.44 | 7.54 | 7.48 | VII-VIII |
| 31 | Stijena | 16359 | 70.34 | 6.13 | 515 | 169.35 | 7.49 | 6.17 | VI |
| 32 | Goričani | 13 | 118.24 | 6.93 | 695 | 228.91 | 7.98 | 7.96 | VIII |
| 33 | Pelev Brijeg | 9647 | 53.86 | 5.73 | 0 | - | - | 5.73 | VI |
| 34 | Golubovci | 0 | - | - | 4909 | 200.90 | 7.77 | 7.77 | VIII |
| 35 | Rogami | 1932 | 82.65 | 6.37 | 266 | 156.28 | 7.37 | 6.49 | VI-VII |
| 36 | Fundina | 2383 | 71.70 | 6.16 | 0 | - | - | 6.16 | VI |
| 37 | Proleter | 0 | - | - | 181 | 152.32 | 7.32 | 7.32 | VII-VIII |
| 38 | Blok V i VI | 0 | - | - | 86 | 173.10 | 7.53 | 7.53 | VII-VIII |
| 39 | Drač | 0 | - | - | 61 | 176.81 | 7.56 | 7.56 | VII-VIII |
| 40 | Zagorič | 110 | 85.94 | 6.43 | 614 | 153.17 | 7.33 | 7.20 | VII |
| 42 | Mataguži | 0 | - | - | 3450 | 186.72 | 7.65 | 7.65 | VIII |
| 43 | 19. decembar | 0 | - | - | 61 | 180.28 | 7.59 | 7.59 | VII-VIII |
| 44 | Brskut | 6021 | 46.71 | 5.52 | 0 | - | - | 5.52 | V-VI |
| 45 | Trinaesti jul | 0 | - | - | 72 | 173.27 | 7.53 | 7.53 | VII-VIII |
| 46 | Gornja Gorica | 29 | 99.87 | 6.66 | 495 | 186.13 | 7.64 | 7.59 | VII-VIII |
| 47 | Lijeva Rijeka | 21403 | 42.34 | 5.38 | 0 | - | - | 5.38 | V-VI |
| 48 | Donja Zeta | 0 | - | - | 4606 | 244.83 | 8.09 | 8.09 | VIII |
| 49 | Vranj | 0 | - | - | 3317 | 180.87 | 7.60 | 7.60 | VII-VIII |
| 50 | Gorica | 54 | 86.53 | 6.44 | 55 | 168.23 | 7.48 | 6.97 | VII |
| 51 | Masline II | 0 | - | - | 116 | 168.41 | 7.48 | 7.15 | VII-VIII |

Opštinski tim za zaštitu i spašavanje Glavnog grada Podgorica

| ČLANOVI TIMA |
|---|
| 1. prof. dr Saša Mujović, gradonačelnik Glavnog grad Podgorica – rukovodilac |
| 2. Nikola Bojanović, v.d. komandira Službe zaštite i spašavanja Glavnog grada Podgorica – |
| 3. Vesna Brajović, v.d. rukovoditeljka Službe gradonačelnika – sekretar |
| 4. ppk Rajko Radović, Vojska Crne Gore – član |
| 5. Goran Jokić, Centar bezbjednosti – član |
| 6. Midorag Bešović, Direktorat za zaštitu i spašavanja – član |
| 7. Dr Dragana Durković – Perović, Dom zdravlja Podgorica – član |
| 8. Dragan Božović, Crveni krst – član |
| 9. Vuk Nikitović, Hitna medicinska pomoć – član |
| 10. Branko Živković, PVU “Animavel” Podgorica – član |
| 11. Nikola Živković, CEDIS – član |
| 12. Dragan Bukorović, “Crnagoraput” AD Podgorica – član |
| 13. Igor Šubalić, Opština Zeta – šef Komunalne policije – član |
| 14. Rexhep Cunmulaj, Opština Tuzi – član |
| 15. Balša Špadijer, Sekretarijat za finansijske poslove i analizu budžeta Glavnog grad Podgorica – |
| 16. Branka Knežević, Sekretarijat za planiranje prostora i održivi razvoj Glavnog grada Podgorica – |
| 17. Andrija Babović, Sekretarijat za komunalne poslove Glavnog grada Podgorica – član |
| 18. Branko Kovačević, Uprava za inspekcijske poslove – član |
| 19. Radenko Radenović, Služba komunalne policije – član |
| 20. Vaska Šišević, Služba glavnog administratora Glavnog grad aPodgorica – član |
| 21. Vladimir Tomović, Agencija za stanovanje DOO – član |
| 22. Radoš Zečević, “Putevi” DOO – član |
| 23. Nemanja Gajović, “Zelenilo” DOO – član |
| 24. Aleksandar Nišavić, “Vodovod i kanalizacija” DOO – član |
| 25. Denis Hot, “Čistoća” DOO – član |
| 26. Predrag Šćepanović, “Komunalne usluge” DOO – član |
| 27. Radonja Vulikić, “Pogrebne usluge” DOO – član |
| 28. Stojan Sjekloća, Agencija za upravljanje zaštićenim područjima Podgorice DOO – član |

Ljudski i materijalni resursi službe zaštite i spašavanja (prema podacima od 12.09.2022. g.)

| | | | |
|--|---|----------------------|----------|
| Naziv društva: | Služba zaštite i spašavanja Podgorica | | |
| Ukupno zaposlenih: | 101 | | |
| Vatrogasci – spasioci | 73 | | |
| Komunikacija u Službi: TETRA sistem | Uređaj | Komada: | |
| | Radio stanice: | 74 | |
| Specijalizovana vozila sa PP opremom: | 27 vozila | | |
| Posebne akcije spašavanja: | Ljudski resursi: | Materijalni resursi: | |
| | | Vrsta | Komad |
| Spašavanje u slučaju poplava | Tim od 10 članova | Gumeni čamci: | 2 komada |
| Spašavanje na brzim vodama | Tim od 10 članova | Metalni čamci: | 2 komada |
| | | Ronilačka oprema | / |
| Materijalni resursi: | Tehničko vozilo za nesreće | | |
| | Hidraulični alati za podizanje tereta | | |
| | Hidraulični jastuci za podizanje tereta | | |
| | Ručni alati (šege, brusilica, čekići, tesle, lampe, reflektori) | | |
| | Motorne šege | | |
| | Podupirači | | |
| | Stube | | |
| | Alpinistička oprema (konopci, korullturače) | | |
| | Specijalni tronošci za izvlačenje iz dubina | | |
| | Lična zaštitna oprema | | |
| | Šatori za smještaj ugroženih lica (do 100 osoba može stati) | | |
| | Nosila | | |
| | Spinalne daske | | |
| | Spusnica za evakuaciju | | |
| | Termovizijska kamera | | |

