



OPŠTINA BAR

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

BROJ: 40-5596-15430

Podnosilac zahtjeva: Opština Bar

Lokacija: Područje Opštine Bar

Podgorica / Bar, Mart 2023. godine

SADRŽAJ

I Procjena rizika od zemljotresa	6
1. OPŠTI DIO.....	6
1.1. Geografski položaj	6
1.2. Reljef.....	7
1.2.1. Geomorfološki faktori	7
1.3. Geološke karakteristike.....	8
1.3.1. Inženjersko-geološke karakteristike	9
1.4. Hidrološke karakteristike	10
1.4.1. Hidrološka svojstva terena	10
1.4.2. Vodosnabdijevanje opštine Bar	10
1.5. Klimatske karakteristike.....	11
1.6. Stanje životne sredine i kulturne baštine	11
1.7. Demografske karakteristike.....	12
1.8. Privredni i infrastrukturni objekti	14
1.8.1. Privredni objekti od posebnog značaja	15
1.8.2. Elektroprivredni objekti – prenosni i distributivni sistemi	16
1.8.3. Saobraćajna infrastruktura.....	17
1.8.3.1. Drumski saobraćaj	17
1.8.3.2. Željeznički saobraćaj	18
1.8.3.3. Vodeni saobraćaj.....	19
1.8.3.4. Vazdušni saobraćaj.....	20
1.8.3.5. Telekomunikacije	20
1.9. Vanprivredni objekti i ustanove	21
1.9.1. Obrazovanje	21
1.9.2. Zdravstvene ustanove.....	21
1.9.3. Objekti kulture i kulturna dobra	22
1.9.4. Sportski objekti.....	22
1.9.5. Turistički objekti	23
1.9.6. Vanprivredni objekti	23
1.9.7. Zelene površine.....	23
2. POSEBNI DIO: SEIZMOLOŠKA ANALIZA ZEMLJOTRESNOG SCENARIJA.....	24
2.1. Lokalna i regionalna seizmičnost i seizmotektonske karakteristike	24
2.1.1. Efekti katastrofalnog zemljotresa od 15. aprila 1979. godine na teritoriji opštine Bar	28
2.1.2. Seizmotektonske karakteristike teritorije opštine Bar.....	31
a) Seizmogeni model regiona	33
2.2. Seizmički hazard.....	35

2.2.1. Procjena seizmičkog hazarda	37
a) Empirijske atenuacione relacije horizontalnog ubrzanja tla na osnovnoj stijeni	38
2.3. Seizmički rizik.....	39
2.3.1. Značaj i potreba mitigacije seizmičkog rizika.....	40
2.3.2. Ugroženi elementi pri dejstvu zemljotresa.....	41
2.3.3. Stanovništvo kao elemenat rizika - lokacija i izloženost	41
2.3.4. Tipologija zgrada i izloženost	43
2.3.5. Infrastrukturni sistemi.....	46
a) Saobraćajna infrastruktura.....	47
b) Elektroenergetski sistem.....	48
c) Telekomunikacije.....	49
d) Zdravstveni sistem.....	49
2.4. Scenario zemljotresa	51
2.4.1 Izbor reprezentativnih scenarija zemljotresa	51
a) Karakterizacija seizmičkih izvora za zemljotresni scenario	52
b) Maksimalno moguće magnitude zemljotresa u regionu.....	53
c) Dubine seizmogenih zona u region	54
d) Reprezentativni mehanizmi žarišta zemljotresa.....	55
2.4.2. Analiza dejstva izabranih kredibilnih zemljotresnih scenarija	56
a) Rezultujući efekti scenario zemljotresa na osnovnoj stijeni.....	58
1. Scenario zemljotresa na rasjedu R1	59
2. Scenario zemljotresa na rasjedu R2	60
3. Scenario zemljotresa na rasjedu R3	63
4. Scenario zemljotresa na rasjedu R4	65
2.4.3. Rezultujući efekti scenario zemljotresa u uslovima lokalnog tla	66
a) Dinamički faktor amplifikacije tla.....	66
b) Modifikator tla	68
c) Koeficijent seizmičnosti	69
c) Relacija intenzitet zemljotresa - maksimalno ubrzanje tla.....	74
d) Analiza efekata scenario zemljotresa u uslovima lokalnog tla	75
2.5. Destruktivni efekti najnepovoljnijeg scenario zemljotresa	83
2.5.1 Metodologije procjene gubitaka u zemljotresu	84
2.5.1. Seizmička povredljivost objekata	85
2.5.2. Potencijalne štete stambenog fonda na području opštine Bar u najnepovoljnijem scenario zemljotresu	88
a) Iskustva iz zemljotresa od 15. aprila 1979. godine.....	88
b) Metodologija Makroseizmičke skale EMS.....	94

c) Ranjivost objekata na kolaps prema ekspertizi stručnjaka ("WHE-PAGER")	99
d) Metodologija "PAGER" za procjenu povredljivosti objekata	101
e) Metoda „Kappos“	103
f) ATC-21 metoda.....	103
2.5.3. Potencijalna oštećenja infrastrukturnih sistema.....	106
a) Mjere za smanjenje povredljivosti infrastrukturnih sistema.....	111
2.5.5 Procjena ekonomskih gubitaka.....	112
2.5.6. Ljudske žrtve.....	114
a) Parametri za proračun potencijalnog broja žrtava u najnepovoljnijem scenario zemljotresu za teritoriju opštine Bar	116
b) Metodologija "USGS" za procjenu potencijalnog broja žrtava u scenario zemljotresu	118
c) Metoda "Samardžijeva i Badal"	120
d) Metoda "Risk-UE"	122
e) Metoda Tiedemann.....	123
f) „ATC-13“ metodologija.....	124
g) „HAZUS“ metodologija.....	126
h) Metoda „Coburn i Spence“	127
i) Potrebe privremenog smještaja i evakuacija	130
2.5.7. Pretpostavke uvedene u ocjeni rizika za dati scenario zemljotres	132
2.5.8. Zaključna razmatranja i ocjena rizika za najnepovoljniji scenario zemljotres	133
a) Ljudske žrtve.....	134
b) Oštećenje stambenog fonda	135
c) Potencijalni stepen ekonomskih gubitaka.....	136
d) Procjena vjerovatnoće događanja scenario zemljotresa	137
e) Procjena posljedica	137
f) Matrice vjerovatnoće i potencijalne posljedice realizacije scenario zemljotresa	138
2.6 Zaključci	140
2.7 Literatura	141
II DOKUMENTA PLANA ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA	148
1. Mjere zaštite i spašavanja od zemljotresa.....	148
1.1. Stambeno-poslovni objekti	149
1.2. Industrijski i privredni objekti, turistički objekti.....	150
1.3. Kritična infrastruktura	151
1.4. Obrazovni objekti i ustanove.....	152
1.5. Zdravstveni objekti	153
1.6. Elektroprivredni objekti i prenosni sistemi	154
1.7. Objekti vodosnabdijevanja i vodovodna mreža.....	155
1.8. Putna i željeznička infrastruktura.....	156

1.9. Sportski objekti	157
1.10. Objekti kulture i kulturna dobra.....	158
1.11. Zelene i javne površine	158
1.12. Evakuacija.....	159
1.13. Medicinska pomoć.....	160
1.14. Pružanje humanitarne pomoći	161
1.15. Gašenje požara koji nastaju kao posledica zemljotresa	161
1.16. Hemijski akcedenti.....	162
1.17. Epidemije, epizotije, epifitotije	163
1.18. Asanacija terena.....	164
2. Operativne jedinice (ljudski i materijalni resursi)	166
3. Državni organi, organi državne uprave, organi uprave i jedinice lokalne samouprave (ljudski i materijalni resursi)	168
4. Mobilizacija, rukovođenje i koordinacija pri akcijama zaštite i spašavanja od klizišta i odrona	168
5. Komunikacija operativnih timova na terenu	169
6. Međuopštinska i međunarodna saradnja	169
7. Evakuacija.....	169
8. Informisanje građana i javnosti.....	170
9. Način održavanja javnog reda i bezbjednosti prilikom intervenisanja	170
10. Finansijska sredstva za sprovođenje plana	171
III PRILOZI.....	172
1. Tim za zaštitu i spašavanje u opštine Bar.....	172
2. Ljudski i materijalni resursi službe zaštite i spašavanja	173
3. Pregled ljudskih i materijalnih resursa organa lokalne samouprave, privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika.....	174
5. Organizaciona šema djelovanja	176
6. Uputstvo za postupanje građana u slučaju zemljotresa	177
7. Pregled skloništa na teritoriji opštine Bar	178
8. Radna grupa za izradu plana.....	180
GRAFIČKA DOKUMENTACIJA	181

I PROCJENA RIZIKA OD ZEMLJOTRESA

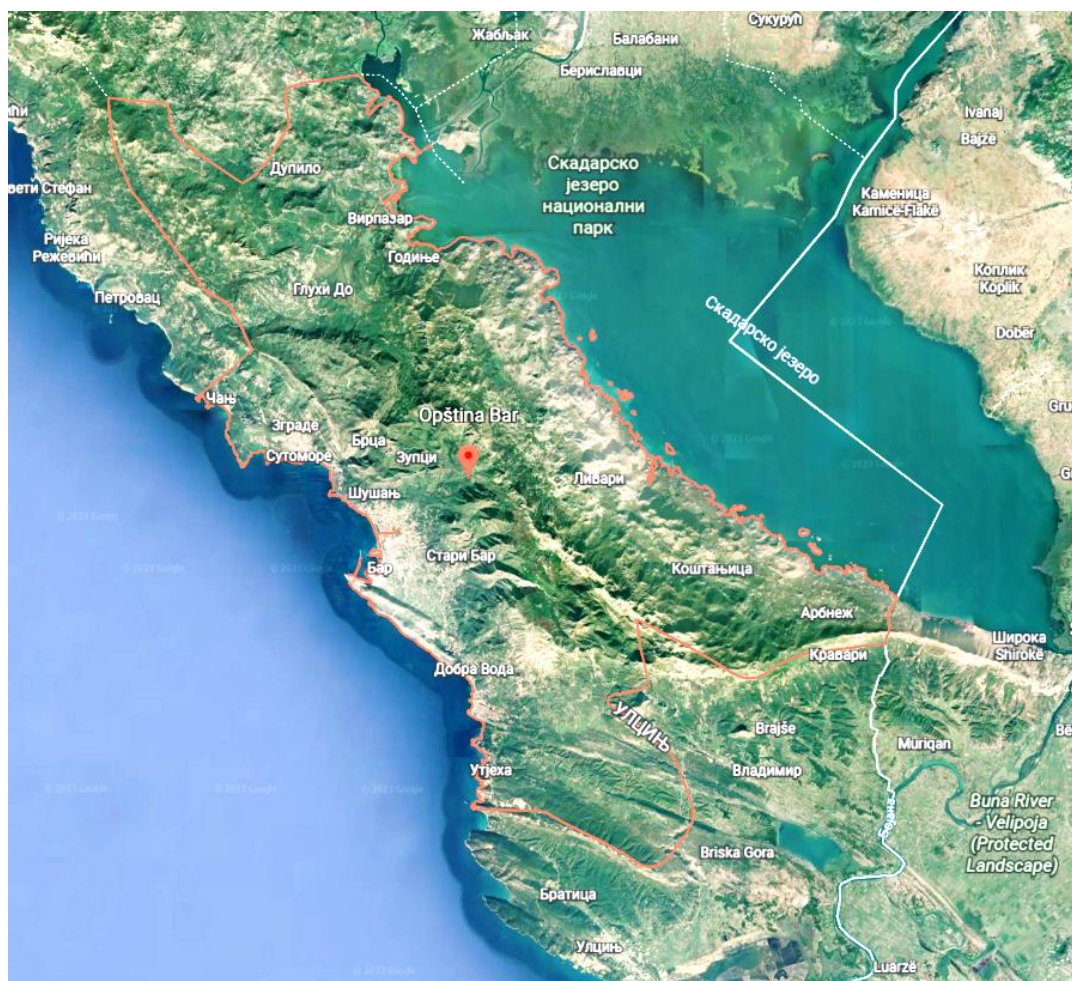
1. OPŠTI DIO

1.1. Geografski položaj

Teritorija opštine Bar nalazi se na jugoistočnom dijelu crnogorskog Primorja, između Skadarskog jezera i Jadranskog mora, oivičena podgoričkom, budvanskom, cetinjском i ulcinjskom opštinom. Površina kopnenog dijela barske opštine je 505 km². Opština se nalazi između 42°6' geografske širine i 19° 6' geografske dužine, na nadmorskoj visini od 4m .

Na teritoriji opštine Bar mogu se izdvojiti tri zasebne cjeline:

- Primorsko ravničarsko područje (pojas pored mora, uz niske planinske strane Barskog, Mrkovskog i Goranskog polja, i dio Crmnice, gdje su smješteni grad Bar, пристаниште i Luka);
- jezersko područje koje pripada Skadarskom jezeru sa Virpazarom i Crmničko polje;
- područje visokih planina koje razdvaja Jadransko more i Skadarsko jezero i u čijem sastavu su Rumija sa najvišim vrhom na 1595 mnv, Lisinj, Sutorman, Vrsuta, Velja trojica, pa je tako teritorija grada podijeljena na Primorski i jezerski dio.



Slika 1.1. Geografski položaj područja opštine Bar¹

Velika razuđenost obale barskog područja uslovlila je formiranje velikog broja plaža i žalova, sa prirodnim šumama i mediteranskim rastinjem u zaleđu. Obala se pruža od rta Stolac i uvale Čanč, preko Spiča i Sutomora, Šušanja –

¹ <https://earth.google.com/>

Žukotrlice, zatim Barskog zaliva, Uvale maslina, Velikog pijeska, do Uvale hladne i zala Peskić.

Geografski položaj Bara je veoma povoljan, obzirom da se nalazi na najjužnijem dijelu Jadranskog mora kome gravitira kontinentalno zaleđe Crne Gore, Srbije, Makedonije, kao i područje srednje, jugoistočne i istočne Evrope, južne Italije, sjeverne i sjeverozapadne Albanije.

Ovakav geografski položaj neposredno je uticao na razvoj klime, sastav zemljišta, karakter biljnog i životinjskog svijeta i dr. determinišući tako, posredno, osnovne privredne, saobraćajne, demografske, istorijske, kulturne i druge karakteristike barske opštine.

1.2. Reljef

1.2.1. Geomorfološki faktori

Geomorfološke karakteristike opštine Bar predstavljaju ograničavajući faktor u smislu razvoja same opštine. Teren na kome se nalazi opština nije pogodan za širenje naselja, razvoj poljoprivredne proizvodnje, industrijskih objekata itd.

Teritorija opštine se može podijeliti na tri morfološke cjeline.

- 1) pojas uz morsku obalu – Barska rivijera,
- 2) pojas uz obalu Skadarskog jezera - područje Skadarskog jezera i
- 3) središnji pojas opštine – brdsko-planinsko područje sa Rumijom i Sutormanom iznad Bara, Lisinjom, Sozinom iznad Čanja, Đurmana i Sutomora i ostali planinski masivi².

Duž Primorskog dijela nalazi se više većih i manjih uvala i rtova, što govori o razuđenosti morske obale. Najmarkantnije geomorfološke cjeline predstavljaju Čanjska i Sutomorska uvala sa Spičanskim poljem i Barsko Polje, brda Veliki Grad i Volujica iznad barske Luke.

Od sjeverozapada ka jugoistoku smjenjuju se antiklinalna uzvišenja i sinklinalne uvale, dok se iznad Primorske zone uzdižu strme padine planina, dok su naselja uglavnom na manje strmim terenima: iznad Čanja, Đurmana i Sutomora uzdiže se Sozina, iznad Bara Sutorman i Rumija.

Brojne su plaže na Barskoj rivijeri, među kojima su veće: Biserna obala u Čanju, Sutomorska plaža, Barska gradska plaža, Plaža Veliki pijesak, a od manjih: plaža Maljevik, plaža Štrbine, Zlatna obala južno od Sutomora, Crvena plaža između Sutomora i Bara, Žukotrlica, Crvena Stijena iza brda Volujica kojoj se može pristupiti samo sa mora, Utjeha i druge manje plaže.

Duž obale Jadranskog mora javljaju se raznovrsni oblici priobalnog reljefa, nastali erozijom morskih talasa – talasne podkapine, koje se pretvaraju u klifove, sa posebnom estetskom i vizuelnom vrijednošću.

Obala Skadarskog jezera je strma i kamenita, veoma razuđena i najvećim dijelom nepristupačna, sa mnoštvom rtova, uvala i ostrva. Ipak, na obali jezera se izdvajaju i dvije plaže, - u Donjim Murićima i Pješačac. Karakterističan izgled pejzažu daju: prostrana površina jezera, razuđena obala bogata brojnim zalivima, poluostrvima i rtovima, stjenovita ostrva, bujna močvarna vegetacija sa tršćacima i livadama lokvanja i vodenog oraška (kasaronje), bujnim vodoplovnim livadama i plavnim šumama.



Slika 1.2. Plaža u Murićima na obali Skadarskog jezera³

² PROSTORNO-URBANISTIČKI PLAN OPŠTINE BAR 2020.

³ <https://www.google.com/maps>

Brdsko-planinsko područje grebena i masiva Rumije i ostalih planina karakterišu sljedeći osnovni strukturni elementi: visoki, strmi, kraški grebeni koji se izdižu iznad mora, oštro razdvajaju Primorje i Središnji pojas, pružajući jedinstvene, široke vidike. Analizirajući poprečni profil centralnog planinskog vijenca (Rumije), vidi se da se ravniji tereni nalaze samo na pojedinim lokalitetima pored mora i jezera, kao i u zoni krečnjačkih površi i uvala, koji se danas koriste za usjeve poljoprivrednih kultura. U ovoj zoni razvijeni su svi oblici kraškog reljefa (uvale, vrtače, škrape i dr.), koji znatno utiču na cjelokupni izgled ovog prostora.

1.3. Geološke karakteristike

Opština Bar je u geološkom pogledu dio dinarskog planinskog sistema, čiji se ogranci ovdje pružaju od sjeverozapada ka jugoistoku (PUP Opštine Bar, 2018). Planine u okviru opštine Bar su strmije nagnute prema Jadranskom moru, a blaže prema Skadarskom jezeru, što je uslovljeno položajem geoloških slojeva. Geološki slojevi koji se javljaju na najvišim djelovima ovih planina, postepeno se spuštaju u pravcu istoka i sjeveroistoka do ispod nivoa Skadarskog jezera.

Osnovni pravac pružanja geoloških slojeva uslovio je jednostavniju geološku građu u zoni Krajine, pa i Crmnice, a složeniju na primorskoj strani osnovnog planinskog vijenca.

Na skadarskoj strani opštine Bar najveći dio terena izgrađen je od krečnjačkih stijena, dok u građi terena u primorskom dijelu opštine, osim krečnjaka u većoj mjeri učestvuju i flišni sedimenti, pjeskovi i gline, aluvijalni sedimenti i dr.

Na osnovu geološkog sastava terena, opština Bar je grubo podijeljena na primorski i skadarski dio, mada se može razložiti na još nekoliko manjih prostornih cjelina sličnih geoloških karakteristika:

- a) Niži djelovi Krajine (priobalje Skadarskog jezera) izgrađeni su od masivnih bankovitih i slojevitih krečnjaka.
- b) Viši djelovi Krajine, uključujući i najviše planinske visove, izgrađeni su od slojevitih i bankovitih krečnjaka i dolomita.
- c) Zona Lisinja i Konisera izgrađena je većim dijelom od slojevitih i bankovitih krečnjaka i dolomita, ali i od slojevitih i pločastih krečnjaka i rožnaca, zatim od laporovitih i brečastih krečnjaka, kao i od pločastih krečnjaka, tufita i bentonita. Padine prema Zaljevu, Dobroj Vodi, Veljem Selu i Dabezićima izgrađene su i od deluvijalnih nanosa, a mjestimično i od magmatskih spilita (Osojnica, Podi) i flišnih sedimenata (Dabezići, Dobra Voda, V. Mikulići).
- d) Po geološkom sastavu prethodna zona se nastavlja na brdo Volujica iznad Bara i na terene u zoni naselja Kunja, Mala i Velja Gorana (do Možure). Osim od slojevitih i bankovitih krečnjaka i dolomita, ovi tereni su izgrađeni i od slojevitih i bankovitih žučkastih i beličastih krečnjaka (od uvale Pod Meret do Pelinkovića i od uvale Pod Crnjaku do Kale i Velje Gorane i dalje prema Šaskom jezeru), aluvijalnih tvorevina (Mala i Velja Gorana) i flišnih sedimenata (Kunje, Kala i Velja Gorana).
- e) Zona sjeverno od Virpazara takođe je izgrađena od slojevitih krečnjaka i dolomita, masivnih bankovitih krečnjaka. Osim toga, ovdje se mjestimično javljaju tereni izgrađeni od flišnih sedimenata (Komarno), deluvijalnih nanosa (na padinama u blizini Komarna) i aluvijalnih tvorevina u kraškim uvalama i vrtačama (Trnovo, Boljani, Propratnice).
- f) Zona Gluhog Dola i Sozine (od Velje Trojice do Vrsute) sastavljena je od pločastih, slojevitih, masivnih, bankovitih, laporovitih i brečastih krečnjaka sa tufitima, bentonitima, dolomitima, krečnjačkim brečama i konglomeratima. Osim toga ovdje se javljaju i flišni sedimenti (Gluhi Do), deluvijalni nanosi na padinama, aluvijalne tvorevine u uvalama (Sozina) i osulinsko-drobinski nanosi (iznad Gluhog Dola).
- g) Crmničko polje sa obodnim delovima terena i dolinama Orahovske i Sutormanske rijeke je jedna od dvije velike ravničarske prostorne cjeline u okviru opštine Bar. Tereni su izgrađeni od flišnih sedimenata i

aluvijalnih nanosa, a zatim i od različitih vrsta krečnjaka sa tufitima, bentonitima, lapiricima, brečama i dolomitima. Osim toga, ovdje se javljaju i barski i jezerski sedimenti (Virpazar) i daciti.

- h) Barsko polje sa obodnim delovima i Spičom je druga velika cjelina povoljnih i relativno povoljnih geomorfoloških, geoloških i pedoloških uslova za život i rad stanovništva. I u ovom dijelu opštine najznačajnije geološke tvorevine su aluvijalni nanosi i flišni sedimenti. Ove geološke tvorevine su, uz aluvijalne nanose (crvenice) u kraškim uvalama i vrtačama, najznačajniji poljoprivredni potencijali u opštini Bar. Osim aluvijalnih nanosa i flišnih sedimenata, u zoni Bara i Sutomora tereni su izgrađeni i od svih vrsta krečnjaka, kao i od morskih priobalnih nanosa (Barsko polje), deluvijalnih nanosa i magmatskih pojava andezita (Zupci, Šušanj, Papani, Đurmani, Mišići) i dacita (Stari Bar, Zupci, Šušanj).

1.3.1. Inženjersko-geološke karakteristike

Inženjersko-geološke karakteristike su posledica prirodnih procesa, ali i ljudskih aktivnosti koje narušavaju prirodu. Najviše inženjersko-geoloških promjena na terenu vezano je za egzogene procese zbog erozivnog delovanja podzemnih i površinskih voda, kao i aktivne tektonike (PUP opštine Bar, 2018)

Barsko područje u najvećoj mjeri izgrađuju krečnjaci, flišni sedimenti, pijesak i glina, a na pojedinim mjestima su prisutni deluvijalni nanosi i magmatske stijene.

Najviše uticaja imaju egzogeni procesi zbog erozija koje se javljaju pod uticajem podzemnih i površinskih voda, kao i endogeni procesi koji su posljedica neotektonskih pokreta i seizmičkih aktivnosti. Najznačajnije inženjersko-geološke pojave na teritoriji opštine Bar su klizišta, točila, odroni, jaruge, zabareni i močvarni tereni i pojedini oblici krasa. Najveći broj ovih pojava vezan je za glinovite polukamenite stijenske mase (fliš tj. za one terene koji su zbog svojih drugih karakteristika najpovoljniji za razvoj poljoprivrede, naselja, turizma i sl.).

Erozivno dejstvo voda izraženo je u obliku procesa spiranja, usijecanja jaruga i rječnih korita, bočne erozije, odlaganja bujičnih nanosa, u obliku abrazivnog djelovanja mora, procesa karstifikacije i kliženja. Oblike koji su posljedica djelovanja tih procesa nalaze se duž cijelog terena ove opštine. Klizišta su najznačajniji i najrasprostranjeniji oblik narušavanja prirodne stabilnosti terena na nagibima sa podlogom od površinskih partija flišnih sedimenata pokrivenih krečnjačko-dolomitnom drobinom i padinskim brečama i mogu biti aktivna, fosilna, odnosno umirena i blokovska klizišta. Najprostranija klizišta konstatovana su u flišnim terenima priobalnog područja duž Jadranskog mora (Ratac, Tuđemili, Dobra Voda, Medjureč). Na terenu je izdvojeno više aktivnih klizišta od kojih su posebno značajna: klizište Maljevik, klizišta u Donjoj Brci (Zlatna obala), klizišta od Ratca do Novog naselja, klizišta na padinama od Zubaca do Starog Bara, klizišta na području Zaljeva i Dobre Vode i klizište Skurta. Među njima ima veoma velikih zona (od Brce do Novog naselja na primer) koje predstavljaju blokovska klizišta koja na pojedinim mjestima zahvataju i djelove morskog dna, a potpomažu ih abrazivni procesi. Pored navedenih postoje i fosilna ili umirena klizišta (najviše fosilnih klizišta je na flišnim padinama od Sustaša do Starog Bara i od Bartule do Škurte) na kojima je proces kliženja vjerovatno završen.

Tereni podložni kliženju su od presudnog značaja za prostorno i urbanističko planiranje i analizu budućih potencijalnih seizmičkih scenarija. Iz tih razloga, oni su posebno naznačeni na Inženjersko-geološkoj karti, zatim Karti seizmičke mikroneonizacije, kao i Karti podobnosti terena za izgradnju, koje su realizovane još 1981. godine, ali su i dalje aktuelne i sadržajno tačne. Na tim katama izdvojeni su i pokrenuti tereni, koji zauzimaju prilično velike površine padinskih predjela i koji su izgrađeni od materijala transportovanih kliženjem. Generalno, oni zauzimaju šire područje rta Ratac, zonu sjeveroistočno od Veljigrada, terene Sutomora i iznad njih, terene istočnog oboda Barskog polja - ka sjeveru i Starom Baru i terene istočno od Volujice - ka Dobroj Vodi, Zaljevu, kao i lokalno padinske djelove iznad magistrale od Čanja ka Sutomoru. Ovi tereni nisu primjereni za gradnju (grupisanih) naselja ili za gradnje važnijih privrednih objekata, jer se na njima nalaze brojna fosilna (umirena) i blokovska klizišta i zone podložne kliženju.

1.4. Hidrološke karakteristike

1.4.1. Hidrološka svojstva terena

Barsko područje pripada kraško–hidrološkoj zoni na kojoj su prisutne specifične zakonitosti kretanja voda. Sa hidrogeološkog aspekta, na osnovu njihovog ponašanja izvršena je rejonizacija stijena, prema podzemnim i površinskim vodama, tipa poroznosti, vrste i prostornog položaja hidrogeoloških pojava. Na posmatranom dijelu terena mogu se izdvojiti dobro i slabo vodopropusne stijene koje se karakterišu intergranularnom ili pukotinskom i kavernošnom poroznošću.

Prisustvo krečnjačke geološke podloge na području ove opštine, uslovalo je pojavu kraških izvora manje ili veće izdašnosti, koji se pretežno javljaju na kontaktu fliša i krečnjaka. Većina izvora veće izdašnosti nalazi se u zoni do 100 mnm. Na području Opštine Bar indetifikovano je prisustvo podzemnih voda čiji pravac kretanja je određen položajem planinskog vijenca koji dijeli teritoriju opštine, tako da jedan dio otiče prema Skadarskom jezeru, a drugi prema Primorju. Topografske vododjelnice se skoro poklapaju sa hidrološkom vododjelnicom. Karstifikacija ovih terena ima različit intenzitet i dubinu i zavisna je od podinskog izolatora, tektonske oštećenosti stijena i količine vode, kao i mogućnosti njene površinske i podzemne cirkulacije.

1.4.2. Vodosnabdijevanje opštine Bar

Područje Barske opštine je bogato vodenim resursima, sa jedne strane Jadransko more, a sa druge Skadarsko jezero, uz niz prirodnih izvora koji imaju ili stalni ili povremeni karakter.

Na područje Barskog i Orahovskog polja prisutne su i podzemne vode, npr. bušotina Kajnak u zaleđu Bara, bušotina u dvorištu škole u naselju Popovići, izvorište Velje oko u Gluhom dolu, Sjenokos, Podgorska vrela, u Crmničkom polju.⁴

U Jadransko more ulivaju se rijeke Rikavac, koja je predstavljala izvor života u Starom Baru, zbog brojnih mlinova za žitarice i masline i rijeka Željeznica, a u Skadarsko jezero Crmnica, Orahovštica i Mlinštica.



Slika 1.3. Tunel u brdu Volujica iz kojeg se rijeka Rikavac uliva u Jadransko more⁵

Vodosnabdijevanje grada Bara je riješeno priključenjem na regionalni vodovod „Crnogorsko primorje“. Tokom ljetnjih mjeseci vodosnabdijevanje je, zbog brojnih turista i povećanih potreba za vodom, a smanjenja izdašnosti izvora zbog sušnih dana otežano, pa se u snabdijevanje vodom moraju uključiti dodatne količine iz izvorišta u zaleđu: Zaljevo, Kajnak, Brca, Sustaš, Vrteljak, Glava od vode–Turčini i Vrelo–Čanj.

Pored regionalnog vodovoda Bar se snabdijeva vodom iz vodovodne mreže, koju čine sledeći izvori "Kajnak", "Brca" "Sutas", izvor u Turčinima, izvor "Zaljevo" i izvor Čanj (Velji grad).

Pored ovih izvorišta, u sezoni zbog povećane potrošnje vode, izvršeno je zahvatanje vode sa izvorišta "Velje oko" i "Orahovsko polje".

Poseban segment vodovodnog sistema Bara čini vodovod Virpazara kapaciteta 15 l/s i vodovod Čanja.

⁴ Informacija o stanju životne sredine u Crnoj Gori za 2021. Godinu, Agencija za zaštitu životne sredine, Podgorica 2022. godine

⁵ <https://sr.m.wikipedia.org/sr-ec>

1.5. Klimatske karakteristike

Na području barske opštine izdvajaju se dvije velike vodene površine (Jadransko more i Skadarsko jezero) i planinski masiv Rumije, tako da je podijeljeno na jadranski, jezerski i planinski pojas i na području grada zastupljene su tri vrste klime.

Jadranski pojas se odlikuje blagom sredozemnom klimom, dok grebeni planinskih vijenaca i više planine Sutormana, Rumije i Lisinja imaju odlike planinsko-mediteranske klime. Pojas Skadarskog jezera ima odlike jadranske klime s jakim uticajima kontinentalne, sa znatnim oscilacijama temperature.

Pogodni klimatski uslovi Opštine Bar mediteranskog tipa sa toplim i dugim ljetima i kratkim i blagim zimama predstavljaju jedan od značajnijih prirodnih resursa područja. Temperature vazduha rijetko se spuštaju ispod 0° C, tako da je godišnje mali broj ledenih dana.

Što se tiče vjetrova na područja Bara, bura je hladan i suv sjeverni vjetar koji duva u zimskom periodu iz pravca sjeveroistoka. Jugo je vlažan vjetar, duva u toku hladnijeg dijela godine iz pravca jugoistoka. Od svih ostalih vjetrova, može se izdvojiti sjeverozapadni vjetar. U toplijem dijelu godine javlja se, za ovo područje veoma karakterističan vjetar – maestral koji duva na kopno iz pravca zapad – jugozapad.

1.6. Stanje životne sredine i kulturne baštine

Na osnovu analiziranih vrijednosti određenih parametara, tj. prisustva zagađujućih čestica (SO₂, PM10, PM2.5) koje su prikupljene na UB stanici u Baru i date u izvještaju “Informacija o stanju životne sredine u Crnoj Gori za 2021. godinu” (Agencija za zastitu životne sredine) zaključuje se da je prisustvo ovih čestica u vazduhu daleko ispod propisane granične vrijednosti.

Opština Bar raspolaže raznovrsnom florom i faunom. Geografski položaj opštine i sastav tla omogućili su da u Baru rastu i razvijaju se specifične biljne kulture, posebno subtropske. U uskom primorskom pojasu rastu endem-specifikumi barskog područja, kao i egzotične biljne vrste – poseban species planinske mlječike, palme, kaktusi, eukaliptusi, agave, maginje, čak i banana.

Na Vrsuti je otkriveno nešto više od 50 grupa živih bića različitog ranga endemizma, npr. Grizebahova lala (*Tulipagrisebachiana*), Vetštajnov zvončić (*Edraianthus wettsteinii*) i druge vrste⁶.



Slika 1.4. Flora u Baru

U životinjskom svijetu izdvajaju se mikrozone sa različitim vrstama. Najrasprostranjeniji životinjski svijet je na planinama Rumiji, Sozini, Sutormanu i Lisinju.

Skadarsko jezero predstavlja jedan od najvećih ptičjih rezervata Evrope. Ornitološko bogatstvo ovog nacionalnog parka je od svjetskog značaja kada su u pitanju neke ptičje vrste. Na jezeru je do sada registrovana 281 vrsta ptica. Od tog broja, više od 90% čini pokretni, migratorni dio ornitofaune. Skadarsko jezero danas je najbrojnija naseobina

⁶ Važna biljna staništa U Crnoj Gori, IPA projekat

pelikana u Evropi.

U ribljoj fauni najčešće vrste su zubatac, salpa, sarg, arbun, gof, palamida, skakavica, a od sitnijih vrsta zastupljene su: bukva, barbun i ukljat.



Slika 1.5. Životinjski svijet Skadarskog jezera

1.7. Demografske karakteristike

Područje teritorije opštine Bar podijeljeno je na 12 mjesnih zajednica: Bar I-Topolica, Bar II-Polje, Bar III-Bjeliši, Bar IV-Popovići, Bar V-Sutorman, Stari Bar, Šušanj, Spič-Sutomore, Mrkojevići, Ostros, Virpazar-Crmnica i Šestani. U svom sastavu ima 83 naselja, odnosno 55 katastarskih opština koje pokrivaju negdje jedno, a negdje i više naselja. U tabeli 1.1. je dat spisak katastarskih opština i pripadajućih naselja na području opštine Bar.

Tabela 1.1. Spisak katastarskih opština i pripadajućih naselja

Red. br.	Katastarska opština	Obuhvaćena naselja
1.	Arbaneš	Arbaneš
2.	Bartula	Bartula
3.	Bobovište	Bobovište
4.	Boljevići	Boljevići
5.	Brijege	Brijege
6.	Bračeni	Bračeni, Kruševica
7.	Brčeli	Gornji Brčeli, Donji Brčeli
8.	Bukovik	Bukovik, Mačuge
9.	Velja Gorana	Velja Gorana
10.	Velje Selo	Velje Selo
11.	Virpazar	Virpazar, g.
12.	Gluhi Do	Gluhi Do
13.	Godinje	Godinje
14.	Gurza	Gurza, Lukići
15.	Dabezići	Dabezići
16.	Dedići	Dedići
17.	Dobra Voda	Dobra Voda
18.	Donji Murići	Besa, Donji Murići
19.	Dupilo	Dupilo
20.	Zaljevo	Zaljevo, Podi
21.	Zankovići	Brca, Zankovići, Zgrade, Đendinovići, Miljevići, Papani
22.	Zupci	Zupci, Sustać
23.	Komarno	Komarno

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

24.	Koštanjica	Koštanjica
25.	Krnjice	Dračevica, Karanikići, Krnjice, Marstijepovići, Đuravci
26.	Kunje	Kunje
27.	Livari	Gornja Briska, Donja Briska, Livari
28.	Limljani	Limljani
29.	Mala Gorana	Mala Gorana
30.	Mikulići	Veliki Mikulići, Mali Mikulići
31.	Martići	Martići, Mali Ostros
32.	Mišići	Zagrađe, Đurmani, Mišići
33.	Novi Bar	Bjeliši, Burtaiši, g.
34.	Ovtočići	Ovtočići
35.	Orahovo	Orahovo
36.	Ostros	Veliki Ostros
37.	Pelinkovići	Pelinkovići
38.	Pečurice	Grdovići, Pečurice
39.	Pinčići	Pinčići, Gornji Murići
40.	Polje	Polje, Čeluge
41.	Popratnica	Popratnica
42.	Seoca	Seoca
43.	Sozina	Sozina
44.	Sotonići	Sotonići
45.	Stari Bar	Velambusi, Stari Bar, g.
46.	Sutomore	Sutomore g.
47.	Tejani	Tejan
48.	Tomba	Tomba
49.	Tomići	Tomići
50.	Trnovo	Trnovo
51.	Tuđemili	Tuđemili
52.	Turčini	Turčini
53.	Utrg	Utrg
54.	Ckla	Ckla
55.	Šušanj	Šušanj

Broj domaćinstava u gradskoj sredini je 5939, stanova u gradskoj sredini ima 10314, dok u prigradskim naseljima ima 8272 domaćinstava i 22998 stanova. Broj stanovnika po kilometru kvadratnom površine je između 71 i 100, i ovaj broj varira u ljetnjem i zimskom periodu.

Tabela 1.2. Raspodjela stanovništva po starosnim kategorijama

Starosna kategorija	Broj stanovnika	Učešće u ukupnom broju stanovnika
0-4 god.	2 560	6.1%
5-9 god.	2 461	5.9%
10-14 god.	2 724	6.5%
15-19 god.	2 870	6.8%
20-24 god.	2 851	6.8%
25-29 god.	3 151	7.5%
30-34 god.	2 837	6.7%
35-39 god.	2 801	6.7%
40-44 god.	2 782	6.6%
45-49 god.	2931	7%

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

50-54 god.	3147	7.5%
55-59 god.	2956	7%
60-64 god.	2403	5.7%
65-69 god.	1583	3.8%
70 god.i više	3991	9.4%



Slika 1.6. Granice naselja opštine Bar

Prema podacima koji su dobijeni na poslednjem popisu stanovništva (MONSTAT; Uprava za statistiku Crne Gore⁷) iz 2011. godine na području Bara živi 42.368 stanovnika, od toga u gradskoj sredini 17.727 i u ostalim djelovima 24.641 stanovnika. Ukupan broj naselja je 83, koji su podijeljeni u 12 mjesnih zajednica: Bar I-Topolica, Bar II - Polje, Bar III-Bjeliši, Bar IV - Popovići, Bar V - Sutorman, Stari Bar, Šušanj, Spič - Sutomore, Mrkojevići, Ostros, Virpazar - Crmnica i Šestani.

1.8. Privredni i infrastrukturni objekti

Na području opštine Bar, zahvaljujući geografskom položaju, razvijena je saobraćajna – drumska, željeznička i vodena povezanost sa ostatkom države i državama u okruženju. Prilikom gradnje novih privrednih i infrastrukturnih objekata ili rekonstrukcije postojećih treba preduzeti sve preventivne mjere zaštite i poštovati pravila aseizmičkog projektovanja u cilju smanjenja posledica do kojih bi moglo doći u slučaju nastanka zemljotresa..

U Baru je u 2020. godini bilo registrovano 3440 privrednih društava, dok je u 2021. godini taj broj iznosio 3684, što predstavlja 9.3% od ukupnog broja privrednih društava u Crnoj Gori, prema Saopštenju br. 38/2022 – Broj i struktura poslovnih subjekata u Crnoj Gori⁸, među kojima su zastupljene gotovo sve djelatnosti, od poljoprivrede, ribarstva i sl. do građevinarstva, turizma, saobraćaja i ostalo.

⁷ <https://www.monstat.org/cg/>

⁸ Demografske karakteristike i podaci o broju privrednih subjekata dobijeni su od Uprave za statistiku Crne Gore www.monstat.org

1.8.1. 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.

Na području Barske opštine u objekte od posebnog značaja, pored navedenih posebno treba pomenuti Luku Bar sa svim pripadajućim objektima i turističke objekte.

Luka Bar

„Luka Bar“ AD zahvata oko 134 ha kopnene površine i akvatorijum od 90 ha sa dubinom mora do 14 m (za brodove do 80.000 t nosivosti), sa oko 120.000 m² zatvorenog skladišnog prostora, pet specijalizovanih terminala i oko 3,5 km operativne obale. Na teritoriji luke Bar posluju dva terminal operatora: „Luka Bar“ AD i AD „Port of Adria“. Osnovna djelatnost „Port of Adria“ AD je pretovar generalnog tereta i kontejnera, a „Luka Bar“ AD pretovar rasutih, opasnih, tečnih, ro-ro tereta i promet putnika.