Pregled ljudskih i materijalnih resursa organa lokalne samouprave, privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika

| Naziv društva: | DEPONIJA DOO Podgorica | |
|-----------------------------|--|---------------|
| Ljudski resursi: | Ukupno: | 173 zaposlena |
| | Muškarci: | 125 |
| | Žene: | 48 |
| | Osposobljeni za pružanje prve pomoći: | 7 |
| Materijalni resursi: | Naziv sredstva: | |
| | Kombinirka (Caterpillar 444) | |
| | Bager gusjeničar (Hyundai 140 LC-9 RobexS) | |
| | Buldožer (Komatsu 61 px) | |
| | Buldožer (Dressta TD-15M) | |
| | Kompaktor (Bomag BC 572 RB) | |
| | Kompaktor (Bomag BC 572 RB-2) | |
| | Kompaktor (Caterpillar 816) | |
| | Buldožer CAT | |
| | Univerzalni šreder (Tehnix) | |
| | Droblilica Arjes 300 | |
| | Bager gusjeničar Doosan DX 225 NLC | |
| | Bager gusjeničar HYUNDAI HX300S L | |
| | Bager gusjeničar HYUNDAI HX235LCRT3 | |
| | Kompaktor (Volvo BM L 160) | |
| | Telehender Sennebogen | |
| | Utovarivač (JCB531-70) | |
| | Kamion (Mercedes ACTROS) | |
| | Kamion Mercedes 814 | |
| | Kamion Mercedes 809 | |
| | Viljuškar FLO1 Maximal - 1 | |
| | Viljuškar FLO01 Maximal - 2 | |
| | Viljuškar TOYOTA | |
| | Viljuškar TOYOTA TONERO | |
| | Viljuškar Caterpillar | |
| | Teretno vozilo TATA XENON 2.2 DICOR (sandučar) | |
| | Teretno vozilo TATA XENON 2.2 DICOR gorivo | |
| | Kombi Citroen JUMPER 3.0 HDI | |
| | Kombi Ford Transit | |
| | Kombi Renault Master | |
| | Kamion RENO 380 DX (VVU) | |
| | Kamion RENO T460 | |
| | Kamion NISAN ATLEON 110 | |
| Vatrogasni FAP 2228 | | |
| Kamion ISUZU | | |
| Renault Truck D26 Wide P6x2 | | |
| Bager pauk – Menzi Muck | | |
| Kamion FORD kiper | | |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|---------------|
| Naziv društva: | Pogrebne usluge DOO Podgorica | |
| Ljudski resursi: | Svi zaposleni u Društvu | |
| | Osposobljavanje za prvu pomoć: | 14 zaposlenih |
| Materijalni resursi: | Nema | |

| | | |
|-----------------------------|---|--|
| Naziv društva: | Agencija za izgradnju i razvoj Podgorice DOO | |
| Ljudski resursi: | Zaposleni u Drštvu shodno svojim mogućnostima | |
| Materijalni resursi: | Nema | |

| | | |
|-----------------------------|---|--|
| Naziv društva: | Zelenilo DOO Podgorica | |
| Ljudski resursi: | Nema obučениh pojedinaca za učeće u akcijama spašavanje | |
| Materijalni resursi: | Cisterna za navodnjavanje zelenih površina | |
| | Kamion | |

| | | |
|-----------------------------|--|--|
| Naziv društva: | Agencija za upravljanje zaštićenim područjima Podgorice | |
| Ljudski resursi: | Rendžerska služba (šef i dva člana) | |
| Materijalni resursi: | Terensko vozilo – Lada Niva | |

| | | |
|------------------------------------|--|----------------|
| Naziv društva: | SPORTSKI OBJEKTI DOO Podgorica | |
| Ljudski resursi: | Ukupno: | 107 zaposlenih |
| Materijalni resursi: | Naziv sredstva: | |
| | Traktor GOLDONI 45 | |
| | Električno sanitetsko vozilo | |
| | Prikolica za traktor i auto (2 komada) | |
| | Priključna mašina za nasipanje pijeska | |
| | Mašina za čišćenje na baterije | |
| Mašina za čišćenje ALTO električna | | |

| | | |
|--|--|--------------|
| Naziv društva: | PUTEVI DOO Podgorica | |
| Ljudski resursi: | Ukupno: | 64 zaposlena |
| | Zaštitari-portiri | 9 |
| | Putari-asfalteri | 22 |
| | Vozači kamiona i građevinskih mašina | 24 |
| | Autoelektričar | 1 |
| | Automehaničar | 1 |
| | Bravar | 2 |
| | Osposobljeni za pružanje prve pomoći: | 5 |
| Materijalni resursi: | Naziv sredstva: | |
| | Niskonoseća prikolica Gorica (više vrsta i komada) | |
| | Finišer za asfalt (2 komada) | |
| | Glodalica za asfalt (2 komada) | |
| | Utovarivač (2 komada) | |
| | Asfaltna baza (2 komada) | |
| | Polumobilna konusna drobilica sa sitom za prosijavanje | |
| Kombinovani vibracioni valjak | | |
| Dvostruki vibracioni valjak (2 komada) | | |