Slobodna zona Luka Bar planirana je na ukupnoj površini 146,8 ha, od čega je površina lučke zone 134,3 ha, a slobodne zone 12,5 ha. U zoni su locirani lučki kapaciteti, skladišta, saobraćajna preduzeća, trgovina, komunalne organizacije, proizvodna preduzeća i dr. Područje Luke Bar (osim putničkog terminala) nalazi se u režimu slobodne zone. Zona je relativno dobro komunalno opremljena, sa priključcima na željezničku prugu, magistralni put i gradske sisteme vodovoda i kanalizacije. Dobro je povezana sa gradskim prostorom i širim okruženjem. Zona raspolaže povoljnim uslovima za smeštaj industrijskih i drugih sadržaja, ali i ograničenjima u izboru tipa proizvodnih pogona. Glavni infrastrukturni i suprastrukturni objekti na području luke Bar sa njihovim karakteristikama su:

- ukupna kopnena površina 106 ha;
- površina lučkog akvatorija 90 ha, sa dubinama mora u opsegu 5 - 14 m, omogućavajući pri tom obradu brodova nosivosti do 80 000 dwt;
- razvojna površina 600 ha;
- maksimalna dubina lučkog akvatorija do 14 m;
- ukupna dužina željezničkih kolosjeka 23,5 km, raspoređena u tri ranžirne grupe kolosjeka kojima se opslužuju utovarno-istovarna mjesta;
- ukupna dužina drumskih saobraćajnica 7,12 km, koja sačinjava mrežu primarnih i sekundarnih saobraćajnica;
- otvorena skladišta ukupne površine 208.288 m²;
- ograđeni parking za kamione površine 11.495 m²;
- zatvorena skladišta 93.990 m²;
- nadstrešnice za drvenu građu ukupne površine 23.400 m²;
- silos za žitarice kapaciteta 30.000 t;
- hladnjača ukupne površine 7.640 m²;
- benzinska stanica kod Jugoinspekta;
- dva objekta bivšeg Energoprojekta (sada u vlasništvu Luka Bar AD) ukupne površine 1.281 m²
- rezervoar za ulje zapremine 1.400 m³

Infrastrukturne i suprastrukturne karakteristike podsistema koji nisu pod upravom „Luka Bar“ AD i AD „Port of Adria“, a posmatrano sa aspekta sistemske teorije čine jedinstven sistem:

- rezervoari za tečne terete ukupne zapremine 116.600 m³ povezani drenažnim sistemom sa brodskim priključcima na novom petrolejskom vezu u vlasništvu Jugopetrola Kotor;
- silosi za cement kapaciteta 2 x 500 t u vlasništvu Dalmacijacementa;
- pretakalište za sirćetnu kiselinu kapaciteta 600 t/h, sa pratećim objektom ukupne površine od 391 m² u vlasništvu MSK Kikinda;

- upravno-administrativni objekti Jugopetrola Kotor ukupne površine 1.194 m² ;
- na obali Volujice u vlasništvu KAP-a, 2 rezervoara za lužinu ukupnog kapaciteta 10.000 m³ ,
- na gatu 2 u vlasništvu KAP-a nalaze se silosi za glinicu kapaciteta 20.000 m³ ;
- višespratno skladište Matrez, ukupne površine 17.220 m² ;
- skladište Centrotekstila, površine 4.400 m² ;
- višespratno skladište Centrojadrana, Primorke i Centroproizvoda ukupne površine 12.540 m² ;
- dva objekta Energoprojekta, ukupne površine 1.281 m² ;
- kancelarijske prostorije Carine, površine 150 m²

Izdvojene zgrade izvan tehnološkog prostora Luke su:

- glavna upravna zgrada;
- hotel "Sidro";
- zgrada Slobodne zone Luke Bar;
- zgrada Sektora Razvoja;
- skladišta opasnih materija koja se nalaze sa druge strane brda Volujica, a koja su tunelom povezana sa lukom.



Slika 1.7. Luka Bar (satelitski prikaz)

1.8.2. Elektroprivredni objekti – prenosni i distributivni sistemi

Snabdijevanje električnom energijom u Baru vrše Crnogorski elektroprivredni (CGES) i Crnogorski elektroprivredni sistem (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.

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.

Elektroenergetsku infrastrukturu opštine Bar čine nadzemni 110 kV vodovi, nadzemni i podzemni 35 kV i 10 kV vodovi i transformatorska i razvojna postrojenja 110 kV, 35 kV i 10 kV. Ukupna instalisana snaga transformatora 110/35 je 40 MVA, a transformatora 35/10 kV u ED Bar je 71,85 MVA.

Osnovni pravac snabdijevanja električnom energijom opštine Bar je dalekovod Podgorica 2 - Bar, a rezervno napajanje za redukovanu potrošnju je dalekovod 110 kV Budva - Bar.

Područje Bara napaja se preko trafostanice (TS) 110/35 kV u naselju Burtaiši, dok se TS 35/10 kV nalaze u Topolici, Sutomoru, Čanju, Starom Baru, Velikom pijesku, Virpazaru, Ostrosu i TS Rade Končar. Tu su još i TS u Luci Bar, Đurmanima.

Što se tiče kablovske mreže na području Barske opštine, značajno je napomenuti 35 kV dalekovode Buljarica – Čanj, Bar – Stari Bar, Stari Bar – Veliki pijesak, Ostros - Vladimir, Ratac - Bar, Ratac – Sutomore, Sutomore – Čanj. Kablovski vodovi 35 kV su Bjeliši – Topolica, Bjeliši – Centar i Topolica – Centar ukupne dužine 4595m.



Slika 1.8. Položaj dalekovoda elektroenergetskog sistema CGES na teritoriji opštine Bar (PUP Opštine Bar, 2018.)

1.8.3. Saobraćajna infrastruktura

1.8.3.1. Drumski saobraćaj

Najveći značaj u pogledu saobraćajne povezanosti, kada je u pitanju drumski saobraćaj imaju magistralni put Ulcinj-Bar-Budva i Bar-Petrovac-Virpazar-Podgorica.

Od izuzetnog značaja za područje opštine Bar i šire je noviji magistralni put Bar - Sutomore - Virpazar-Podgorica, kroz tunele Sozina i Raš, dužine 4.189 m i 650 m, respektivno.



Slika 1.9. Tunel Sozina na magistralnom pravcu Virpazar – Bar

Na teritoriji opštine Bar ima ukupno 47 mostova, od čega je 8 mostova dužine od 5-10 m, 22 mosta su dužine od 10-30 m i 17 mostova je preko 30 m dužine. Opština Bar je preopterećena gustinom saobraćaja.

Tabela 1.3. Saobraćajna (drumska) infrastruktura na području opštine Bar

Vrsta puta	Dužina (km)	Kategorija/Vrsta kolovoza	Broj puteva	Dužina (km)
Magistralni	57.4	I kategorija	20	11.8
		II kategorija	21	22.4
Regionalni	40	III kategorija	151	172.8
		Nekategorisani	256	156.9
Lokalni	364	Asfalt	/	285.5
		Beton	/	42.4
		Tucanik	/	24.5
		Zemljani kolovoz	/	12.6
UKUPNO:	461.4 km	/	448	

Tranzitni saobraćaj se obavlja kroz gradsko jezgro što dovodi do značajnih zagušenja posebno u toku turističke sezone i u tom period godine saobraćajne gužve su evidentne na gotovo svim saobraćajnicama. Na sl. 1.10. dat je prikaz saobraćajne mreže na području opštine Bar.

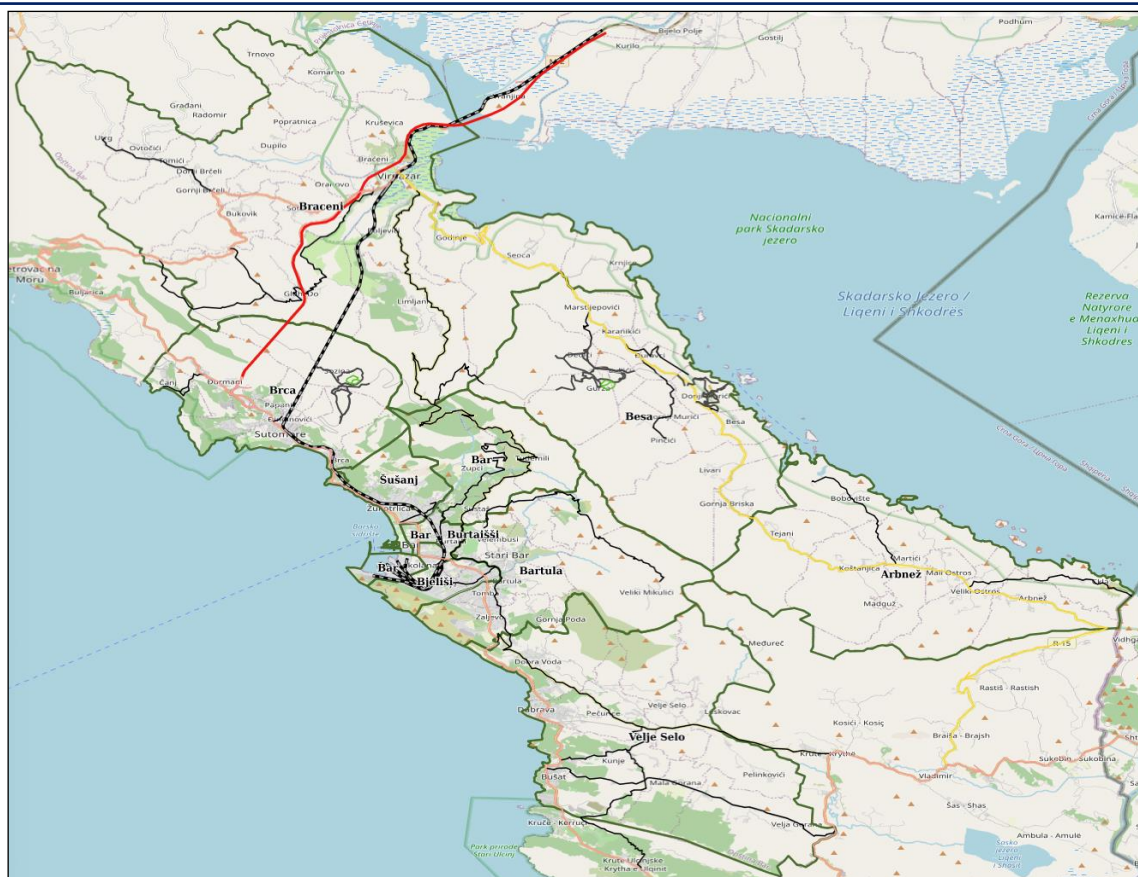
1.8.3.2. Željeznički saobraćaj

Na teritoriji opštine Bar se pruža željeznička pruga normalnog kolosjeka dužine 28.2 km na kojoj je dozvoljeno osovinsko opterećenje kao i na svim prugama u Crnoj Gori 22,5 t po osovini (slika br.1.10.).

Željeznički saobraćaj se odvija preko tri željezničke stanice: Virpazar, Sutomore i Bar, kao i lokalnih stajališta u Šušnju i Crmnici koje su smještene na pruzi Bar – Beograd, tj. Bar – Podgorica – Bijelo Polje. Upravo na području Barske opštine nalazi se li tunel Sozina, dužine 6171m koji je ujedno i najduži tunel na pomenutoj pruzi.

Dodatno postoji i željeznička stanica u Luci Bar.

Pruga je elektrificirana monofaznim sistemom 25 kV i 50 Hz. Ukupna površina koju zauzima koridor željezničke pruge (sa tunelskom dionicom) bez staničnih kolosjeka i postrojenja iznosi 141.000 m², odnosno 0,03% teritorije Opštine.



Slika 1.10. Mreža saobraćajnica na teritoriji Opštine Bar (PUP Opštine Bar, 2018). Regionalni i lokalni putevi su označeni crnom bojom, a željeznička trasa – crvenom.

1.8.3.3. Vodeni saobraćaj

Kako je opština Bar jedina opština u Crnoj Gori koja izlazi i na jezersku i na morsku obalu, vodeni saobraćaj se može posmatrati sa aspekta pomorskog saobraćaja preko Luke Bar, koja predstavlja mjesto ukrcavanja i iskrcavanja putnika i tereta na morskoj obali, kao i preko jezerskog saobraćaja koji se odvija preko pristaništa Virpazar. Pomorski saobraćaj preko luke Bar se odvija feribotima između Crne Gore i Italije (Bari). Za redovitost, sigurnost i bezbjedno funkcionisanje pomorskog saobraćaja poštuju se propisi i zakonska regulativa koja jasno definiše pravila ponašanja u pomorskom saobraćaju, kao i organizacije koje u okviru svojih nadležnosti imaju zadatak da brinu o istom (Direktorat za pomorski saobraćaj, Lučka kapetanija, Uprava pomorske sigurnosti i upravljanja lukama, Barska plovidba AD ...).

Marina Bar, je locirana u centru grada, u blizini istorijskog jezgra i trgovačke zone. Na površini od 148000 m² može da primi 660 vezova u moru i 250 vezova na kopnu. Dužina operativne obale je 3700m, tu je i benzinska stanica, servisni hangar i parking prostor.



Slika 1.11. Marina Bar

Tu su još i Marina Sveti Nikola (OMC Company, Bar) i Marina Jug (YC Jug DOO Bar).

Vodeni saobraćaj na Skadarskom jezeru obavlja se preko pristaništa Virpazar i pod nadzorom Uprave pomorske

sigurnosti i upravljanja lukama. Skadarsko jezero je plovno sa dubinom do 4 metra gaza, osim u Virskom kanalu na prilazu Virpazaru i Riječkom kanalu koji vodi prema Rijeci Crnojevića, gdje je dubina ograničena za vrijeme niskog vodostaja.⁹



Slika 1.12. Željezničko – drumski most preko Skadarskog jezera

1.8.3.4. Vazdušni saobraćaj

Opština Bar je sa državama u okruženju, Evropi i svijetu vazdušnim saobraćajem povezana preko aerodroma u Podgorici i Tivtu. Udaljenost aerodroma u Golubovcima (Podgorica) od Bara je cca 45 km, dok je do aerodroma u Tivtu cca 60 km.

1.8.3.5. Telekomunikacije

Na području opštine Bar postoje mobilni operateri i internet 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. Takođe, tu su i operateri fiksne telefonije, koji pokrivaju veliki broj fizičkih i pravnih lica.

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.

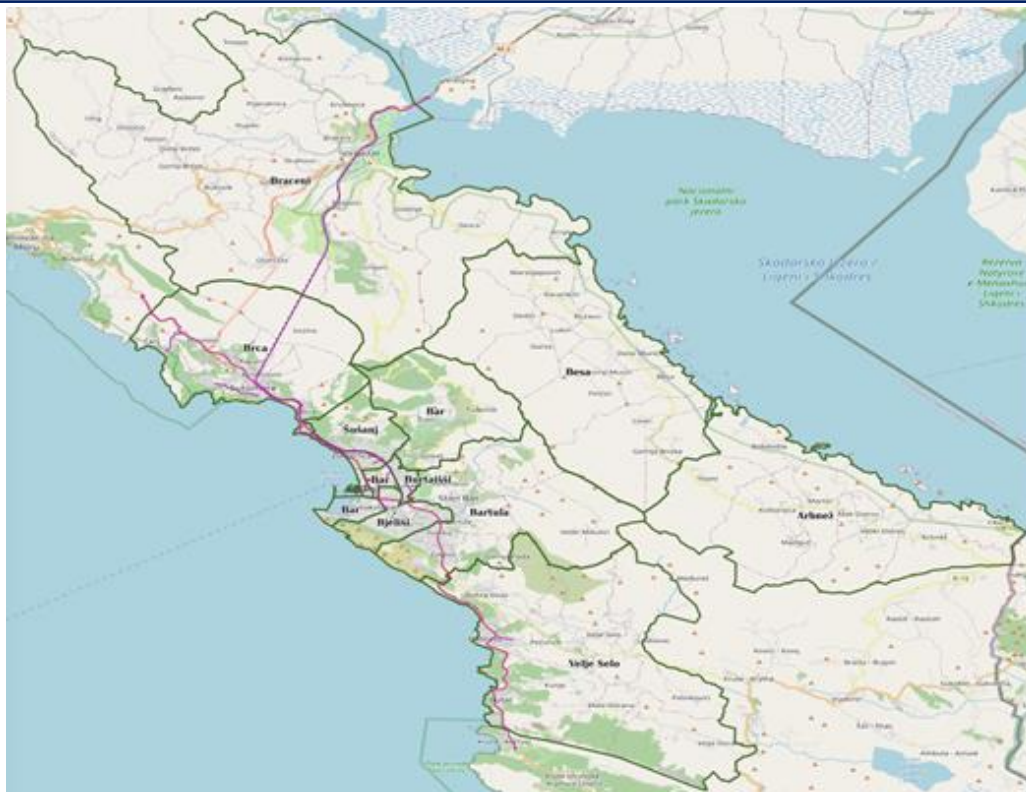
Na području Bara izgrađeni su magistralni optički kablovi:

- Dobre Vode - Bar – Sutomore – Podgorica (dionica međunarodnog kablovskog pravca Krf –Beograd);
- Bar – Ulcinj
- Bar – Petrovac - Budva – Kotor.

Na teritoriji opštine izgrađene su digitalne radio relejne veze, koje služe kao rezervni spojni put optičim kablovima na relacijama Bar – Podgorica i Bar – Ulcinj.

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 ukupno 134 objekta na prostoru Crne Gore, od čega na prostoru opštine Bar postoji 6 objekata na sledećim lokacijama: Velji Grad, Volujica, Mrkojevići, Crmnička Bjelasica, Tuđemili i Ostros . Ovi emisioni objekti dobro su raspoređeni po teritoriji opštine i pokrivenost difuznim signalom je zadovoljavajuća optičkim kablovima na relacijama Bar- Podgorica i Bar – Ulcinj.

⁹ PLOVIDBA NA SKADARSKOM JEZERU, Bar, jun 2006. godine, Uprava pomorske sigurnosti



Slika 1.13. Mreža telekomunikacionih linija na teritoriji Opštine Bar (PUP Opštine Bar, 2018)

1.9. Vanprivredni objekti i ustanove

1.9.1. Obrazovanje

Na teritoriji opštine Bar zastupljeni su svi nivoi obrazovanja.

Predškolsko obrazovanje se odvija u 15 predškolskih ustanova.

Osnovno obrazovanje se odvija u 10 osnovnih škola i školi za osnovno muzičko obrazovanje.

Srednje obrazovanje se odvija u 3 škole (gimnazija, srednja ekonomsko-ugostiteljska i srednja stručna škola).

Visokoškolsko obrazovanje se može steći na 4 fakulteta.

1.9.2. Zdravstvene ustanove

U Baru se zdravstveno zbrinjavanje građana i turista obavlja u opštoj bolnici "Blažo Orlandić" u Starom Baru u okviru koje postoje odjeljenje pedijatrije, interne medicine, hirurgije i ginekologije i akušerstva.

Primarna zdravstvena zaštita se sprovodi u zdravstvenoj ustanovi Dom zdravlja Bar, sa centrima za podršku: centar za mikrobiološku dijagnostiku, centar za prevenciju, centar za djecu sa posebnim potrebama, centar za plućne bolesti i TBC i centar za mentalno zdravlje. Takođe, postoje i ambulante u Sutomoru, Virpazaru, Ostrosu, Pečuricama i Starom Baru. S obzirom da u ljetnjem periodu veliki broj turista boravi na području grada sa okolinom, aktivno je pružanje medicinske zaštite i u turističkim ordinacijama u sklopu doma zdravlja, Sutomoru, Velikom Pijesku i Utjehi.

Zdravstvene ustanove koje su u vlasništvu Apoteke Crne Gore "Montefarm" se nalaze u samom gradu na dvije lokacije, na Topolici i apoteka "Izbor" u ul. Vladimira Rolovića, kao i po jedna apoteka na području Ostrosa i Vladimira.

Zdravstvena zaštita se odvija i u okviru privatnih medicinskih ustanova: poliklinika, ambulanti, laboratorija, stomatoloških ordinacija i apoteka.

Socijalna zaštita se ostvaruje preko Centra za socijalni rad za opštine Bar i Ulcinj, koji se bavi socijalnom i dječjom zaštitom.

1.9.3. Objekti kulture i kulturna dobra

Područje grada Bara bogato je kulturno-istorijskim nasljeđem, koje pripada različitim epohama i civilizacijama. Registrovana su 32 kategorizovana spomenika kulture, koji su primamljive tačke za posjete brojnih turista iz zemlje i inostranstva, pa im se mora posvetiti posebna pažnja u smislu zaštite od vanrednih događaja, naročito ako se tome doda i njihova velika istorijska vrijednost.

JP Kulturni centar Bar je kompleksna institucija kulture u čijem sastavu se nalaze: dom kulture “Vladimir Popović Španac”, narodna biblioteka i čitaonica “Ivo Vučković”, umjetnička galerija “Velimir A. Leković” i zavičajni muzej Bar (Dvorac kralja Nikole) sa tvrđavom Stari grad.

Spoemenici kulture u barskoj opštini su utvrđenje Nehaj u blizini Sutomora, crkve sv. Atanasija i Sv. Petke u Sotonićima, rodna kuća Jovana Tomaševića u Gornjim Brčelima, džamija Omerbašića u Starom Baru, crkva Sv. Vračeva u selu Komina, manastir Orahovo, crkva Sv. Katarine u selu Ravanj, manastir Gornji i Donji Brčeli u selu Brčeli, utvrđenje Grmožur, tvrđava Besac, manastiri Starčevo, Beška i Moračnik na Skadarskom jezeru i drugi.

Stari grad Bar jedinstveno je istorijsko mjesto i arheološko nalazište sa ostacima preko 250 objekata različite namjene, smješteno na vrhu uzvišenja ispod Rumije, udaljeno od mora oko 4 km. Zauzima površinu od 4,5 ha, koji je sa istočne i južne strane zaštićen nepristupačnim liticama, a duž sjeverozapadne strane opasan bedemima.

Spomenici prirode na teritoriji opštine Bar su: rezervati prirode Grmožur i Omerova Gorica, pećine Globočica, Babatuša i Spila, Stara maslina na Mirovici, Park Dvorca kralja Nikole, nacionalni park Skadarsko jezero, Ratac sa Žukotrlicom kao predjeli posebnih prirodnih odlika i šest barskih plaža: Murići i Pješačac na Skadarskom jezeru, te Čanj, Sutomore, Gradska plaža i Veliki pijesak na Jadranskom moru.



Slika 1.14. Stari grad Bar



Slika 1.15. Stara maslina na Mirovici

1.9.4. Sportski objekti

Bar sprovodi planske aktivnosti u cilju unapređenja sportskih aktivnosti djece, omladine i građana. Sportski centar “Topolica” Bar, izgrađen je 2009. godine, nalazi se u Bulevaru revolucije 85. Spratnost dvorane je P+2, sa bruto-građevinskom površinom od 8.500 m², dok je površina u osnovi 3.600 m² sa kapacitetom od 2.625 mjesta za sjedenje. Posjeduje terene za rukomet, košarku i odbojku, svlačionice i teretanu. Najviše sportskih klubova je iz oblasti fudbala, tenisa, košarke, odbojke i rukometa. Od sportskih objekata značajan je još i stadion “Topolica” kapaciteta 2500 mjesta.

1.9.5. Turistički objekti

Grad Bar, koji leži i na morskoj i na jezerskoj obali nad kojima se izdižu planinski predjeli, godinama privlači veliku pažnju brojnih posjetilaca i turista. Brojne plaže i turistički objekti tokom ljetnjih mjeseci postaju mjesta okupljanja velikog broja ljudi, što sa aspekta zaštite od zemljotresa može da predstavlja otežavajuću okolnost, pa se ovoj kategoriji objekata, takođe, mora posvetiti posebna pažnja kako bi se smanjile eventualne posledice koje bi nastale u slučaju zemljotresa.

Pregled najznačajnijih hotela na teritoriji opštine Bar dat je u tabeli 1.4.

Tabela 1.4. Smještajni kapaciteti u većim hotelima u Baru

Hotel:	Adresa:	Smještajni kapaciteti
Hotel Princess ****	Ul. Jovana Tomaševića, Bar	135 soba, od čega 27 apartmana
Hotel Agape ****	Bulevar Dinastije Petrović H-14, Bar	5 apartmana, 17 soba
Hotel Franca ****	C8 Bulevar 24. Novembra, Bar	2 apartmana, 21 soba
Ruža vjetrova ****	Dobra Voda, Veliki pijesak, Bar	21 apartman
Apart. hotel Kalamper ****	Dobra Voda	16 apartmana

Pored ovih većih hotela sa 4 zvjezdice, tu je i par desetina hotela niže kategorije, pansiona i objekata privatnog smještaja na području od Virpazara do Čanja na sjevero-zapadu i Utjehe na jugo-istoku.

Turističku ponudu Bara 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.

1.9.6. Vanprivredni objekti

U opštini Bar se nalaze organi lokalne samouprave, a pored toga bitno je pomenuti da se na teritoriji grada nalaze Uprava pomorske sigurnosti i upravljanja lukama i Lučka kapetanija Bar. Pored navedenih nalaze se i vrlo osjetljivi objekti Vojske Crne Gore (Mornarica Sidrište Luka Bar, stacionarno čvorište veze Crni rt).

Uprava pomorske sigurnosti i upravljanja lukama (UPSUL) sa sjedištem u ul. Maršala Tita br.7. koja vrši poslove koje se odnose na sigurnost plovidbe u obalnom moru Crne Gore, organizovanje i obavljanje akcija traganja i spašavanja na moru; zaštitu mora od zagađenja sa plovnih i plutajućih objekata i druge akcije spašavanja koje se dogode na prostoru od bova ka otvorenom moru, dok su za prostor od plaže do bova zaduženi spasiooci i zakupci plaža. Odsjek traganja i spašavanja na moru i Pomorski operativni centar posjeduju ljudska i materijalna sredstva sa kojima mogu da učestvuju u pomenutim akcijama.

Područna jedinica Direktorata za pomorski saobraćaj, sigurnost plovidbe, zaštitu od zagađenja i pomorsku privredu Lučka kapetanija Bar koja svojim djelovanjem pokriva područje od rta Jaz do državne granice na ušću rijeke Bojane, rijeku Bojanu i Skadrasko jezero u granicama Crne Gore¹⁰ takođe je jedan od vanprivrednih objekata čija je djelatnost od velikog značaja, naročito kada je u pitanju sigurna i bezbjedna plovidba u vodama koje su u njenoj nadležnosti.

1.9.7. Zelene površine

Na području opštine Bar zelene površine¹¹ koje su uređene zauzimaju prostor od 218.000m², a neuređenih zelenih površina koje se graniče sa uređenim prostorom od 125.000m². Na području grada postoji i rekreativni park Šuma Lekovića. Površina šuma je 7.020 ha – 92,82% lišćarskih šuma i 7,18 % četinarskih.

¹⁰ Pravilnik o unutrašnjoj organizaciji i sistematizaciji ministarstva saobraćaja i pomorstva, Podgorica, April 2019. godine

¹¹ <https://komunalnobar.me/>

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 njihovu pripremu, iako je takvih napora bilo, posebno u dijelu analize zemljotresnog scenarija, koji predstavlja okosnicu takvih planova. Iz tih razloga, Plan zaštite i spašavanja od zemljotresa za opštinu Bar, zbog visokog stepena seizmičkog hazarda kojem je izložena, ali i zbog velikog značaja ove opštine i njene ukupne sadržine za cijelu državu Crnu Goru, pripremljen je detaljnije i opširnije nego što je to uobičajeno.

2.1. Lokalna i regionalna seizmičnost i seizmotektonske karakteristike

Kao što je već istaknuto u uvodnom dijelu ovog Plana, tereni opštine Bar imaju prilično kompleksnu geološku građu, kako sa aspekta stratigrafsko-litološko-facijalnog sastava, tako i sa aspekta geotektonskog sklopa (PUP Opštine Bar, 2018). Takva geološka građa, kao i geodinamički procesi koji je oblikuju, stvarana je tokom duge geološke istorije, a stvara se i danas. Ti procesi i intenzivna tektonska kretanja, uvijek bili praćeni brojnim snažnim i razornim zemljotresima.

Takva, dugotrajna i kontinualna seizmička aktivnost kroz vrlo dugi istorijski period, uz povremenu pojavu razornih i katastrofalnih zemljotresa na širem području opštine Bar, cijele 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 arhivima, 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) skale¹². Ovaj zemljotres je razorio ne samo dubrovačku regiju, nego i značajan dio naselja Boke Kotorske.

¹² Za opisivanje i kvantifikaciju intenziteta zemljotresa, tokom seizmološke istorije razvijeno je više seizmičkih skala. Prvu profesionalnu, tada široko prihvaćenu skalu intenziteta, konstruisali su i publikovali zajedno dva istraživača - Fransoa 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)

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 opštine Bar izazvao je velika 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.

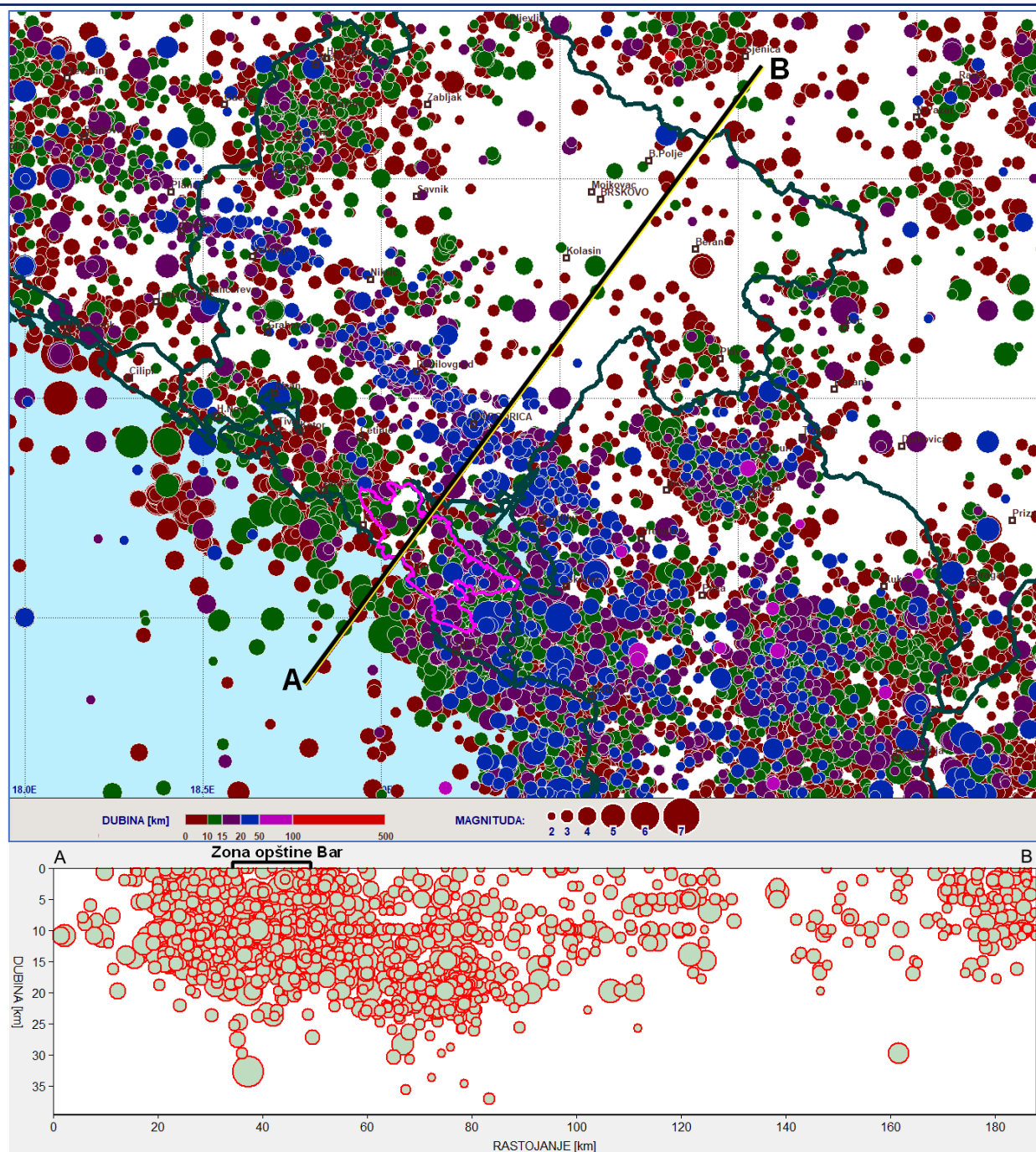
Karakter i intenzitet seizmičke aktivnosti na prostoru južnih Dinarida ilustrativno izražava karta epicentara zemljotresa koji su se dogodili u periodu od XV vijeka do početka 2023. godine u ovom regionu (slika 2.1). Na ovoj karti, za period do početka XX vijeka prikazani su samo razorni i vrlo snažni zemljotresi (Karnik, 1968 i 1971), pa do 1982. godine, prikazani su samo jači zemljotresi, dok su za interval od početka XX vijeka pa do 1983. godine prikazani podaci za zemljotrese sa magnitudom iznad 3.5 (Rihterovih jedinica¹³), a nakon tog perioda - prikazana je seizmička aktivnost iznad magnitude 2,0.

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 skale intenziteta, treba naglasiti da ne postoje egzaktno 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 VI i X stepeni, međusobno korelabilne (na primjer: Musson et al., 2010, Grünthal 1998).

¹³ 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.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA



Slika 2.1. Distribucija epicentara jačih zemlotresa na teritoriji Crne Gore i neposrednog okruženja, na osnovu Kataloga zemlotresa koji obuhvata period od prethodnih 550 godina (do kraja 2022. godine). Donji dio slike prikazuje vertikalni profil hipocentara duž linije naznačene crnom bojom na karti (A-B), koji se pruža preko teritorije opštine Bar, 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.

Na slici 2.1 se lako uočava 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).

Poduzni profil sa položajem hipocentara (u pojasu širokom 30 km) na donjem dijelu slike 1, takođe prikazuje vrlo visok stepen seizmičke aktivnosti u zoni u kojoj je pozicionirana teritorija opštine Bar. 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.

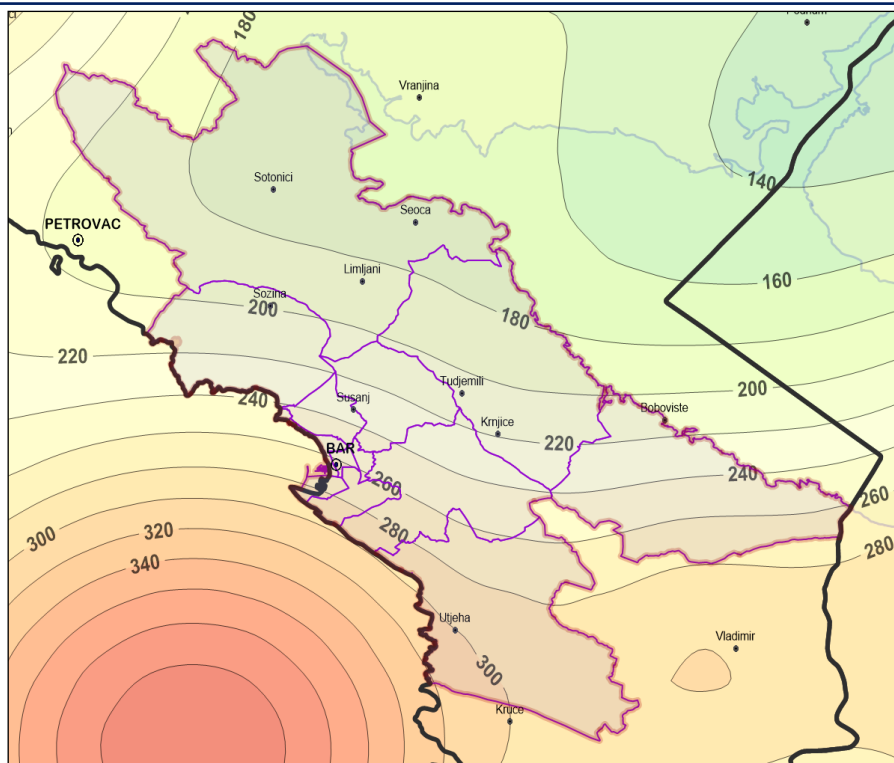
Seizmičnost Crne Gore karakterišu brojna autohtona seizmogeno žarišta, ali i veći broj seizmogenih zona cijelog zapadnog Balkana, posebno ona sa prostora južne Hrvatske, Hercegovine, sjeverne Albanije i južne i jugozapadne Srbije. Kao izrazito seizmički aktivan prostor Crne Gore treba svakako apostrofirati 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 opštine Bar, 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 najsnažnijih zemljotresa u širem, seizmički uticajnom regionu, generisanih tokom prethodnih nekoliko stotina godina.

Za potrebe takve ocjene nivoa seizmičke aktivnosti na teritoriji opštine Bar i seizmički uticajnog okruženja, na slici 2 su prikazana maksimalna dejstva zemljotresa tokom prethodnih pet vijekova, u obliku maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla na osnovnoj¹⁴ (čvrstoj) stijeni, koja su sračunata na osnovu svih evidentiranih zemljotresa u širem regionu (slika 2.1). Sa ovog priloga je moguće utvrditi da je područje opštine Bar tokom navedenog perioda vremena bilo izloženo oscilacijama tla pri dejstvu zemljotresa – sa maksimalnim vrijednostima ubrzanja od 172 na sjevernom dijelu teritorije ove opštine - do 332 cm/s² na južnom dijelu Opštine (odnosno između 17.5 i 33.8 % od ubrzanja sile teže g). Na osnovu karakteristika izoliranja ubrzanja lako je zaključiti da je lokalna seizmičnost koja je generisana u seizmogenim zonama krajnjeg južnog dijela jadranskog podmorja u blizini crnogorske obale, određuje seizmički režim na području ove opštine.

U proračunu prikazanih maksimalnih ubrzanja na slici 2 korišćena je grupa od šest empirijskih relacija za maksimalno horizontalno ubrzanje na čvrstom tlu ($V_{s30} \geq 800$ 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: Elnashai and Sarno 2015, Akkar and Bommer 2010, Ambraseys et al., 2010, Berge-Thierry 2003, Joyner and Boore 1981 i Glavatovic 1985. Prikazani rezultat proračuna na slici 3 predstavlja aritmetičku sredinu nezavisno sračunatih vrijednosti ubrzanja na osnovu navedenih pet empirijskih relacija.

¹⁴ Pod osnovnom ili čvrstom stijenom (odnosno tlom tipa A prema Eurokodu MEST EN1998-1, se podrazumijeva tlo/stijena koja se karakteriše brzinom transverzalnih talasa preko 800 m/s).



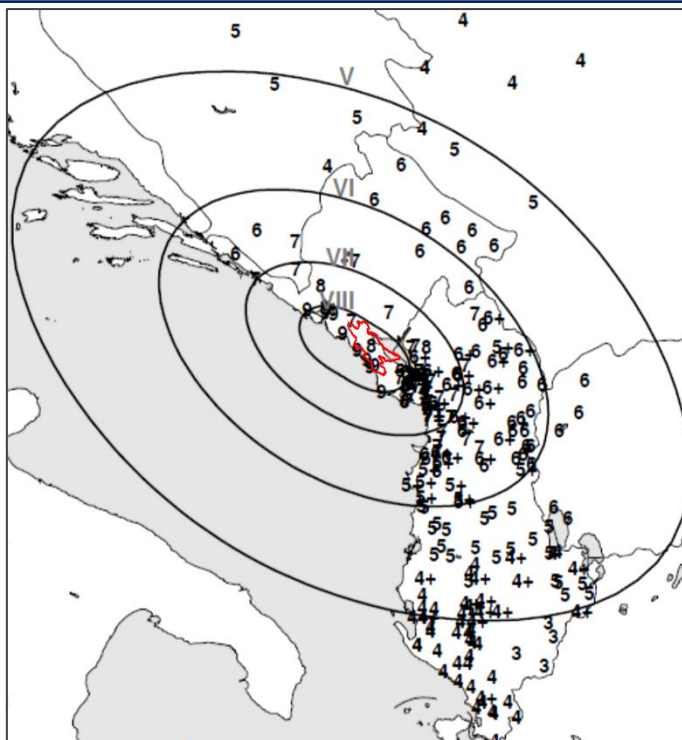
Slika 2.2.. Sračunate maksimalne vrijednosti horizontalnog ubrzanja tla na čvrstom tlu za područje opštine Bar, na osnovu svih dogođenih jačih zemljotresa tokom prethodnih deset vijekova na širem, seizmički uticajnom području te opštine. Raspon ovih ubrzanja, kao objektivnog kvantitativnog opisa istorijske seizmičnosti, kreće se u od 170 cm/s^2 na sjeveru ove opštine do 322 cm/s^2 na njenom krajnjem jugu (odnosno od 17.3 do 32.8 % od zemljinog gravitacionog ubrzanja).

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 opštine Bar smještena u reonu vrlo intenzivne seizmičnosti, odnosno visokog seizmičkog hazarda, a posebno njen priobalni dio. Očigledno je da seizmičnost ovog reona potiče kako od lokalnih seizmogenih zona, tako i od udaljenih žarišta sa visokim seizmogenim potencijalom.

2.1.1. Efekti katastrofalnog zemljotresa od 15. aprila 1979. godine na teritoriji opštine Bar

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 vijekova unazad na ovim prostorima. Zemljotres sa intenzitetom devet stepeni Merkalijeve skale (slika 2.3.), 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 Bara i Ulcinja, 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 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 2.3. Izoseiste zemljotresa od 15. aprila 1979. na crnogorskom primorju, sa magnitudom $M_w 7.0$ sa izraženom elongacijom u pravcu pružanja Dinarida. Pleistoseista (izoseista sa maksimalnim intenzitetom) od IX jedinica MCS skale ovog zemljotresa obuhvatila je praktično cijelo crnogorsko priobalje, uključujući i teritoriju opštine Bar (čija kontura je naznačena crvenom bojom na slici). Numeričke vrijednosti izražavaju intenzitet ovog zemljotresa (naznačen rimskim i arapskim brojevima), u MCS skali (ili numerički ekvivalentnoj evropskoj makroseizmičkoj skali EMS98).

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 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.

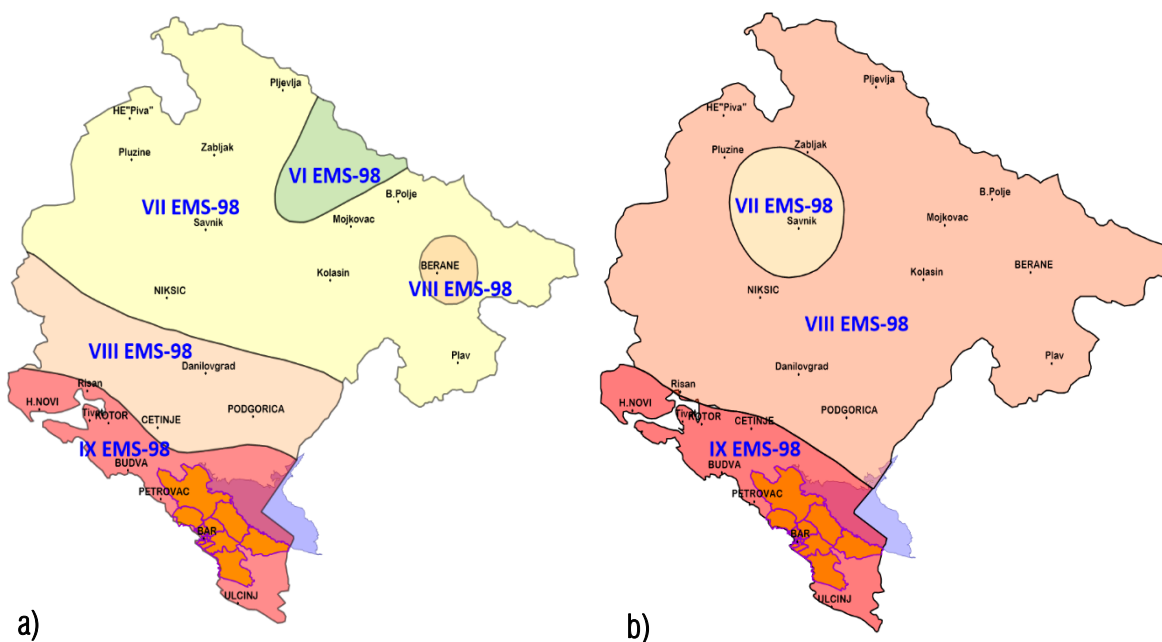


Slika 2.4 Hotel „Agava“ u Baru (lijevo) i pristanišni gat broj 2 u Luci Bar (desno), poslije zemljotresa od 15. aprila 1979. godine sa magnitudom $M_L 7.0$.