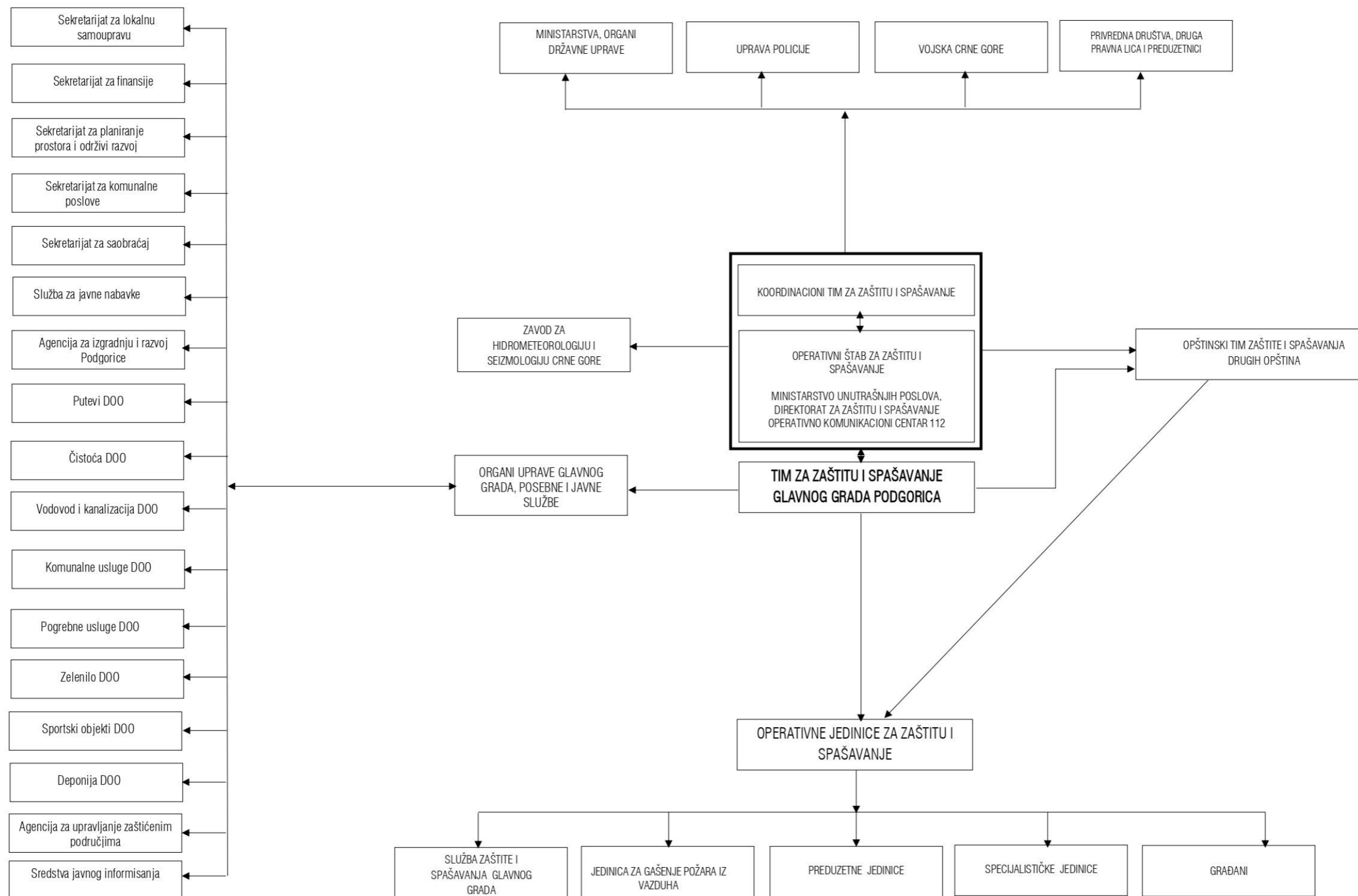
PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | |
|--|--|
| | Građevinska mašina Caterpillar (3 komada) |
| | Pumpa za istakanje dizel goriva |
| | Pumpa za istakanje benzina |
| | Fap 2628 |
| | Fap kiper (2 komada) |
| | Poluteretno vozilo ISUSU |
| | Fap snjegočistač (2 komada) |
| | Putničko vozilo (više modela i komada) |
| | Dostavno vozilo (više modela i komada) |
| | Kamion kiper (više modela i komada) |
| | Građevinska mašina Case Terna Gormata |
| | Linija za drobljenje i prosijavanje šljunka |
| | Terensko vozilo (više vrsta i komada) |
| | Mašina za čišćenje i zalivanje pukotina na asfaltiranim površinama |
| | Građevinska mašina bager, rovokopač, gusjeničar (više komada) |
| | Građevinska mašina utovarivač sa čeonom kašikom |
| | Valjak (pegla-pegla) (2 komada) |
| | Specijalno vozilo sa opremom i priključnim oruđima |
| | Kamion tegljač |
| | Autobusi |
| | Valjak (guma-guma) |

| | |
|-----------------------------|--|
| Naziv društva: | Čistoća D00 |
| Ljudski resursi: | Svi zaposleni u Društvu |
| | Osposobljavanje za pružanje prve pomoći: 10 zaposlenih |
| Materijalni resursi: | Teretno specijalno vozilo grajfer |
| | Autocistijerne – 3 komada |
| | Autokiperi – 5 komada |
| | Pres kontejneri |

| | |
|-----------------------------|--|
| Naziv društva: | Komunalne usluge D00 |
| Ljudski resursi: | Svi zaposleni u Društvu (oko 120), od čega je približno 40-ak angažovano u tehničkom sektoru |
| | Osposobljavanje za pružanje prve pomoći: 10 zaposlenih |
| Materijalni resursi: | Autokorpe za rad na visini – 2 grajfera |
| | Autodizalice sa korpama – 8 komada |
| | Merdevine |
| | Oprema za održavanje javne rasvjete i svjetlosne signalizacije |

Organizaciona šema djelovanja



Uputstvo za postupanje građana u slučaju zemljotresa

PRIJE ZEMLJOTRESA

- U STANU, KUĆI ILI NA POSLU ODREDITI JEDNO SIGURNO MJESTO U VEĆOJ PROSTORIJI,
- ZNATI GDJE JE GLAVNA SKLOPKA ZA STRUJU, VENTIL ZA PLIN I ZA VODU I ZNATI KAKO SE ZATVARAJU (slika 1).

ZA VRIJEME ZEMLJOTRESA

- SAČUVATI PRISEBNOST, NE PANIČITI JER JE PANIKA VRLO POGUBNA (slika 2),
- AKO SE ZATEKNETE U NIŽIM PROSTORIJAMA OBJEKTA, PRI PRVIM PODRHTAVANJIMA IZAĐITE VAN OBJEKTA NA SLOBODNI PROSTOR,
- UDALJITE SE OD: OBJEKATA - GRAĐEVINA, STABALA, ULIČNIH SVETILJKI (slika 3),
- AKO STE NA VIŠIM SPRATOVIMA SKLONITE SE NA MJESTA GDJE SE TREBA SKLONITI.

MJESTA GDJE SE TREBA SKLONITI**LEGNITE PORED:**

- LEŽAJA, SOFE, KOMODE, KAMINA, AUTA, BILO KOJEG VELIKOG OBJEKTA, DIJELA NAMJEŠTAJA, IZMEĐU STOLOVA, ŠTO BLIŽE SPOLJNIM NOSIVIM ZIDOVIMA, PORED SLOŽAJA PAPIRA, DALJE OD STAKLENIH POVRŠINA I SL. (slike 4 i 5),
- UKOLIKO NIJESTE U MOGUĆNOSTI DA LAKO I BRZO IZAĐETE IZ OBJEKTA LEŽITE NA POD I ZAUZMITE FETALNI POLOŽAJ (POLOŽAJ KOJI IMA FETUS U STOMAKU MAJKE) - INSTINKTIVNO ŽIVOTINJE I MALA DJECA KADA SU U OPASNOSTI ZAUZIMAJU OVAJ POLOŽAJ.