Posebno su teško stradali gradovi: Ulcinj, Bar, Petrovac, Budva, Tivat, Kotor, Risan i Herceg Novi, a razoreno je i 250 drugih naselja (slika 2.4). 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).

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 2.5. a) Karta seizmičke rejonizacije Crne Gore, sa vrijednostima očekivanih maksimalnih intenziteta zemljotresa Crne Gore (1982); b) Privremena seizmološka karta SFRJ (dio za Crnu Goru), 1987. Područje opštine Bar je naznačeno zasjenčenom površinom narandžaste boje.

U tom periodu izrađena je i Karta seizmičke rejonizacije Crne Gore (1982. godine) u projektu *Seizmička rejonizacija Crne Gore* (slika 2.5), koja izražava očekivane maksimalne intenzitete zemljotresa u uslovima tzv. srednjeg tla¹⁵ u povratnom periodu od 100 godina. Na osnovu te karte, cijelo područje opštine Bar se nalazi u zone od IX stepeni evropske Makroseizmičke skale - EMS-98 (u nastavku će za ovu skalu biti korišćena kratica – EMS).

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 2.5.b 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 2019. godine, kada su usvojen novi standard – Eurokod 1998, kod nas nazvan MEST EN1998 (Institut za standardizaciju Crne Gore, 2019). I na toj karti cijela teritorija opštine Bar je smještena u zoni od IX stepeni EMS.

Navedeni podaci o očekivanom maksimalnom intenzitetu zemljotresa na području opštine Bar, saglasni su sa događenim scenarijom koji je generisao zemljotres koji se dogodio 1. juna 1905. godine sa epicentrom u blizini albanskog grada Skadra. Taj zemljotres je imao magnitudu Mw 6.4 jedinice, a pored velikih razaranja koja je izazvao u Skadru i okolnim naseljima, nanio je izvjesne štete na teritoriji opštine Bar, koje su ocijenjene sa intenzitetom od VII stepeni MCS skale (ili numerički ekvivalentne skale EMS skale), kao i sa efektima zemljotresa iz 1968. godine u blizini sela Vladimir, sa magnitudom 5.1 (slika 2.5.) koji je na teritoriji opštine Bar izazvao intenzitet od VIII jedinica EMS skale i nanio materijalnu štetu određenom obimu građevinskih objekata.

¹⁵ Srednje tlo u Crnoj Gori je deklarirano u projektu *Seizmička rejonizacija Crne Gore (1982. godine)* kao sedimentni geološki kompleks koji gradi karbonatna i flišna formacija, sa brzinom transverzalnih seizmičkih talasa preko 700 m/s i ukupnom debljinom preko 30 metara.

2.1.2 Seizmotektonske karakteristike teritorije opštine Bar

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 mikroploče (u dijelu ispod sedimentnog kompleksa, obuhvatajući stijene kiselog i bazičnog sastava, sve do Mohorovičićeve granice) u smjeru poniranja subdukcijske ploče Apenina - ka Tirenskom moru.

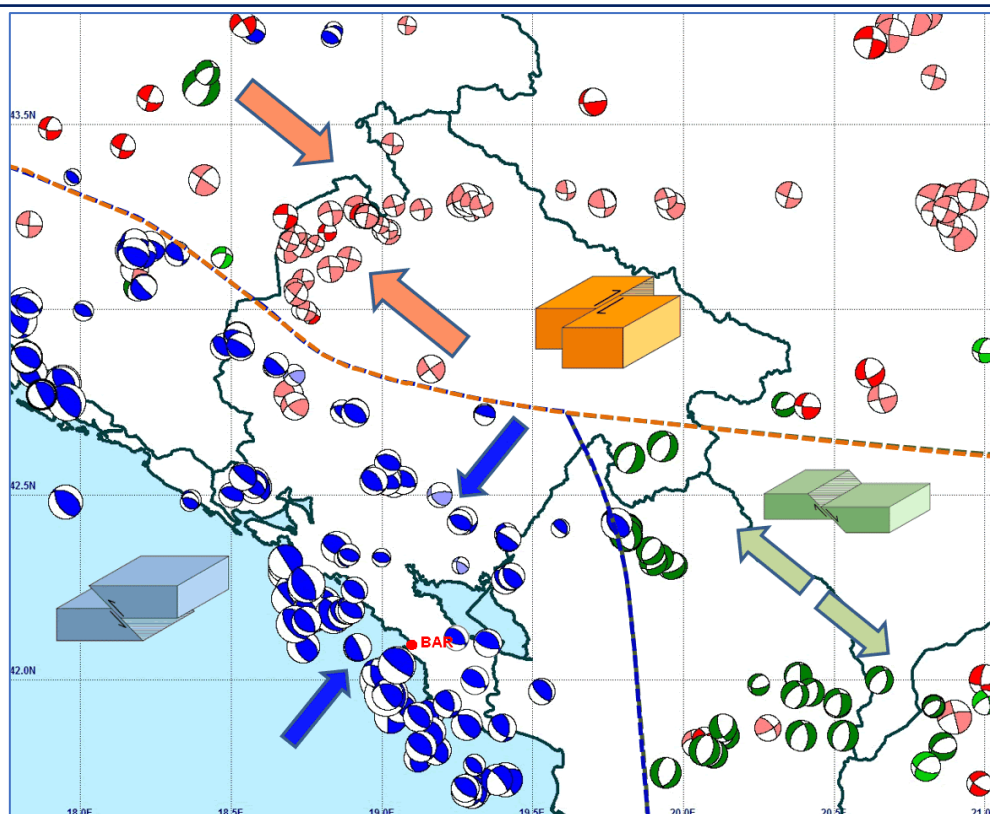
S druge strane, snažni bočni pritisak stvara debeli sedimentni kompleks Jadrana (sve do nivoa trijaskih klastita) opirući se horizontalnim deformacijama u regionu Jadrana i istovremeno izazivajući snažne tektonske procese u spoljašnjim i unutrašnjim Dinaridima. Kao rezultat ovakvih naprezanja, u stijenama 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 (Glavatovic 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 jasno ukazuju na glavne generalne uzročnike geodinamičkih procesa u južnom Jadranu i Dinaridima. Na taj način se ostvaruje subdukovanje jadranske mikroploče ispod Dinarida i Apenina ukupnom brzinom od oko 4 mm na godišnjem nivou, a time i zatvaranju Jadrana, odnosno međusobna konvergencija 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 zemljoptrese.

Kao dalju posljedicu ovih aktivnih tektonskih procesa, tereni opštine Bar zadobili su vrlo kompleksnu geološku i strukturnu građu. Sa aspekta tektonske rejonizacije, ovo područje pripada tzv. regionalnoj rasjednoj strukturi koju čine naborni i razlomni tektonski oblici. Od nabornih oblika su razvijene prevrnutе 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: Vucic and Glavatovic, 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 Paraautohton. 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 2.6. 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 2.6 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. CMT¹⁶ 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 opštine Bar.

Takođe, sa slike 2.6 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 6, ukazujući na glavni pravac kompresije jugozapad – sjeveroistok, odnosno pravac koji je generalno upravan na pravac prostiranja Dinaride.

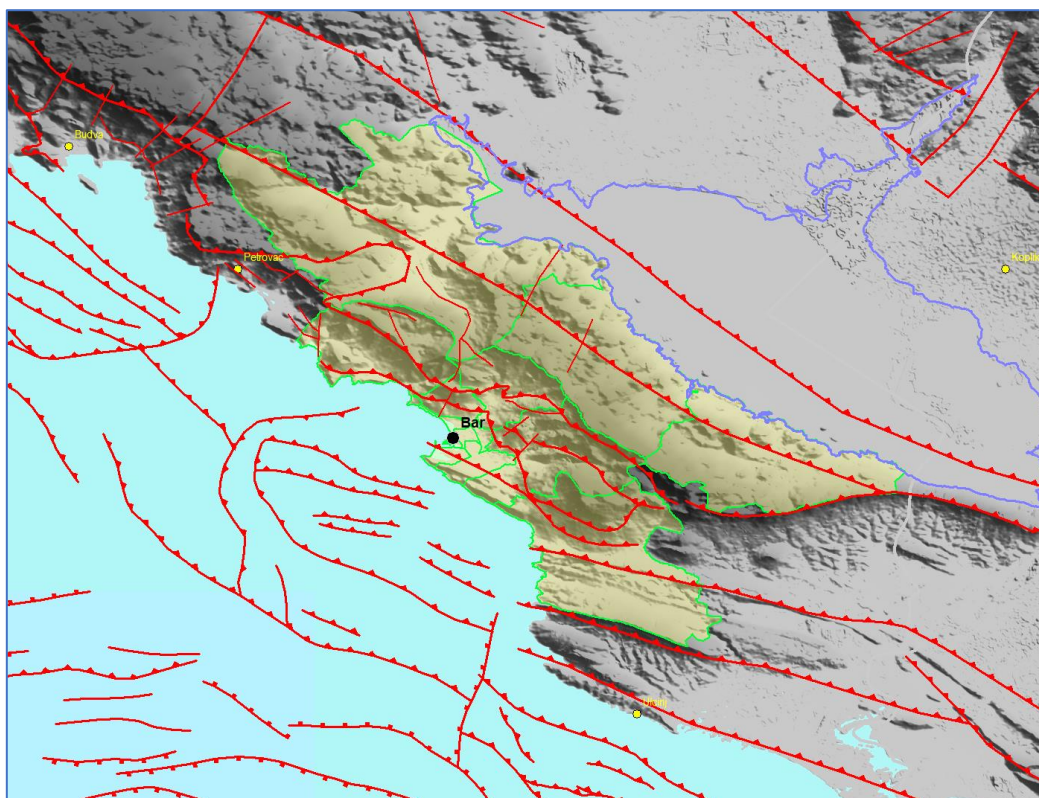
¹⁶ CMT je skraćenica od engleskog naziva numeričke metode „Centroid Moment Tensor“ koja se koristi za proračun tenzora naponskog polja u žarištu zemljotresa potpunom inverzijom seizmičke talasne slike seizmograma širokopoljnih seizmometara.

a) Seizmogeni model regiona

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, pronađenog 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 Glavatovic, 2014b i Glavatović 1997) koja je prikazana na slici 2.7. 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).



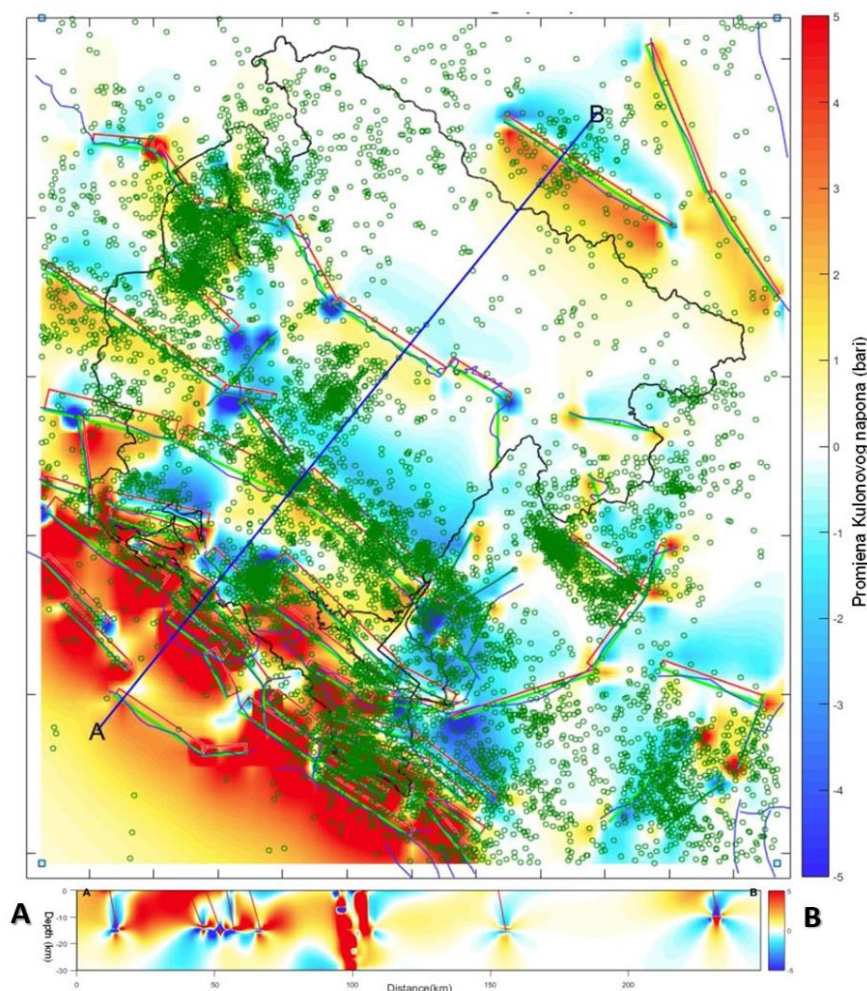
Slika 2.7. Distribucija i karakter aktivnih tektonskih rasjeda na širem području opštine Bar, na osnovu rezultata geoloških istraživanja na kopnu i dubokih reflektivnih i refrakcionih seizmičkih ispitivanja u podmorju, kao i na bazi registrovane seizmičnosti.

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 2.8 prikazana je

distribucija napona u ortogonalnoj projekciji u površinskoj zoni modelovanih rasjeda, kao i na vertikalnom presjeku zemljine kore, 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 vjekova na istom prostoru, indicirajući veliki aktuelni tektonski potencijal cijelog crnogorskog podmorja i priobalja.

Na osnovu izloženog razmatranja seizmotektonskih karakteristika šireg okruženja opštine Bar, 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 infrasrukturni objekti na teritoriji opštine Bar biti izloženi visokom nivou seizmičkog hazarda, koji se generalno može izraziti intenzitetom zemljotresa od IX jedinica MCS (odnosno EMS98) skale intenziteta u uslovima osnovne (čvrste) stijene.



Slika 2.8. 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 opštine Bar, može se zaključiti da postoji značajan seizmogeni potencijal prisutnih regionalnih, ali i lokalnih tektonskih formi, sudeći po njihovoj dimenziji i recentnoj aktivnosti (slika 2.8). 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 priobalnom dijelu Crne Gore, kao i crnogorskog podmorja, mogu dostići 7 jedinica Rihterove skale, što može rezultirati maksimalnim intenzitetima zemljotresa na području opštine Bar do IX stepeni MCS skale u uslovima osnovne (čvrste) stijene, a uz sadejstvo amplifikacionog faktora lokalnog tla, ukupan seizmički efekat u priobalnim dijelovima terena ove opštine, može biti uvećan najmanje za jednu jedinicu te skale.

2.2. Seizmički hazard

Za procjenu seizmičkog hazarda danas se koriste dvije grupe metodologija: 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, omogućući 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, katalozi 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 katalozi objavljeni 1968. i 1971. godine (Karnik 1968. i Karnik 1971.). U nedostatku nedavnih lokalnih podataka o zemljotresima, katalozi se često dopunjuju globalnim katalozima 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. Zatim 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.

2.2.1. 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 magnitudo 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 magnitudo je veća ili jednaka donjoj granici magnitudo 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.

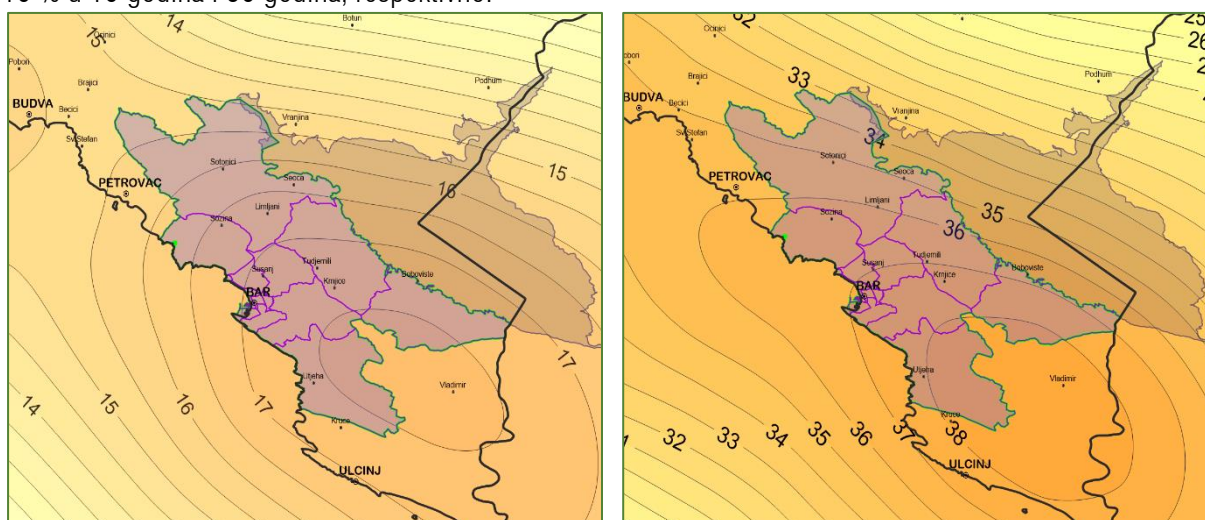
Seizmički hazard je sračunat za sve potencijalne zemljotrese u svakoj ćeliji mreže. Zemljotresi manji od $M_w=6.0$ su okarakterisani kao tačkasti izvori u centru svake ćelije, dok se zemljotrese iznad $M_w=6$ pretpostavljaju hipotetički konačni vertikalni ili kosi rajsedi sa centrom u ćeliji izvorne 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 akceleroograma 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 magnituda-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 transversalnih talasa iznad 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 % u 10 godina i 50 godina, respektivno.



Slika 2.9. Karte seizmičkog hazarda za teritoriju opštine Bar 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 u vidu očekivanog maksimalnog horizontalnog ubrzanja na osnovnoj stijeni a_{GR} za područje opštine Bar (sa 10 % vjerovatnoće prevazilaženja seizmičkog događaja u 10 godina i u 50 godina, respektivno) su prikazane u grafičkom obliku na slici 9 za povratne periode vremena od 95 i 475 godina, kao i numeričkom obliku u Tabeli I. Vrijednosti seizmičkog hazarda na ovoj slici su prikazane u obliku maksimalnih horizontalnih ubrzanja u procentima ubrzanja sile teže g (9.81 m/s^2) i vezani su za uslove čvrste stijene u podlozi ($V_{S30} \geq 800 \text{ m/s}$).

Tabela I. Seizmički hazard izražen kao maksimalno horizontalno ubrzanje na čvrstoj stijeni na području opštine Bar, za povratne period vremena 95 i 475 godina

Povratni period [godine]	PGA [% g]
95	14.9 – 17.7
475	32.8 – 38.7

2.3. 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 vulnerabilitet) tog objekta ili sistema. Povredljivost objekta označava stepen potencijalnih gubitaka 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 elemenat 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 elemenat.

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. Definirati metodu procjene štete kod svake grupe objekata, kako bi se ona mogla kvantifikovati i
4. Definirati 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.

2.3.1. 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.

2.3.2 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:

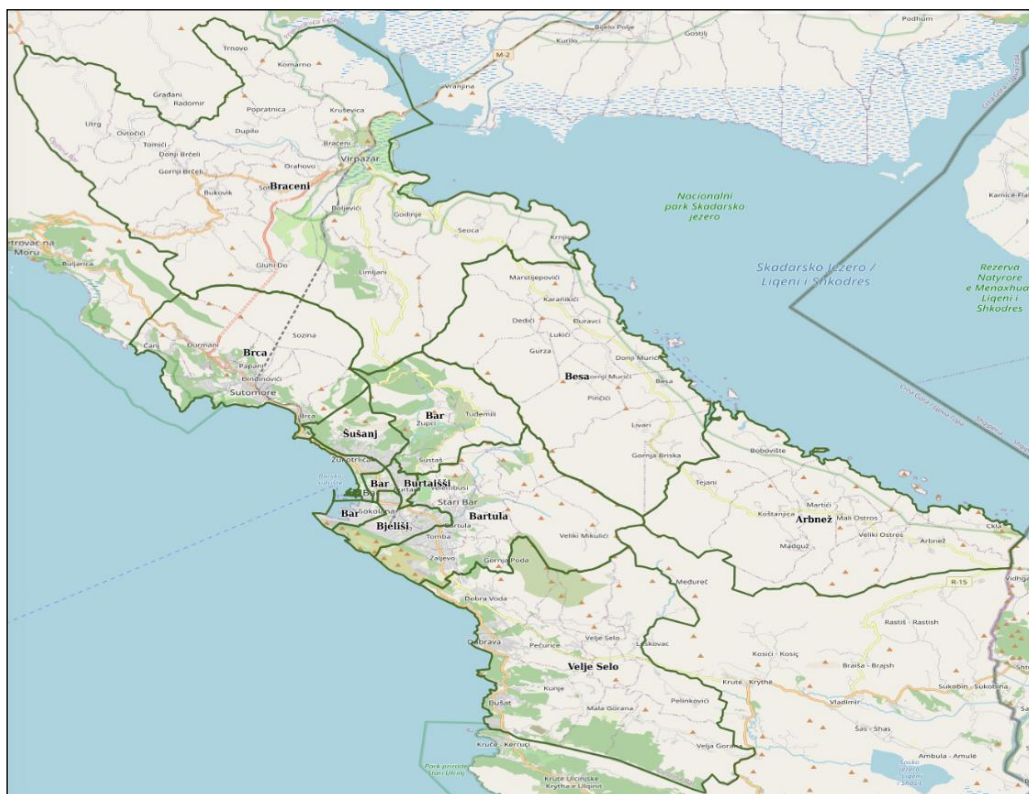
1. Stanovništvo
 - Urbano
 - Ruralno
2. Građevinski fond
 - Objekti za stanovanje
 - Industrijski objekti
 - Ostali poslovni objekti
3. Infrastrukturni sistemi
 - Putevi, autoputevi, mostovi, tuneli, konvencionalni mostovi, magistralni i regionalni putevi, lokalni putevi,
 - Željeznica (mostovi, tuneli),
 - 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.