MJESTA GDJE SE NE TREBA SKLANJATI

- U KREVTU - UKOLIKO OŠTANETE U KREVTU PLAFON ĆE SE URUŠITI NA VAS,
- U OKVIR VRATA - KADA OKVIR PADNE NAPRIJED ILI NAZAD, SKLIZNE U STRANU POD PRITISKOM, PLAFON I MATERJAL IZNAD VRATA PADAJU NA VAS,
- ISPOD I NA STEPENIŠTA - STEPENIŠTA IMAJU POSEBNU "FREKVENCIJU" (LJULJAJU SE POSEBNO OD ZGRADE) I NA KRAJU SE SRUŠE. UKOLIKO SE NAĐETE NA STEPENIŠTIMA PRI URUŠAVANJU, KOMADI ZAŠTITNE OGRADE, ARMATURE I DRUGOG MATERJALA ĆE VAS POVRIJEDITI UKOLIKO NIJESTE IZAŠLI PRIJE OŠTEĆENJA STEPENIŠTA,
- U VOZILU - UKOLIKO STE U VOZILU A NA VAS SE URUŠI ZID ILI NEKI TEŽI OBJEKAT, NEĆETE PREŽIVJETI,
- NEMOJTE SE ZAUSTAVLJATI NA MOSTOVIMA, ISPOD PODVOŽNJAKA I NADZEMNIH PROVODNIKA I U TUNELIMA.

POSTUPAK U SLUČAJU ZEMLJOTRESA

slika 1



slika 2



slika 3



slika 4



slika 5



slika 6

AKO STE OSTALI POD RUŠEVINAMA

- BUDITE PRISEBNI I MIRNI I ZOVITE UPOMOĆ LUPAJUĆI PO INSTALACIONIM CIJEVIMA VODOVODA I CENTRALNOG GRIJANJA,

KAD PRESTANU PRVI ZEMLJOTRESI

- NAPUSTITE PROSTORIJE NA NAJPOGODNIJI NAČIN I PONESITE SA SOBOM NAJVAŽNIJE STVARI,
- NE NAPUŠTAJTE OBJEKAT LIFTOM, VEĆ KORISTITE STEPENIŠTA (slika 6),
- PO MOGUĆNOSTI ISKLJUČITE ELEKTRIČNU STRUJU NA SKLOPCI, KAO I PLIN I VODU NA GLAVNOM VENTILU.

NAPOMENA:

- DRVENI OBJEKTI SU JEDNI OD NAJSIGURNIJIH U SLUČAJU ZEMLJOTRESA JER JE DRVO FLEKSIBILNO I LAGANO SE POMIĆE DOK TLO PODRHTAVA, I TAKO PRI URUŠAVANJU NASTAJU VELIKE PRAZNE ZA SKRIVANJE.
- VAŽNI TELEFONSKI BROJEVI: SLUŽBA ZAŠTITE I SPAŠAVANJA **121**, POLICIJA **122**, HITNA POMOĆ **124**.

Pregled skloništa na teritoriji Glavnog grada

Prema dokumentu „Informacija o stanju skloništa“ Ministarstva unutrašnjih poslova, objavljenom u januaru 2015. godine na teritoriji Crne Gore utvrđeno je stanje funkcionalnosti skloništa izgrađenih na teritoriji čitave države i napravljen popis istih, sa tačnom adresom i katastarskom parcelom na kojoj se nalaze, njenom površinom, listom nepokretnosti, da li je isto izdato ili ne, te u kakvom su stanju.

U nastavku ovog dokumenta dat je spisak skloništa na teritoriji Glavnog grada:

Skloništa koja koristi MUP:

| Red. broj | Lokacija skloništa (adresa) | VRSTA | | Površina (m ²) | Katastarska parcela | List nepokretnosti |
|-----------|---------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|
| | | Javna blokovska i kućna | Skloništa u preduzećima i ustanovama | | | |
| 1. | Blok V A2 Bulevar B. Jovanovića br. 1 | * | | 190 m ² | 1146/19 | LN 1063 |
| 2. | Sklonište B1 Trg Republike | * | | 467 m ² | 4016 | LN "nov" |
| 3. | Sklonište B2 Trg Republike | * | | 476 m ² | 4016 | LN "nov" |
| 4. | Malo brdo L-1 ul. Vladike Danila | * | | 319 m ² | 1677 | LN 775 |

Skloništa koja su u vlasništvu Glavnog grada:

| Red. broj | Lokacija skloništa (adresa) | Površina (m ²) | Kat.parc.br. | List nepokretnosti br. | Vlasnik shodno LN | Stanje skloništa kratak opis | Da li je izdato ili ne? | NAPOMENA |
|-----------|---|----------------------------|------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------|---|
| 1. | Zgrada "Čelebić" ul. 13 jul- Novi Grad | 140 m ² | 421/5 KO PG I | LN 1172 | Glavni Grad | Uslovno | NE | |
| 2. | Vatrogasni dom Ul. "8-8" Stari aerodrom | 120 m ² | 2089/7 KO PG I | LN 3217 | Glavni Grad | Uslovno | NE | |
| 3. | Zgrada Osnovnog suda Novi Grad | 200 m ² | 421/2 KO PG I | LN 177 | Glavni Grad | U dobrom je stanju-uslovno. | NE | |
| 4. | PTT kod Željezničke stanice | 143 m ² | 5469/3 KO PG III | LN 6148 | Glavni Grad- Koristi ga PTT CG | Uslovno | NE | Koristi se kao magacinski prostor za potrebe PTT. |

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

Pregled spornih skloništa (koji nemaju list nepokretnosti):

| Red. Broj | Lokacija skloništa (adresa) | Površina (m ²) | Kat.parc.br. | List nepokretnosti br. | Vlasnik shodno LN | Stanje skloništa kratak opis | Da li je izdato ili ne? | NAPOMENA |
|-----------|---|----------------------------|------------------|------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------------|--|
| 1. | KAP-upravna zgrada Dajbabe bb | 230 m ² | 51 | Nema LN Nije upisan | | U dobrom je stanju-uslovno | NE | Podnesen je zahtjev za uknjižbu 26.03.2004. g. Nemamo informaciju da je po zahtjevu odlučivano |
| 2. | JU Mješovita škola "25 maj" Tuzi bb | 200 m ² | 5469/3 | Nema LN Nije upisan | | uslovno | NE | Koristi škola za svoje potrebe. Podnesen je zahtjev za uknjižbu 26.03.2004. g. Nemamo informaciju da je po zahtjevu odlučivano |
| 3. | ATC –Telekom kod Velike pijace ul. Luke Boljevića | 32 m ² | 4222/2 KO PG III | LN 5695 | | uslovno | NE | Koristi Telekom za svoje potrebe. |

Skloništa koja su u vlasništvu države:

| Red. Broj | Lokacija skloništa (adresa) | Površina (m ²) | Kat.parc.br. | List nepokretnosti br. | Vlasnik shodno LN | Stanje skloništa kratak opis | Da li je izdato ili ne? | NAPOMENA |
|-----------|--|----------------------------|--------------|------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------------|--|
| 1. | Blok V A2 Bulevar B. Jovanovića br. 1 | 190 m ² | 1146/19 | LN 1063 | Crna Gora | U dobrom je stanju-uslovno | NE | Koristi ga Direktorat za ZIS kao magacinski prostor. |
| 2. | Sklonište B1 Trg Republike | 467 m ² | 4016 | LN "nov" 4728 | --- | --- | NE | Koristi ga Direktorat za ZIS kao magacinski prostor. |
| 3. | Sklonište B2 Trg Republike | 476 m ² | 4016 | LN "nov" 4728 | --- | --- | NE | Koristi ga Direktorat za ZIS kao magacinski prostor. |
| 4. | Blok VI A2 Đoka Miraševića 21 | 300 m ² | 1146/7 | LN 742 | --- | --- | NE | |
| 5. | Blok VI A1 Đoka Miraševića br. 1 | 200 m ² | 1146/3 | LN 742 | --- | Uslovno | NE | |
| 6. | Malo brdo L-1 ul. Vladike Daniila | 319 m ² | 1677 | LN 775 | --- | Uslovno Povremeno vlaži | NE | |
| 7. | Zgrada A-3 Momišići M. Radunovića br. 4C | 300 m ² | 428 | LN 1016 | --- | U dobrom je stanju-uslovno | DA Vuleković Veselin | |

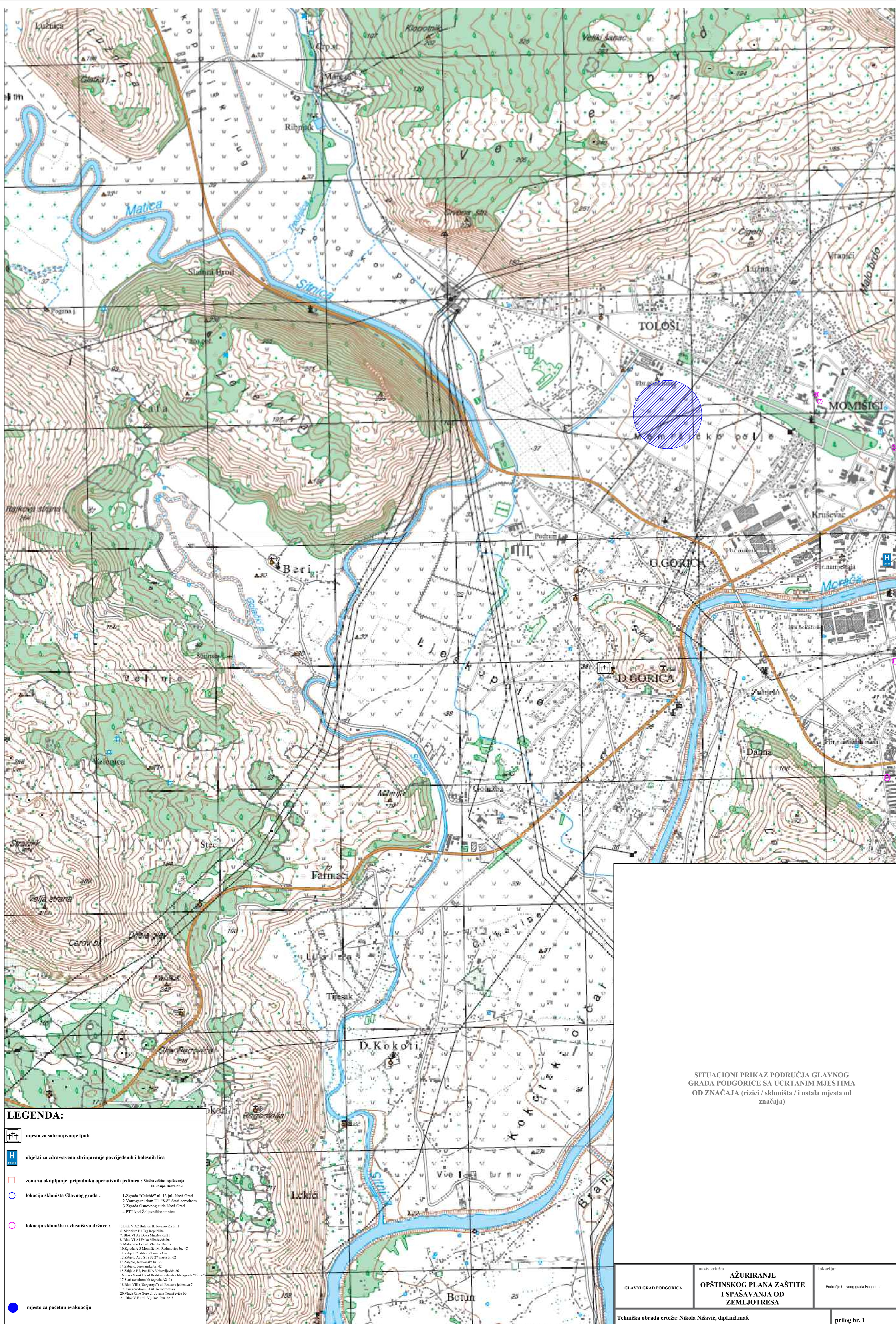
PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA – AŽURIRANJE

| | | | | | | | | |
|-----|---|--------------------|------------------|---------|----------------------------|--|---|---|
| 8. | Zabjelo Zlatibor 27 marta G-7 | 200 m ² | 4882 | LN 1318 | CG Uprava za odbranu | Relativno je uslovno, suvo, ispregrađivano nema el.energije | NE | |
| 9. | Zabjelo A30 S1 i S2 27 marta br. 62 | 234 m ² | 4834 | LN 5754 | -/- | -/- | NE | |
| 10. | Zabjelo, Jerevanska br. 36 | 234 m ² | 4774 | LN 4289 | -/- | -/- | DA Petrović Nedeljko | |
| 11. | Zabjelo, Jerevanska br. 42 | 209 m ² | 4774 | LN 4289 | -/- | -/- | DA Radončić Safet | |
| 12. | Zabjelo B7, Put JNA Voisavljevića 26 | 208 m ² | 4994 | LN 3217 | -/- | Uslovno ispregrađivano | DA "Roma komerc" Rovčanin Predrag | |
| 13. | Stara Varoš B7 ul Bratstva jedinstva bb (zgrada "Fidije") | 244 m ² | 2700/2 | LN 5507 | -/- | U dobrom je stanju-uslovno | NE | |
| 14. | Stari aerodrom bb (zgrada A2- 1) | 210 m ² | 2090/980 | LN 5623 | -/- | U dobrom je stanju-uslovno | NE | |
| 15. | Blok VIII ("Šargarepa") ul. Bratstva jedinstva 7 | 100 m ² | 2692 | LN 4288 | -/- | U dobrom je stanju-uslovno | NE | Koristi ga MO kao magacinski proctor. |
| 16. | Stari aerodrom S1 ul. Aerodromska | 391 m ² | 2090/990 | LN 5568 | -/- | U dobrom je stanju-uslovno | DA "CEPROS " Ivana Radunović | |
| 17. | Vlada Crne Gore ul. Jovana Tomaševića bb | 207 m ² | 399/2 KO PG I | LN 738 | Vlada CG | uslovno | NE | |
| 18. | Motel "Zlatica" ul. I proleterske | 78 m ² | 1188 KO PG II | LN 3647 | Vlada CG MUP | uslovno | NE | |
| 19. | Blok V E 1 ul. Vij. kos. Jun. br. 5 | 265 m ² | 1169 | LN 1031 | -/- | Uslovno | NE | Koristi ga MUP kao arhiv Upravnih poslova. |
| 20. | Stari aerodrom bb (vojna zgrada) | 100 m ² | 2090/1001 | LN 6175 | -/- | U dobrom je stanju uslovno | NE | |