2.3.3 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 Bar, 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 2.10. Granice mjesnih zajednica opštine Bar sa indikacijom većih naselja (PUP opštine Bar, 2018).



Slika 2.11. Naseljena mjesta i granice mjesnih zajednica na teritoriji opštine Bar.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

Tabela II. Stanovništvo i broj stambenih jedinica u naseljenim mjestima opštine Bar, prema popisu iz 2011. godine (MONSTAT, 2011)

Naselje	Stano- vnika	Domaći- nstava	Broj stanova	Naselje	Stano- vnika	Domaći- nstava	Broj stanova
Arbneš	338	146	152	Mačuge	9	0	24
Bar (grad)	13.586	4.663	7.284	Mala Gorana	137	44	4
Bartula	351	112	163	Mali Mikulići	0	0	0
Bes	42	40	54	Mali Ostros	115	81	84
Bjelisi	1729	610	946	Marstijepovići	0	0	7
Boboviste	181	92	88	Martići	300	121	125
Boljevići	182	76	155	Miljevci	344	125	619
Braceni	15	6	7	Mišići	232	103	771
Brca	274	124	1.017	Orahovo	64	21	26
Brijege	0	0	20	Otočići	57	30	80
Bukovik	67	2	81	Papani	173	67	298
Burtaiši	3830	27	1.638	Pečurice	579	214	2.442
Čeluga	1.484	1.171	613	Pelinkovici	151	38	53
Ckla	86	424	52	Pincici	12	11	19
Dabezići	156	59	77	Podi	193	46	56
Dedići	0	45	0	Polje	1.892	593	849
Djendjinovići	357	0	507	Popratnice	11	0	9
Dobra Voda	1.065	135	1.409	Seoca	34	18	115
Donja Briska	27	309	19	Sotonići	93	32	80
Donji Brčeli	9	11	44	Sozina	0	0	0
Donji Murići	101	7	86	Stari Bar	1.867	522	611
Dračevica	0	47	0	Šušanj	2.637	863	2.553
Dupilo	64	0	52	Sustaš	497	145	230
Djuravci	0	2	6	Sutomore	1.992	657	2.297
Djurmani	250	4	643	Tejani	62	23	37
Gluhi do	113	0	178	Tomba	1.199	355	519
Godinje	49	92	61	Tomići	14	9	39
Gornja Briska	22	59	12	Trnovo	10	7	21
Gornji Brčeli	12	23	52	Tudjemili	146	48	38
Gornji Murići	12	8	18	Utrg	26	15	57
Grdovići	175	7	57	Velembusi	924	266	376
Gurza	0	92	3	Veliki Mikulici	0	0	0
Karanikići	6	0	0	Veliki Ostros	342	133	147
Komarno	15	4	31	Velja Gorana	353	96	128
Kostanjica	172	6	95	Velje Selo	228	58	81
Krnjice	18	0	38	Virpazar	282	97	122
Kruševica	0	0	20	Zagradje	369	130	693
Kunje	424	152	2180	Zaljevo	678	203	276
Limljani	91	47	153	Zankovići	306	101	552
Livari	64	18	48	Zgrade	517	196	671
Lukići	0	0	0	Zupci	137	53	89
				UKUPNO	42.349	6.029	33.257

2.3.4. 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 III. 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 ¹⁷
	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 III.

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 IV i V prikazan je skraćeni oblik rezultata tih istraživanja za Crnu Goru, u vidu sračunatog prosjeka na osnovu obavljenih istraživanja u tom projektu.

Tabela VI sadrži simplifikovani pregled procentualne zastupljenosti pojedinih klasa objekata, kao i prosječan broj stanova u objektima različitog tipa konstrukcije na teritoriji Crne Gore, prema projektu NERA (2014), dok tabela V izražava procentualno učešće stanova u objektima različite konstrukcije, u urbanim i seoskim naseljima posebno.

Tabela IV. Relativan broj objekata u klasi i prosječan broj stanova u objektima različitog tipa konstrukcije na teritoriji Crne Gore, za različite klase objekata, prema podacima projekta NERA, 2014.

Vrsta konstrukcije	Relativan broj objekata u klasi (%)	Prosječan broj stanova u zgradi
Zidana od kamena ili cigle	21.0	5
Zidana sa AB ojačanjem	20.5	4
Sa AB ramom	19.5	43
Sa AB zidovima	34.0	116
Ostalo (sa AB ramom i seizmičkom zaštitom, drveni objekti, čelične konstrukcije)	5.0	10

¹⁷ Specifični građevinski termini su usaglašeni sa „Građevinskim rečnikom“ - Vukićević, 2003.

Tabela V. 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

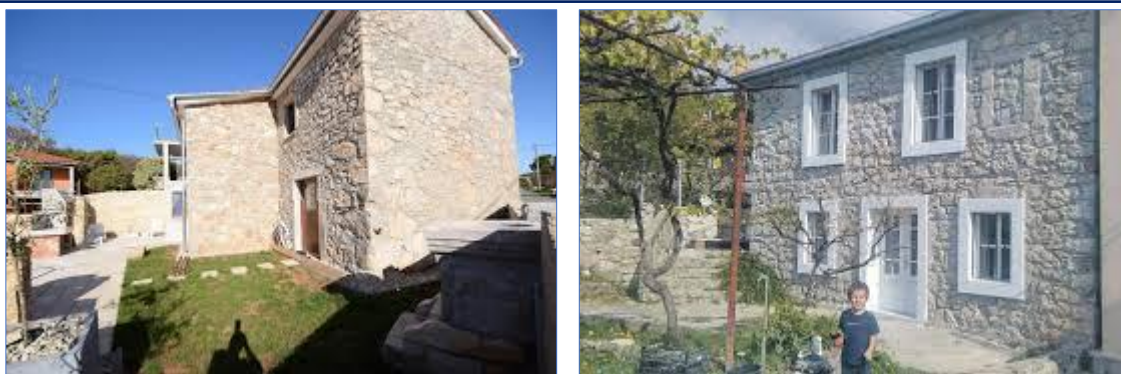
Na osnovu rezultata popisa stanovništva 2011. godine (MONSTAT, 2011) u opštini Bar 41.8 % stanovništva živi u urbanoj, a 58.2 % u ruralnoj zoni. Kada su u pitanju stambene jedinice – u gradskoj sredini je lociralo 31.0 % objekata, a 69.0 % na selu.

Na teritoriji opštine Bar konstrukcije niske i srednje spratnosti, uglavnom su izgrađene zidanjem blokom i opekom (sa ili bez AB rama), dok su objekti srednje do visoke spratnosti izvedene sa armirano-betonskim konstrukcijama (NERA, 2014). Primjeri takve gradnje prikazani su na slikama 2.12c i 2.12d.

U seoskim područjima ove opštine (12b) su uglavnom 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 2.12c do 2.12d).



Slika 2.12a. Primjeri gradnje starih objekata koji potiču iz XIX vijeka u starom dijelu Bara.



Slika 2.12b. Primjeri gradnje zidanih objekata tesanim kamenom u opštini Bar.



Slika 2.12c. Primjer zidanih stambenih objekata sa AB ramom koji su izgrađeni poslije 1981. godine na teritoriji opštine Bar.



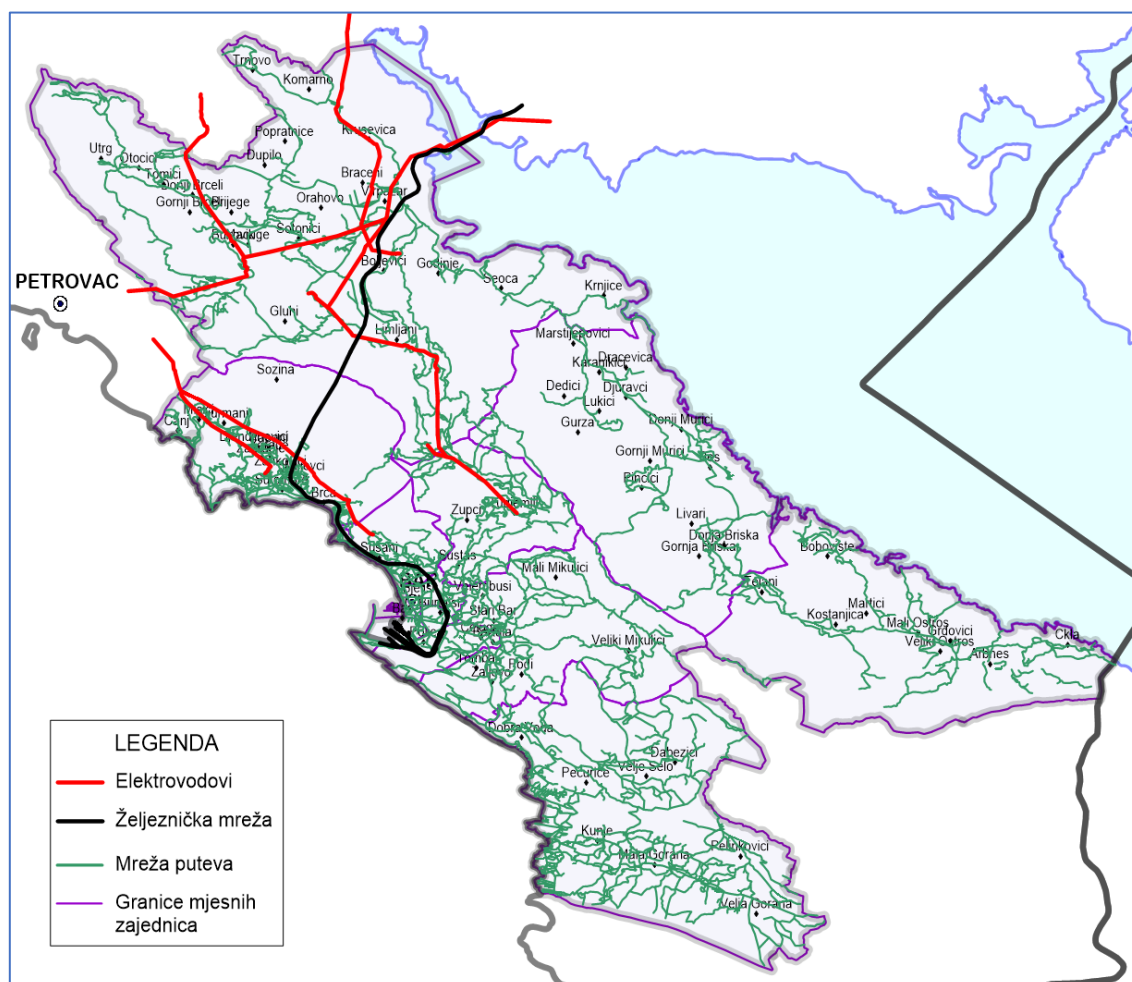
Slika 2.12d. Primjer zidanih stambenih objekata sa AB zidovima na teritoriji opštine Bar.

2.3.5 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 – komponenata 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 najvjerojatnije 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.



Slika 2.13. Mreža glavnih infrastrukturnih sistema na teritoriji opštine Bar.

Najznačajniji infrastrukturni sistemi za jednu društvenu zajednicu, za čije funkcionisanje je vrlo značajna analiza potencijalnog uticaja zemljotresa, obuhvataju posebno (slika 2.13) saobraćajnu infrastrukturu, elektroenergetski sistem, vodosnabdijevanje i zdravstveni sistem.

a) Saobraćajna infrastruktura

Bar je okosnica razvoja primorskog regiona Crne Gore i čvorište veza ove regije i prekomorskih destinacija sa širim evropskim i drugim okruženjem (PUP opštine Bar 2020., 2018). Uticaj razvoja lučko–saobraćajnih usluga i industrije na intenziviranje razvoja ovog prostora je veoma značajan, uz nešto manju ulogu trgovinskih, turističkih i drugih usluga.

Intenziviranjem daljeg razvoja privrednih delatnosti u Baru, učvrstile bi se podsticajne veze primorskog regiona, prije svega zbog prisustva Jadranske magistrale, drugih magistralnih i regionalnih saobraćajnica, željezničke pruge Beograd – Bar, blizine aerodroma u Podgorici i Tivtu i drugih činilaca. Proces koncentracije industrije u Baru nije bio dovoljno ili adekvatno usmjeravan mjerama planske, društvene i tržišne regulacije. Kao rezultat ovakvog procesa, ostali su nedovoljno iskorišćeni raspoloživi lučko–industrijski kapaciteti, potencijali i prostori. Najveći dio područja opštine, 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.).

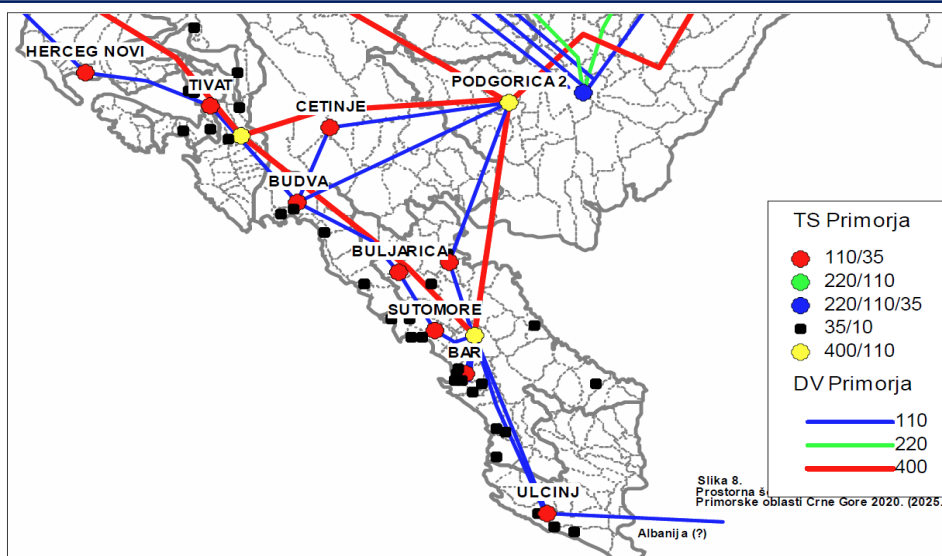
b) Elektroenergetski sistem

Kako je navedeno u PPPOP (2018), kroz područje opštine Bar prolazi dalekovod 110kV Virpazar – Bar koji napaja transformatorsku stanicu TS 110/35 kV Bar kao i dalekovodi 110 kV Bar - Ulcinj i Bar – Budva, koji su takođe uvedeni u TS 110/35 kV Bar. TS 110/35 kV Bar, snage 2 x 40 MVA + 2 x 7,5 MVA za električnu vuču (željeznica), smještena je u naselju Bjeliši pored lokalnog puta i jedini je izvor napajanja Bara na naponskom nivou 110kV (PPPPOP, 2018).



Slika 2.14. 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 kopnenom i podvodnom mrežom (Cavalieri et al., 2014).

Normalan pogon i smjer napajanja je: TS Podgorica 2 – Virpazar - Bar i Podgorica 2 – Cetinje – Budva - Bar. Iz TS 110/35 kV Bar izlaze i dva kabla 35 kV. Mreža 35 kV na području opštine je prstenasta sa poprečnim 35 kV vezama: Područje Bara napaja se iz deset transformatorskih stanica 35/10 kV i to: Topolica, Rade Končar, Luka Bar, Sutomore, Đurmani, Čanj, Stari Bar, Veliki pijesak, Virpazar i Ostros. Distributivna mreža područja koje se napaja iz TS 110/35 kV Bar riješena je sa dva napona 35kV i 10kV.



Slika 2.15. Mreža elektroenergetskih vodova (GIS opštine Bar, PUP opštine Bar).

c) Telekomunikacije

Na području Opštine Bar, usluge fiksne telefonije pružaju četiri registrovana operatora, i to: Crnogorski Telekom, M-tel, Telenor i Pošta Crne Gore (PPNOP, 2018).. Dominantni operator fiksne telefonije na teritoriji Opštine Bar je Crnogorski Telekom. U objektu Telekomunikacionog Centra Bar u centru Bara, instalisan je savremeni elektronski komunikacioni čvor LC Bar.

Na matični elektronski komunikacioni čvor LC Bar, optičkim kablovima i odgovarajućim sistemima prenosa, povezani su udaljeni elektronski komunikacioni čvorovi, ukupno njih 13, i to: RSS Brca, RSS Čanj, RSS Čeluga, RSS Dobre Vode, RSS Ilino 1, RSS Ilino 2, RSS Pečurice, RSS Popovići, RSS Stara Raskrsnica, RSS Sutomore, RSS Topolica, RSS Zagrađe, RSS Šušanj I.

U okviru fiksne elektronske komunikacione mreže operatora Crnogorskog Telekoma, u funkciji su 13592 aktivnih priključaka.

Operator M:tel na teritoriji opštine Bar ima u funkciji 55 aktivnih fiksnih telefonskih priključaka, Telenor 13 IMS (IP Multimedia Subsystem) aktivna fiksna telefonska priključka, dok Pošta Crne Gore u svojim poslovnicama pruža uslugu putem 11 javnih telefonskih govornica.

Usluge fiksnog širokopojasnog pristupa Internetu (putem kabla) na teritoriji Opštine Bar pružaju 3 operatora, i to: Crnogorski Telekom, M-Kabl, WiMAX Montenegro, M:tel, MNNews i SBS Net Montenegro. Operator Crnogorski Telekom na teritoriji Opštine Bar ima u funkciji 15 ADSL čvorova sa 7019 aktivnih priključaka, a M-Kabl 758 aktivnih priključaka, M-Tel 7 aktivnih priključaka. Usluge fiksnog-bežičnog širokopojasnog pristupa Internetu na teritoriji Opštine Bar pružaju 7 operatora, i to: WiMAX Montenegro, M:tel, SBS Net Montenegro, Antres, S&T Tehnica, MNNews i Crnogorski Telekom.

d) Zdravstveni sistem

Bolnice spadaju u takozvane „složeno-socijalne“ sisteme pošto zavise od nekoliko komponenta 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.

2.4. 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.

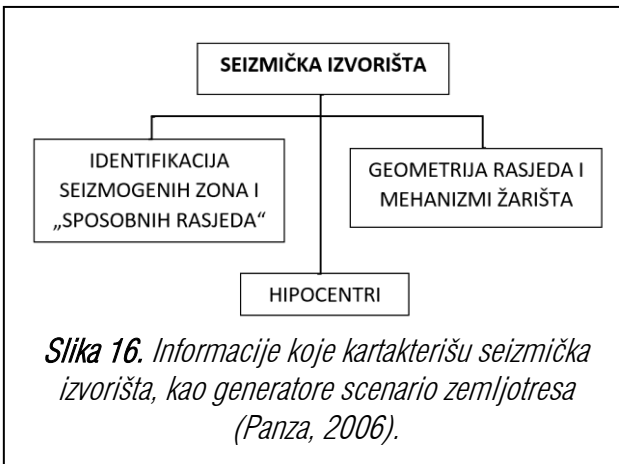
2.4.1 Izbor reprezentativnih scenarija zemljotresa

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:

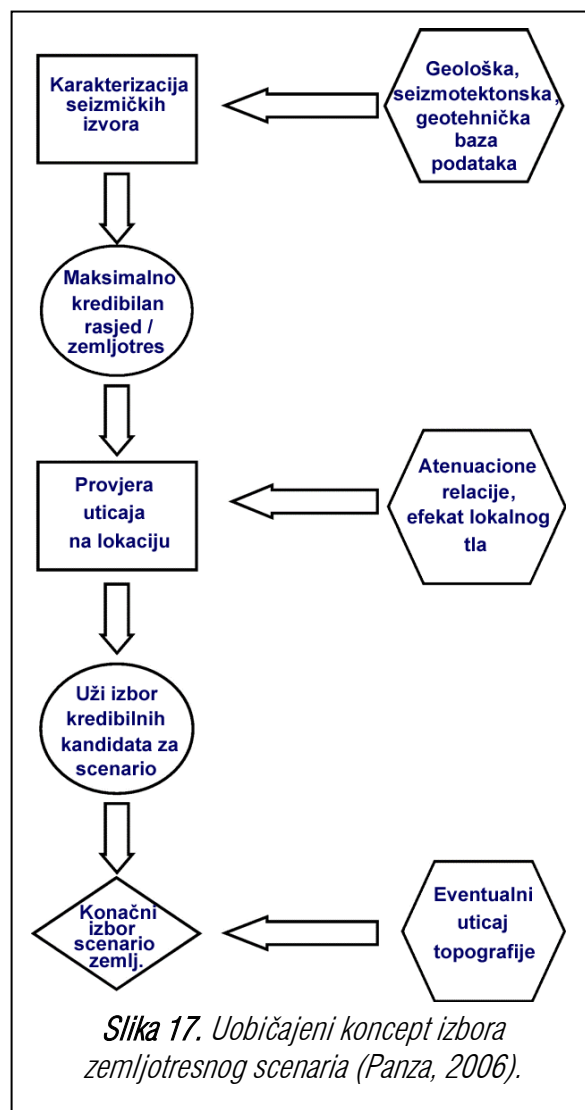
- seizmotektonskim i geodinamičkim svojstvima aktivnih tektonskih struktura,
- seizmičkoj istoriji tog područja,
- lokalnoj i regionalnoj geologiji,
- geotehničkim uslovima lokalnog tla,
- adekvatnim atenuacionim relacijama koje opisuju način prenošenja seizmičkih dejstava (posebno maksimalnih horizontalnog 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 objektivni način reprezentuje realni seizmički ambijent istraživane lokacije za potrebe simulacije zemljotresnog scenarija, predstavlja izazovan zadatak (slika 16). 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.