RADNA GRUPA







1. Mr Marija Jovanović, dipl. fiz.
2. Prof. dr Branislav Glavatović, dipl.inž.geol.
3. Nikola Nišavić, dipl. maš. inž.

GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

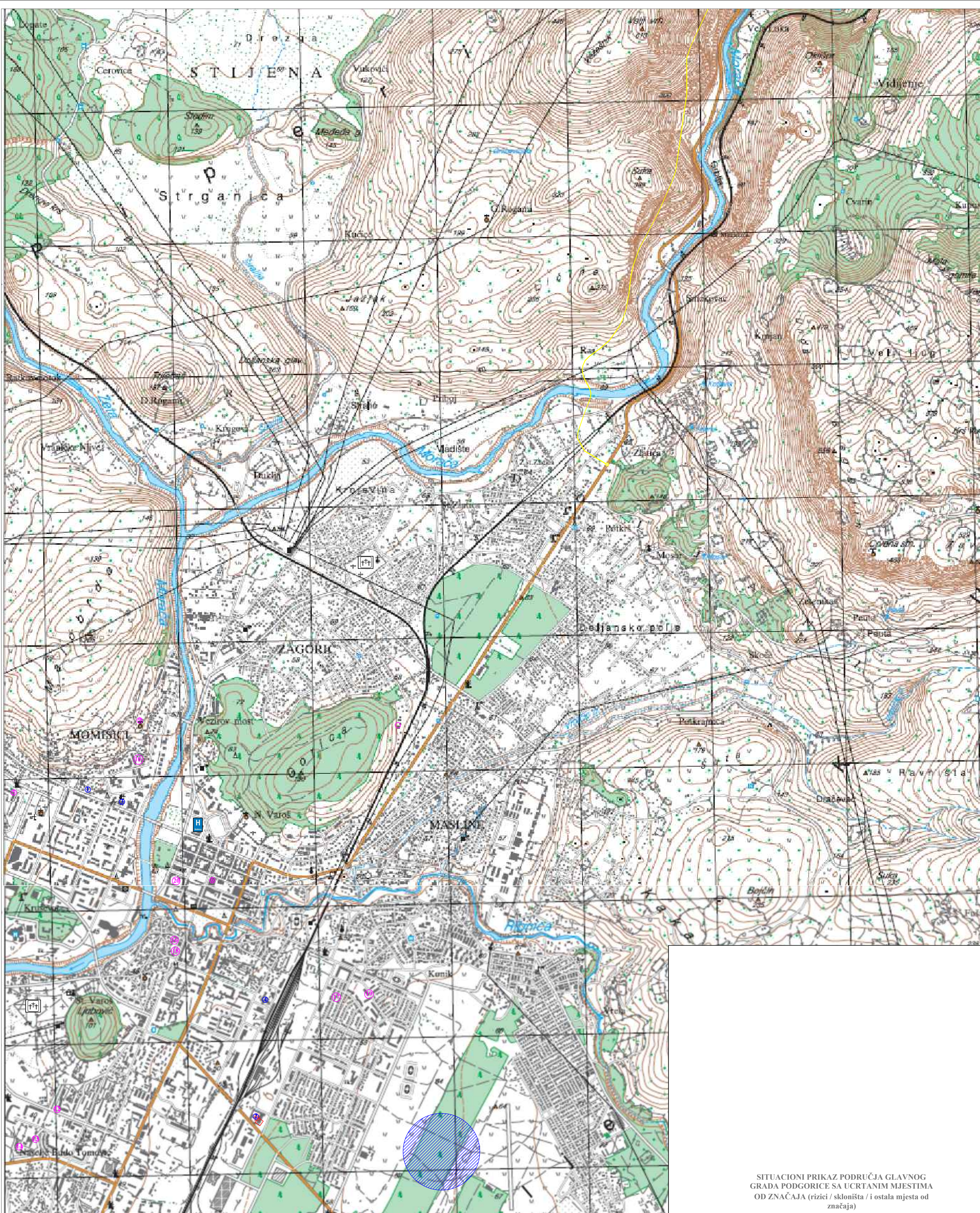


SITUACIONI PRIKAZ PODRUČJA GLAVNOG GRADA PODGORICE SA UCRTANIM MJESTIMA OD ZNAČAJA (rizici / skloništa / i ostala mjesta od značaja)

LEGENDA:

-  mjesta za sahranjivanje ljudi
-  objekti za zdravstveno zbrinjavanje povrijeđenih i bolesnih lica
-  zona za okupljanje pripadnika operativnih jedinica : Škola zaštite i spašavanja UJ. Jozipa Broza br.2
-  lokacija skloništa Glavnog grada :
 - 1. Zgrada "Celebić" ul. 13 jul- Novi Grad
 - 2. Vatrosgasni dom UJ "8-8" Stari aerodrom
 - 3. Zgrada Osnovnog suda Novi Grad
 - 4. PTT kod željezničke stanice
-  lokacija skloništa u vlasništvu države :
 - 5. Blok V A2 Bulevar B. Anđevića br. 1
 - 6. Sklonište B1 Trg Republike
 - 7. Blok VI A2 Duka Miroslavića 21
 - 8. Blok VI A1 Duka Miroslavića br. 1
 - 9. Malo brdo L-1 ul. Vladke Danila
 - 10. Zgrada A-3 Momišći ul. Radomirca br. 4C
 - 11. Zabjelo Zlatbor 27 marta G-7
 - 12. Zabjelo A30 S1 i S2 27 marta br. 62
 - 13. Zabjelo Jerevanca br. 36
 - 14. Zabjelo Jerevanca br. 42
 - 15. Zabjelo B7, Put JNA Vojnogigijena 26
 - 16. Stara Voznja B7 ul. Bratstva podrijetla bb (zgrada "Fidra")
 - 17. Stari aerodrom bb (zgrada A2-1)
 - 18. Blok VIII ("Sungur") ul. Bratstva podrijetla 7
 - 19. Stari aerodrom S1 ul. Aerodromska
 - 20. Vlada Cine Gore ul. Jovana Tomasevića bb
 - 21. Blok V D 1 ul. Voj. kom. Jun. br. 5
-  mjesto za početnu evakuaciju

| | | |
|---|--|---|
| GLAVNI GRAD PODGORICA | naziv crteža: AŽURIRANJE OPŠTINSKOG PLANA ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA | lokacija: Područje Glavnog grada Podgorice |
| Tehnička obrada crteža: Nikola Nišavić, dipl.inž.maš. | | prilog br. 1 |

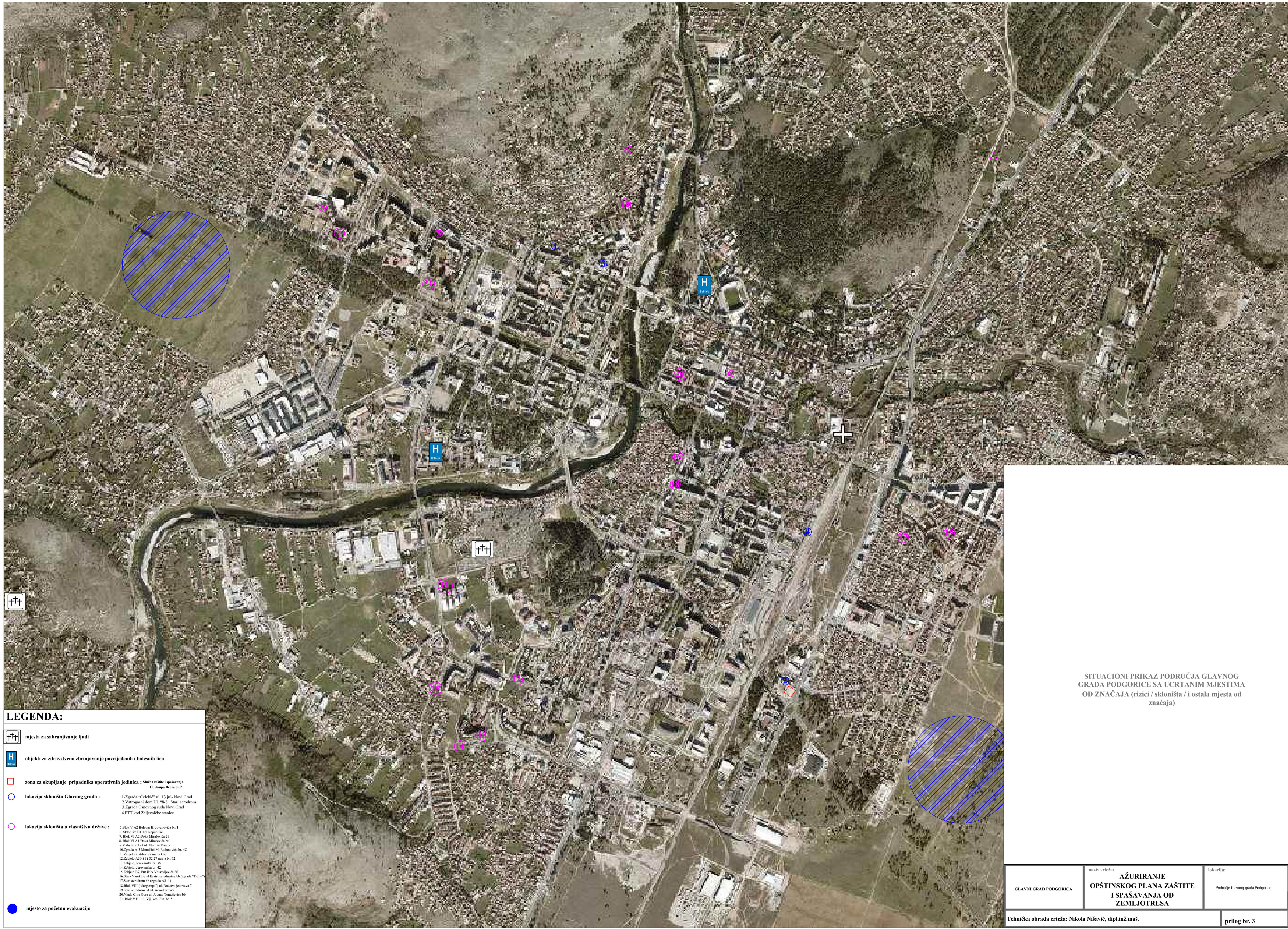


SITUACIONI PRIKAZ PODRUČJA GLAVNOG GRADA PODGORICE SA UCRTANIM MJESTIMA OD ZNAČAJA (rizici / skloništa / i ostala mjesta od značaja)







LEGENDA:

-  mjesta za sahranjivanje ljudi
-  objekti za zdravstveno zbrinjavanje povrijeđenih i bolesnih lica
-  zona za okupljanje pripadnika operativnih jedinica : Školska zabilješka i spašavanja
UL. Josipa Broza br.2
-  lokacija skloništa Glavnog grada :
1. Zgrada "Celebići" ul. 13. jul. Novi Grad
2. Vatrosgasni dom UL "8-8" Stari aerodrom
3. Zgrada Osnovnog suda Novi Grad
4. PTT kod željezničke stanice
-  lokacija skloništa u vlasništvu države :
5. Blok V A2 Bulevar B. Anonovića br. 1
6. Sklonište B1 Trg Republike
7. Blok VI A2 Doka Minervića 21
8. Blok VI A1 Doka Minervića br. 1
9. Malo brdo L-1 ul. Vlastke Danila
10. Zgrada A-3 Nomičić M. Radomirca br. 4C
11. Zabilješka Zimbor 27 marta G-7
12. Zabilješka A30 S1 i S2 27 marta br. 62
13. Zabilješka Jerevanca br. 36
14. Zabilješka Jerevanca br. 42
15. Zabilješka B1, Poljica Vasiljevića 26
16. Stara Vozna B7 ul. Braće Jovanovića bb (zgrada "Fido")
17. Stari aerodrom bb (zgrada A2-1)
18. Blok VIII "Sungur" ul. Braće Jovanovića 7
19. Stari aerodrom S1 ul. Aerodromska
20. Vlada Crne Gore ul. Jovana Tomovića bb
21. Blok V E 1 ul. Voj. kom. Jun. br. 5
-  mjesto za početnu evakuaciju

| | | |
|---|--|---|
| GLAVNI GRAD PODGORICA | naziv crteža: AŽURIRANJE OPŠTINSKOG PLANA ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA | lokacija: Područje Glavnog grada Podgorice |
| Tehnička obrada crteža: Nikola Nišavić, dipl.inž.maš. | | prilog br. 2 |