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 16 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”.

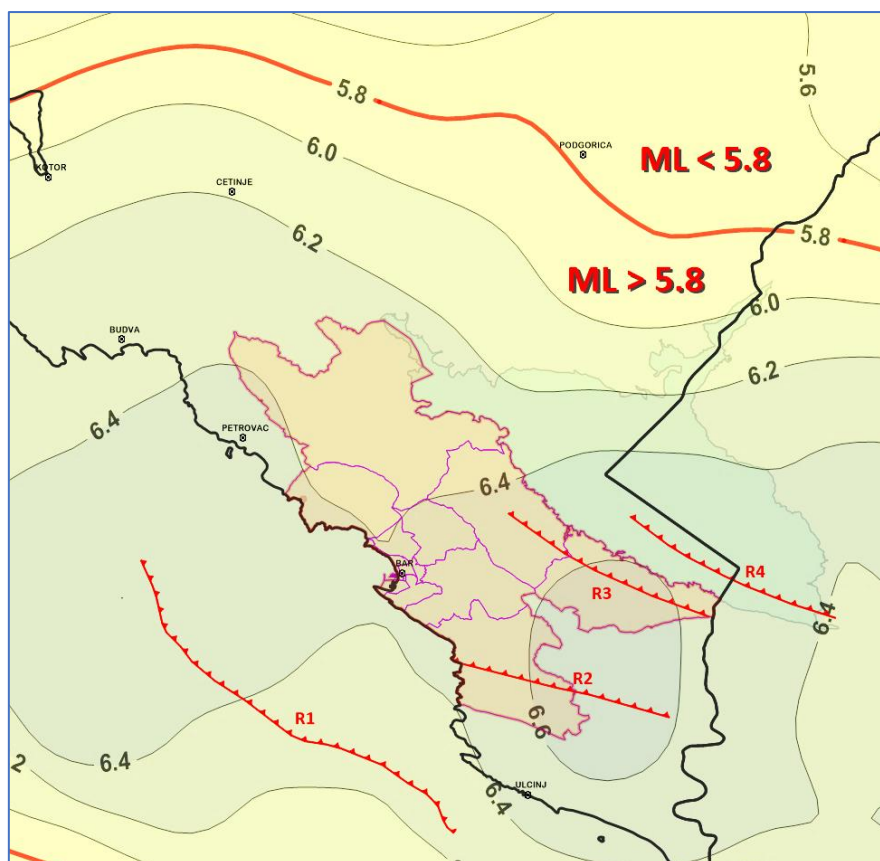


b) Maksimalno moguće magnitude zemljotresa u regionu

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 2.18 su indicirane dvije karakteristične zone sa aspekta maksimalno mogućih magnituda:

- 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 cijela teritorija opštine Bar,
- središnji i sjeverni dio Crne Gore, sa maksimalnim magnitudama $ML < 5.8$ (odnosno $M_s < 5.5$ u Eurokodu MEST EN1998-1).

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 2.18. Očekivane maksimalne magnitude zemljotresa koje su sračunate za povratni period od 100 godina, primjenom Gutenberg-Rihterove relacije za mrežu tačaka za područje opštine Bar i neposredno, seizmički uticajno okruženje. Na osnovu ovog proračuna može se utvrditi da lokalne seizmogene zone mogu proizvoditi (u navedenom povratnom periodu vremena, u širem okruženju teritorije opštine Bar) maksimalne magnitude (ML) do 6.6 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 magnitude 6), što je rezultiralo neadekvatnim Gutenberg-Rihterovim relacijama. Iz tih razloga, ocjena očekivanih maksimalnih magnituda za područje Bokokotorskog 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 magnituda 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 korektne empirijske relacije 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 relacije.

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:

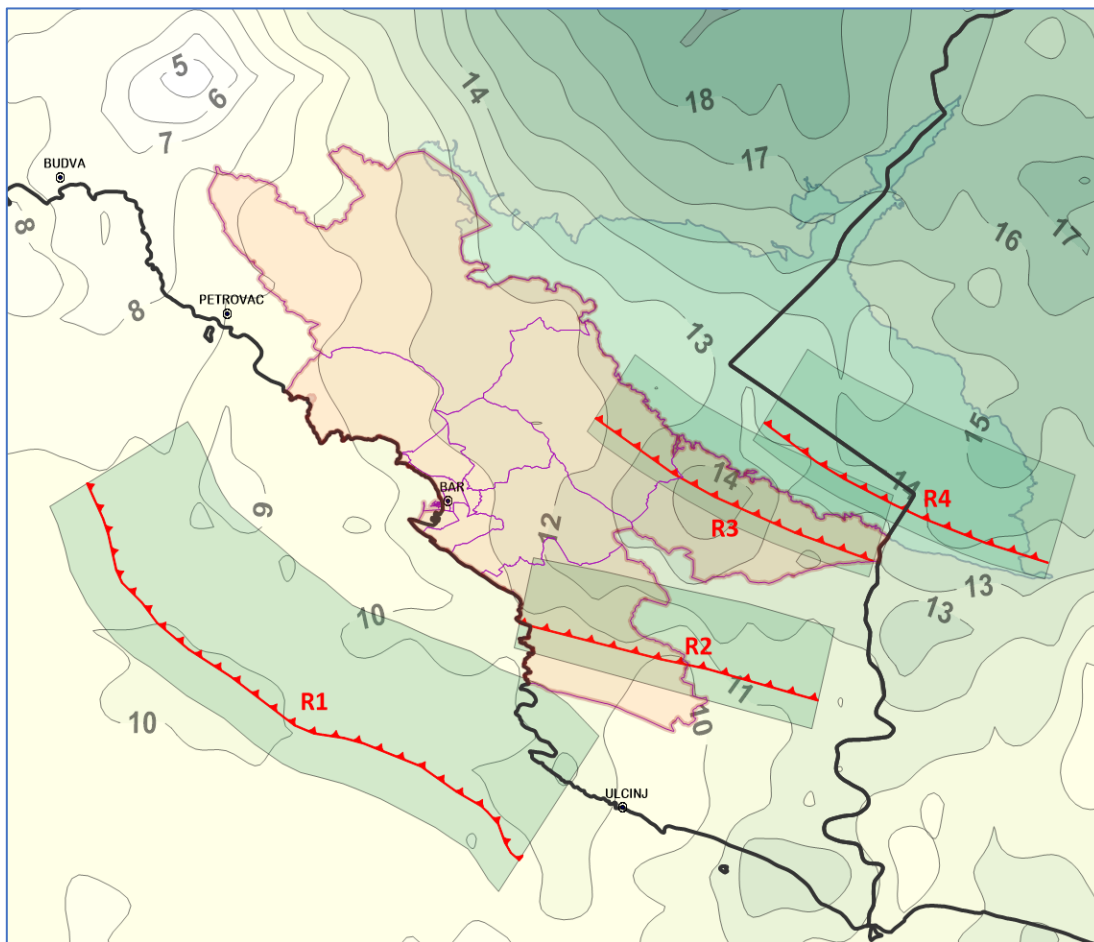
$$M_w = 4.86 + 1.32 \cdot \log(dr)$$

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

c) Dubine seizmogenih zona u region

Na osnovu kataloga svih registrovanih i obrađenih zemljotresa tokom više vijekova, koji su se dogodili na području Crne Gore i neposrednog okruženja (slika 2.1), moguće je sračunati prosječan nivo seizmičke aktivnosti, odnosno najčešću dubinu žarišta zemljotresa, kao što je to prikazano na slici 2.19. 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 okruženja¹⁸, 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 kilometara.



Slika 2.19. Prosječne dubine hipocentara zemljotresa, sračunate na bazi svih dogođenih i registrovanih zemljotresa tokom prethodnih pet vijekova u širem regionu u odnosu na teritoriju opštine Bar. Dubine su izražene u kilometrima. Na karti su naznačene trase četiri seizmogeni 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 VI.

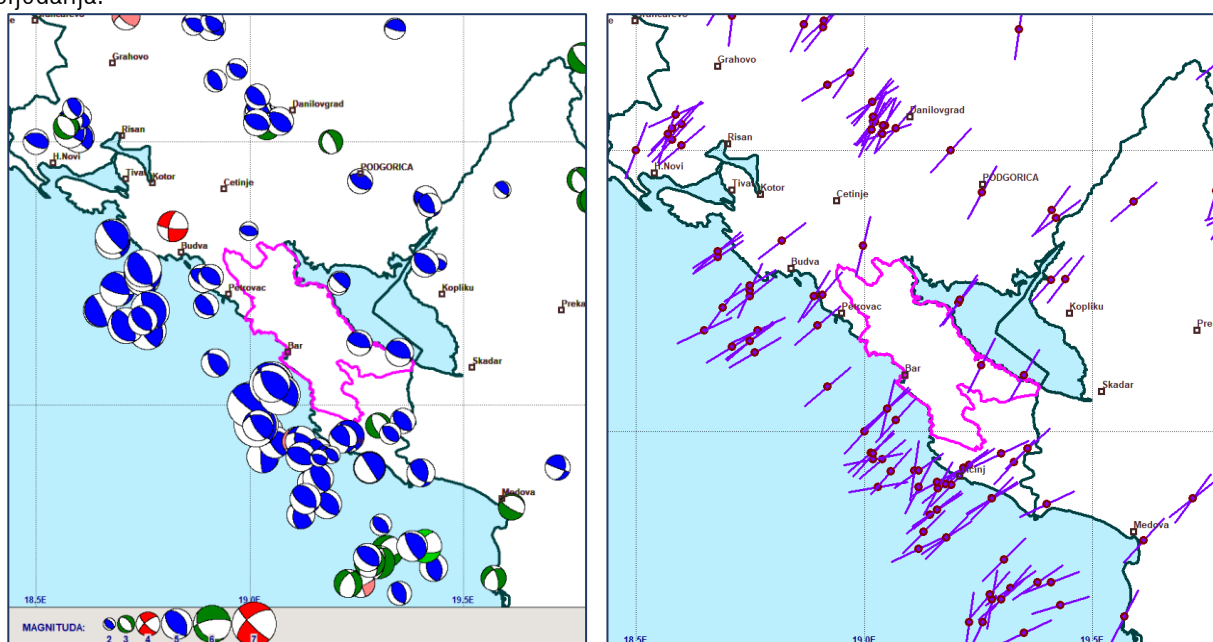
d) Reprezentativni mehanizmi žarišta zemljotresa

Kao što je već ranije naglašeno kod analize seizmotektonskih karakteristika terena opštine Bar – 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 2.20 lijevo) čiji pravac dejstva je upravan na obalnu liniju, odnosno na generalni pravac pružanja Dinarida. Na potvrdu takvog zaključka upućuje i slika 2.20 (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

¹⁸ 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.

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.

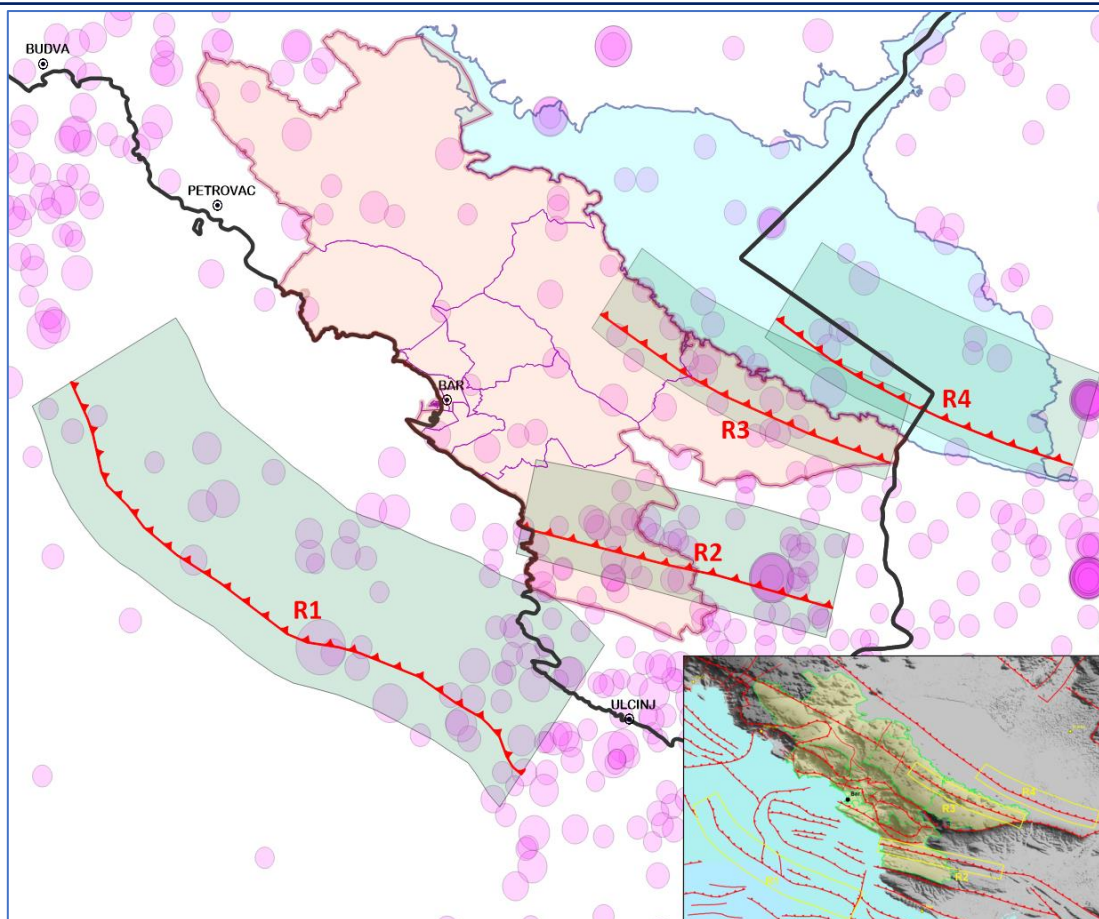


Slika 2.20. Karta mehanizama zemljotresa u širem regionu opštine Bar (lijevo) kao izvod sa karte mehanizama žarišta šireg područja (slika 2.6) i karta orijentacije osa maksimalnih kompresija u zemljinoj kori (P-osa) na osnovu rješenja mehanizama žarišta. Obije karte jasno ukazuju na dominantan kompresioni karakter tektonskih procesa u ovom regionu, sa pravcem djelovanja kompresionih sila duž ose jugozapad-sjeveroistok (upravno na pravac Dinarida). Kontura Opštine Bar naznačena je ljubičastom linijom.

2.4.2. 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 eliminiše. Istovremeno – ukoliko se razmatra scenario sa svim mogućim položajima hipocentra na tom rasjedu i na 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.



Slika 2.21. Položaj i osnovne tektonske karakteristike izabranih “kredibilnih” seizmički aktivnih rasjeda (R1 – R4) sa kartom svih evidentiranih potencijalno seizmički aktivnih regionalnih i lokalnih rasjeda (desno dole) i položajem epicentara jačih zemljotresa (iznad magnitude 3.5) za teritoriju opštine Bar šire okruženje, u cilju sticanja cjelovitog uvida u opravdanost njihovog izbora. Na karti svih regionalnih rasjeda žutim konturama 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 izolinija sračunatih maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla (koje je ekvivalentno maksimalnom intenzitetu zemljotresa) na svim slikama koje prikazuju numerički ekvivalent seizmičkog dejstva izabranih scenarija zemljotresa (slike 2.23, 2.24, 2.26 i 2.27).

Primjenjujući izloženi koncept, nakon pažljive analize svih raspoloživih podataka o utvrđenoj mreži seizmotektonskih rasjeda i seizmogenom karakteru aktivnih tektonskih rasjednih formi regiona (slika 2.7), 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 četiri sintetičke, potencijalno seizmički aktivne 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 seizmički scenario seizmogenog područja opštine Bar i šire, seizmički uticajne okoline.

Na opisan 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 2.21, a u numeričkoj –

u tabeli VI. Kao što se vidi sa ove slike, svi izabrani rasjedi se karakterišu reversnim karakterom rasijedanja, koji dominira širim područjem (slika 2.7), 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 vrijednost reprezentativne magnitude) rasjeda, odnosno serije zemljotresa koji se mogu dogoditi u bilo kojoj tački rasjeda na sračunatom seizmoaktivnom nivou (kao srednja vrijednost dubine hipocentara u zoni tog rasjeda), 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 VI. Karakterizacija reprezentativnih "kredibilnih" seizmičkih izvora za zemljotresni scenario

Oznaka rasjeda	Dužina rasjeda (km)	Maksimalna magnituda Mw	Dubina aktivne zone (km)	Tip rasjeda (mehanizam)
R1	36.1	6.90	10	Reversan
R2	17.0	6.50	11	Reversan
R3	17.5	6.52	14	Reversan
R4	18.1	6.53	14	Reversan

Koristeći već pomenutih šest referentnih empirijskih relacija za atenuaciju maksimalnog horizontalnog ubrzanja na osnovnoj (čvrstoj) stijeni (Elnashai and Sarno 2015, Akkar and 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 trasa sva četiri "kredibilna" rasjeda. Rezultati proračuna su prikazani pojedinačno na slikama 2.23 -2.27.

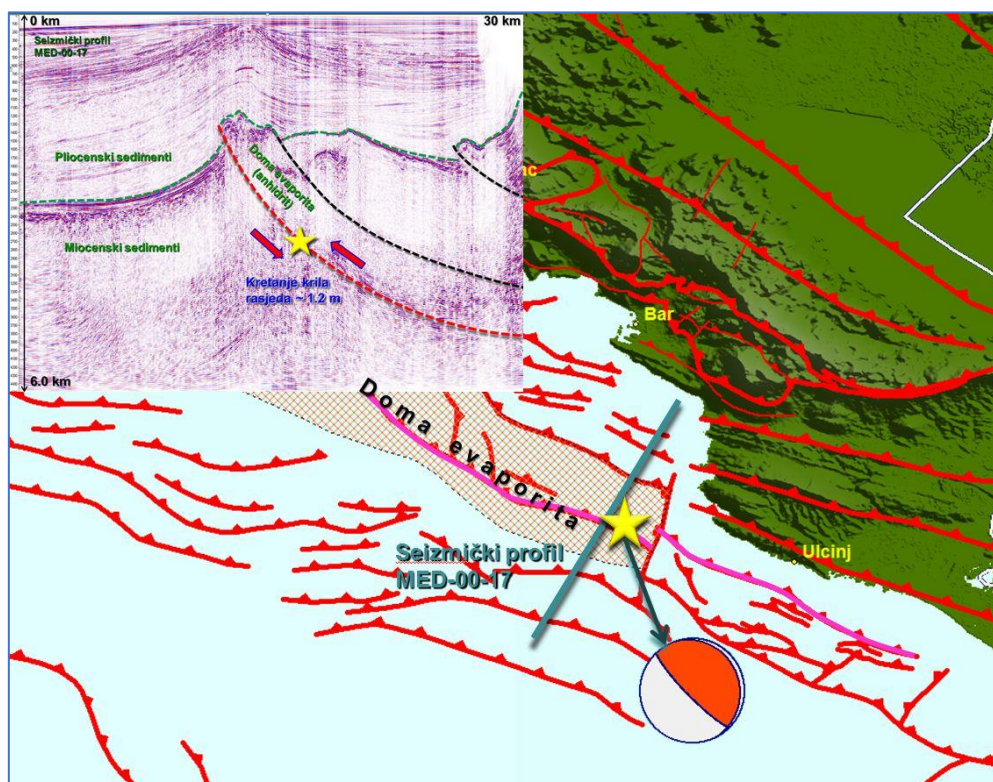
Dobijeni rezultati u potpunosti realistično prikazuju nivoe očekivanih maksimalnih ubrzanja na osnovu stijeni (saglasno evidentiranim efektima zemljotresa iz bliske i dalje seizmičke istorije regiona) i istovremeno odgovaraju rezultatima dobijenim kod analize seizmičkog hazarda ovog regiona.