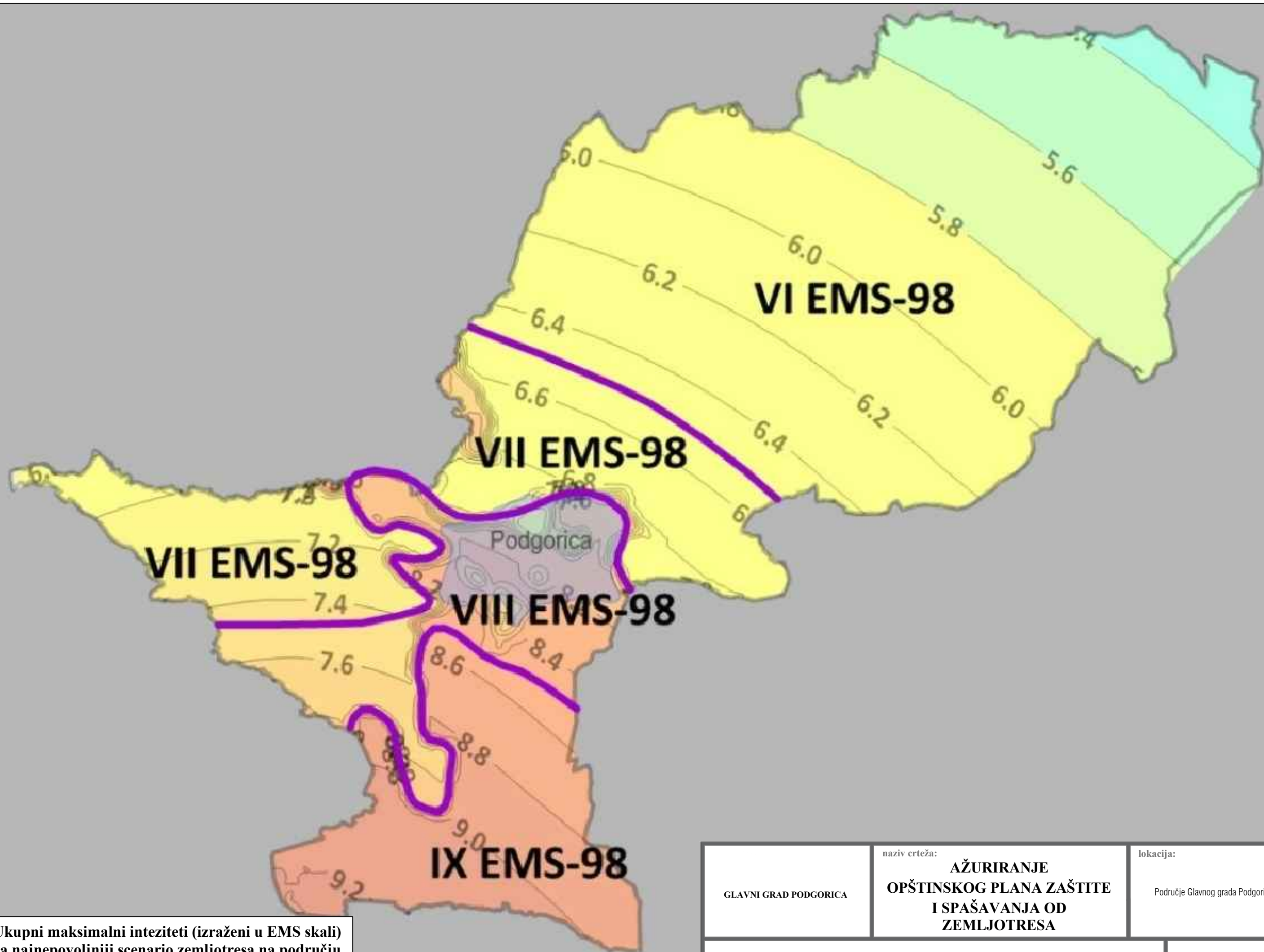


LEGENDA:

-  mjesta za sahranjivanje ljudi
-  objekti za zdravstveno zbrinjavanje povrijeđenih i bolesnih lica
-  zona za okupljanje pripadnika operativnih jedinica : Služba zaštite i spašavanja
Ul. Josipa Broza br.2
-  lokacija skloništa Glavnog grada :
1. Zgrada "Čelebići" ul. 13 jul- Novi Grad
2. Vatrogasi dom UL "8-8" Stari aerodrom
3. Zgrada Osnovnog suda Novi Grad
4. PTT kod Željezničke stanice
-  lokacija skloništa u vlasništvu države :
5. Blok V A2 Bulevar B. Jovanovića br. 1
6. Sklonište B1 Trg Republike
7. Blok VI A2 Džika Miranovića 21
8. Blok VI A1 Džika Miranovića br. 1
9. Malo brdo L-1 ul. Vlade Danila
10. Zgrada 3-3 Klementina M. Radenovića br. 4C
11. Zbjeglišničko 27 marta G-7
12. Zbjeglišničko A30 S1 i S2 27 marta br. 62
13. Zbjeglišničko Jerevanika br. 56
14. Zbjeglišničko Jerevanika br. 42
15. Zbjeglišničko Put JNA Vojnogigijena 26
16. Stara Vozovi 87 ul. Botova poljana bb (zgrada "Fidija")
17. Stari aerodrom bb (zgrada A2-1)
18. Blok VIII ("Sagorjeni") ul. Botova poljana 7
19. Stari aerodrom S1 ul. Aerodromska
20. Vrh Crne Gore ul. Jovana Tomasevića bb
21. Blok V B 1 ul. Voj. Gen. Jan. br. 5
-  mjesto za početnu evakuaciju

SITUACIONI PRIKAZ PODRUČJA GLAVNOG
GRADA PODGORICE SA UCRTANIM MJESTIMA
OD ZNAČAJA (rizici / skloništa / i ostala mjesta od
značaja)

| | | |
|---|--|---|
| GLAVNI GRAD PODGORICA | naziv crteža: AŽURIRANJE OPŠTINSKOG PLANA ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA | lokacija: Područje Glavnog grada Podgorice |
| Tehnička obrada crteža: Nikola Nišavić, dipl.inž.maš. | | prilog br. 3 |



Ukupni maksimalni inteziteti (izraženi u EMS skali) za najnepovoljniji scenario zemljotresa na području opštine Podgorica

| | | |
|--|---|--|
| <p>GLAVNI GRAD PODGORICA</p> | <p>naziv crteža: AŽURIRANJE OPŠTINSKOG PLANA ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA</p> | <p>lokacija: Područje Glavnog grada Podgorice</p> |
| <p>Tehnička obrada crteža: Nikola Nišavić, dipl.inž.maš.</p> | | <p>prilog br. 4</p> |