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 opštine Bar (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 četiri reprezentativna, "kredibilna" seizmički aktivna tektonska rasjeda za koje su utvrđene prostorne, geometrijske i seizmogene karakteristike, kako je to prikazano na slici 21 i tabeli VI. Analiza seizmičkog scenarija za svaki od odabranih "kredibilnih" rasjeda pojedinačno, prikazana je u narednom tekstu.

1. Scenario zemljotresa na rasjedu R1

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 naj snažniji zemljotres koji se u periodu seizmološke instrumentalne ere (od uspostavljanja prve regionalne mreže seizmoloških stanica u Evropi, krajem XIX vijeka) a najvjerojatnije i u znatno dužem istorijskom periodu (oko 10 vijekova) dogodio u Crnoj Gori i njenom neposrednom okruženju. Ova činjenica, kao i katastrofalni efekti ovog zemljotresa obavezuju na analizu seizmičkog scenarija sa seizmogenim parametrima koji su približno karakterisali taj zemljotres.



Slika 2.22. Položaj hipocentra glavnog zemljotresa od 15. aprila 1979. godine, sa magnitudom Mw 7.0 na reflektivnom seizmičkom profilu MED-007 (umetnuta slika u gornjem lijevom uglu), jasno indicirajući reversni mehanizam geneze ovog zemljotresa, sa vrlo malim nagibom rasjedne ravni prema kopnu - od 15 stepeni.

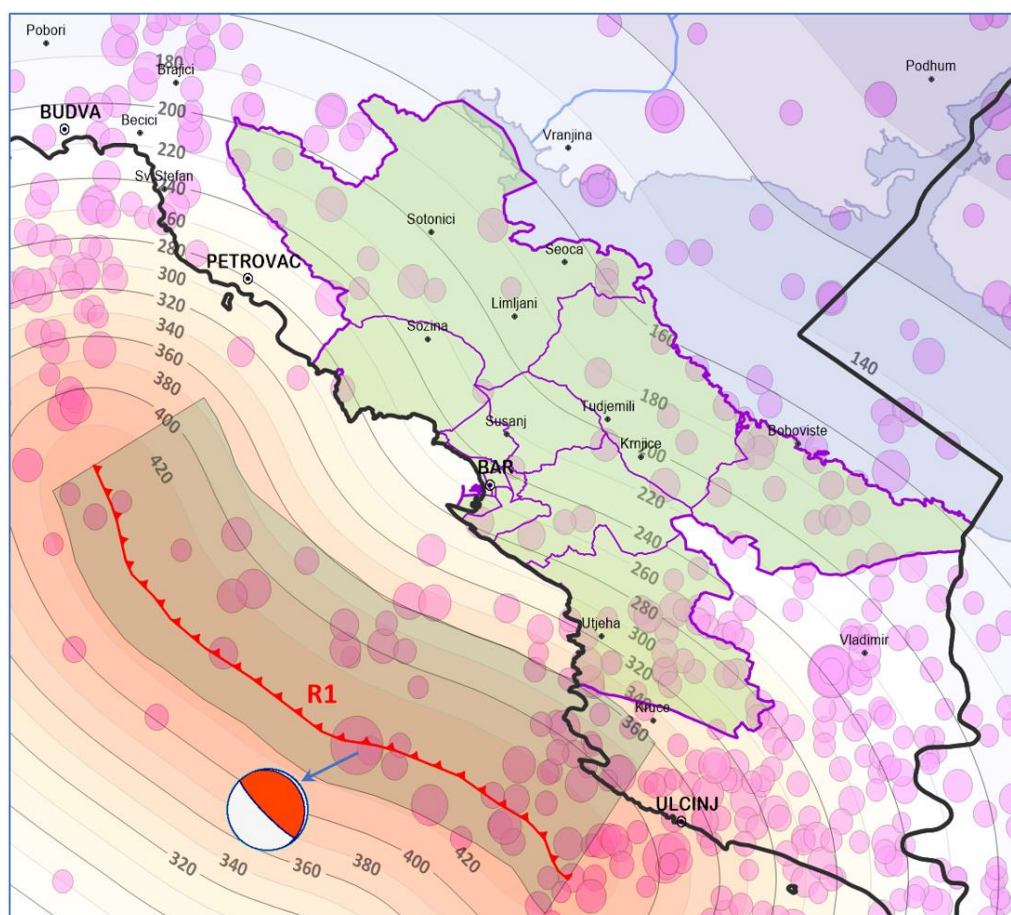
Na osnovu rezultata reflektivnih seizmičkih ispitivanja ugljovodonika u crnogorskom podmorju (slika 2.22), ovaj zemljotres je nastao na reversnoj tektonskoj strukturi koja se formira subdukcijom jadranske tektonske ploče ispod spoljašnjih Dinarida, o čemu je već bilo riječi. Dubina hipocentra je bila relativno mala (4-5 km), međutim, prosječna dubina hipocentara u zoni ovog rasjeda iznosi oko 10 km (slika 2.19 i tabela VI) što je kao odgovarajući parametar i korišćeno prilikom analize zemljotresnog scenarija u slučaju geneze zemljotresa na ovom rasjedu.

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

Tabela VII. Vrijednosti maksimalnih ubrzanja tla na području opštine Bar za slučaj aktiviranja "kredibilnog" tektonskog rasjeda R1 (na čvrstoj stijeni)

"KREDIBILAN" RASJED	Opsjeg maksimalnih ubrzanja tla na području opštine Bar (cm/s ²)
R1	150 - 360

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 2.22 i 2.23 odgovarajućim kružnim simbolom, pri čemu crvena površina kruga označava kompresione djelove nodalnih segmenata jedinične sfere, dok bijelo sjenčena površina indicira dilatacione segmente. Međusoban odnos ovih segmenata, zajedno sa položajem nodalnih ravni koje ih dijele na kvadrante, ovakav simbol mehanizma rasijedanja jasno reprezentuje kompresiono stanje tektonskog napona u žarištu zemljotresa u trenutku njegovog nastanka i konsekventnu genezu reversnog tipa rasijedanja.



Slika 2.23. Rezultujući efekti “kredibilnog rasjeda” R1 na područje opštine Bar u slučaju događanja prvog seizmičkog scenarija u obliku maksimalnih horizontalnih ubrzanja na osnovnoj stijeni. 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 R1, jasno izražavajući reversni karakter rasijedanja u ovom zemljotresu, sa vrlo blago nagnutom rasjednom ravni ka kopnu.

Sračunate maksimalne vrijednosti horizontalnog ubrzanja na osnovnoj stijeni na teritoriji opštine Bar prikazane su u tabeli VII, a kreću se u intervalu od 15.3% do 36.7 % od zemljinog gravitacionog ubrzanja, što odgovara realno registrovanim maksimalnim horizontalnim ubrzanjima na osnovnoj stijeni u Baru tokom glavnog zemljotresa iz 1979. godine.

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, predstavlja jedan segment sistema paralelnih regionalnih aktivnih tektonskih rasjeda crnogorskog priobalja, a izabran je zbog neposredne blizine teritoriji opštine Bar (slika 2.24).

Sa slike 2.19, koja predstavlja prosječne dubine seizmoaktivnih nivoa, lako se može utvrditi da prosječna dubina hipocentara u zoni “kredibilnog” rasjeda R2 iznosi 11 km, dok je za njegovu dužinu utvrđena vrijednost od 17.0

km, saglasno maksimalnom geodinamičkom potencijalu tog regiona, izraženog na slici 18 i Wells-Coppersmith-ovoj relaciji, kao geodinamički ekvivalent maksimalne magnitude Mw 6.50. Ovi parametri su korišćeni u proračunu maksimalnog seizmičkog dejstva u zemljotresnom scenariju za slučaj aktiviranja ovog rasjeda.

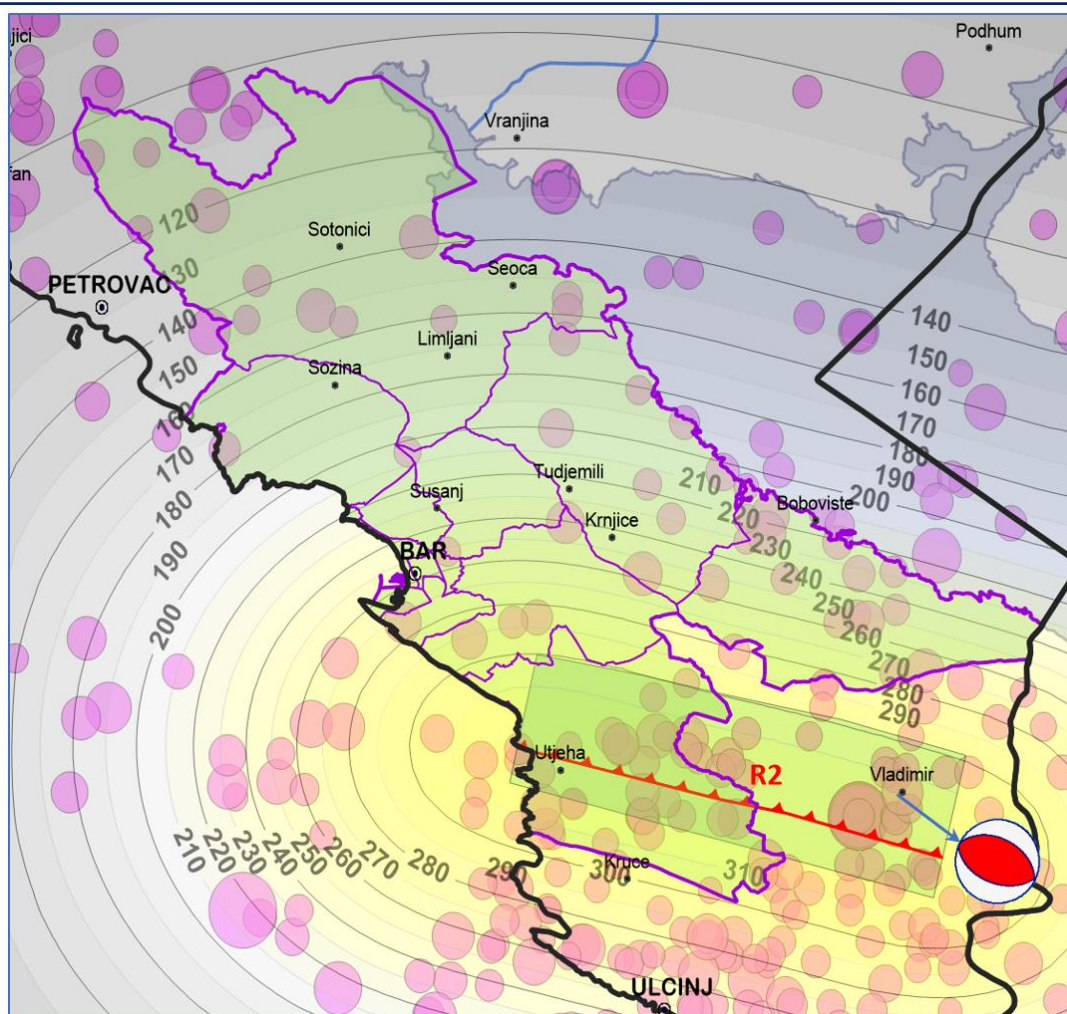
Na osnovu rezultata analize mehanizama žarišta zemljotresa i geološkog kartiranja na izabranom dijelu ove regionalne tektonske rupture, utvrđeno je da, kao i prethodni "kredibilni" rasjed R1, generiše zemljotrese u procesu formiranja reversnog tipa rasjedanja.

Na slici 2.24 je posebno naznačen mehanizam žarišta zemljotresa od 13. novembra 2018. godine, sa magnitudom Mw 4.5 (Katalog mehanizama žarišta zemljotresa Seizmološkog zavoda Crne Gore) koji se dogodio na rasjednoj strukturi R2. Na ovoj 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.

Približno na istoj lokaciji kao zemljotres od 13. novembra 1968. sa magnitudom Mw 4.5 čije rješenje mehanizma je prikazano na slici 24, 3. novembra 1968 dogodio se zemljotres sa magnitudom Mw 5.3 kod sela Vladimir (slika 2.25) u blizini albanske granice. Ovaj zemljotres je na teritoriji opštine Bar izazvao intenzitet između VII i VIII jedinica MCS skale, prouzrokujući i izvjesne materijalne štete.

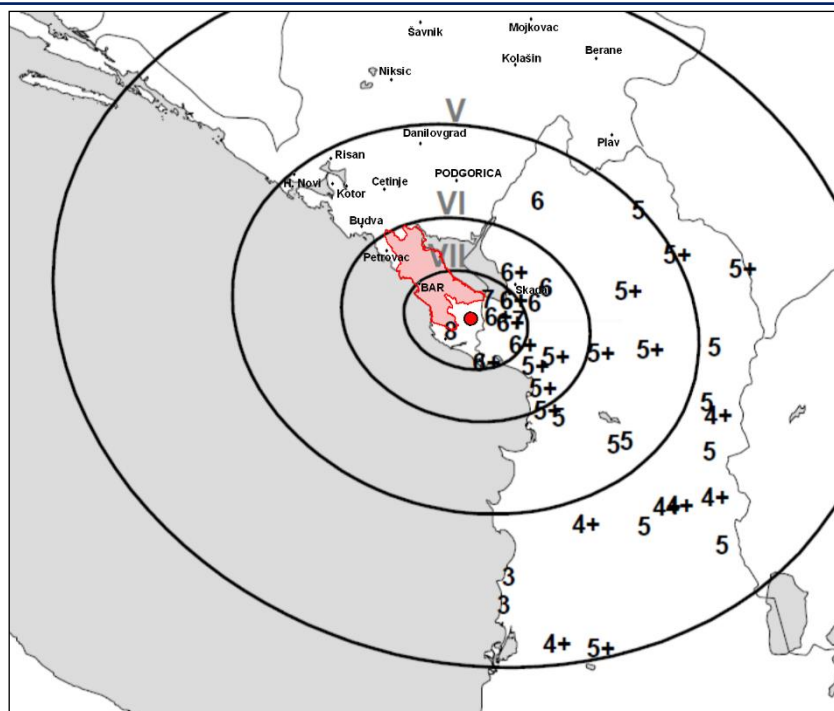
Tabela VIII. Vrijednosti maksimalnih ubrzanja tla na području opštine Bar za slučaj "kredibilnog" rasjeda R2 (na čvrstoj stijeni)

"KREDIBILAN" RASJED	Opsjeg maksimalnih ubrzanja tla na području opštine Bar (cm/s ²)
R2	98 - 300



Slika 2.24. Potencijalni efekat scenario zemljotresa na rasjedu R2, u obliku maksimalnih horizontalnih ubrzanja na osnovnoj stijeni na području opštine Bar. Na slici je pored položaja epicentara zemljotresa sa magnitudom iznad 3 jedinice Rihterove skale (krugovi ljubičaste boje), prikazano i rješenje mehanizma žarišta u grafičkoj formi, za zemljotres od 13. novembra 2018. godine, sa magnitudom M_w 4.5, čiji položaj je indiciran plavom strelicom.

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 opštine Bar za sve moguće pozicije hipocentra duž njegove trase, na utvrđenoj prosječnoj seizmoaktivnoj dubini - kako je to naznačeno na slici 2.21. Maksimalne vrijednosti horizontalnog ubrzanja na teritoriji opštine Bar prikazane su u tabeli VIII, a kreću se u granicama između 10.0 i 30.6 % od ubrzanja sile zemljine gravitacije (odnosno između 98 i 300 cm/s^2).



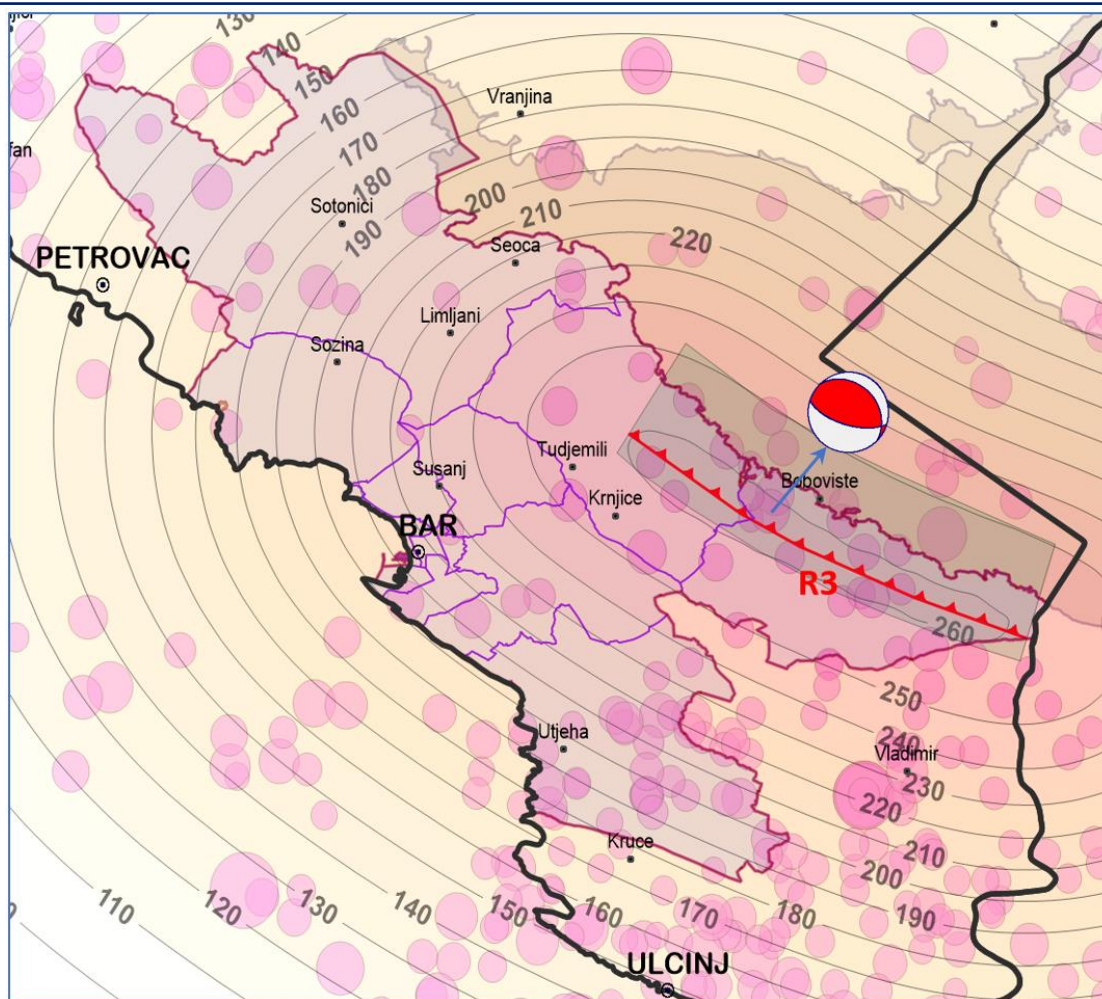
Slika 2.25. Distribucija snimljenih izoseista zemljotresa od 3. novembra 1968, sa magnitudom Mw 5.3 i epicentrom u pograničnoj zoni Crne Gore i Albanije, u blizini sela Vladimir (približno na istoj lokaciji kao zemljotres od 13. novembra 1968. sa magnitudom Mw 4.5 čije rješenje mehanizma je prikazano na prethodnoj slici). Ovaj zemljotres je na teritoriji opštine Bar (crvena šrafirana površina) izazvao intenzitet između VII i VIII jedinica MCS skale.

3. Scenario zemljotresa na rasjedu R3

Planinski masiv Rumije i velika depresija Skadarskog jezera formirani su posredstvom sistema regionalnih seizmički aktivnih tektonskih rasjeda u tom regionu. S obzirom da su ovi rasjedi dijelom locirani i na teritoriji opštine Bar, opravdano su izabrani za analizu scenario zemljotresa za tu opštinu. Naime, kao treći “kredibilan” rasjed za ovu analizu odabran je segment ove velike tektonske rupture, u vidu rasjeda R3, u dužini od 17.5 kilometara (slika 2.26), što je rezultiralo sa njegovim maksimalnim seizmogenim potencijalom od 6.52 jedinice Rihterove skale (Mw), saglasno – Wells-Coppersmith-ovoj relaciji koja je ranije diskutovana, kao i geodinamičkom potencijalu regiona kojem ovaj rasjed pripada (slika 2.18).

Na osnovu sračunatih vrijednosti očekivanih maksimalnih magnituda, koje su prikazane na slici 2.18, može se utvrditi da magnituda Mw 6.5 upravo predstavlja srednju vrijednost duž trase rasjeda R3 (slika 2.26). Prosječna dubina seizmičke aktivnosti u zoni ovog rasjeda, saglasno karti prosječnih dubina hipocentara zemljotresa (slika 2.23) i tabeli VI, iznosi 14 kilometara.

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 ilustrirano i primjerom prikazanom na slici 2.26, rješenjem mehanizma zemljotrea od 24. aprila 1990. godine, sa magnitudom Mw 4.4 i hipocentrom upravo na rasjednoj ravni tektonske rupture R3 .



Slika 2.26. Rezultujući efekti “kredibilnog rasjeda” R3 na područje opštine Bar, u slučaju trećeg seizmičkog scenarija. Mehanizam žarišta zemljotresa od 24. aprila 1990. godine, sa magnitudom Mw 4.4. godine, prikazan je 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.

Tabela IX. Vrijednosti maksimalnih ubrzanja tla na području opštine Bar za slučaj “kredibilnog” rasjeda R3 (na čvrstoj stijeni)

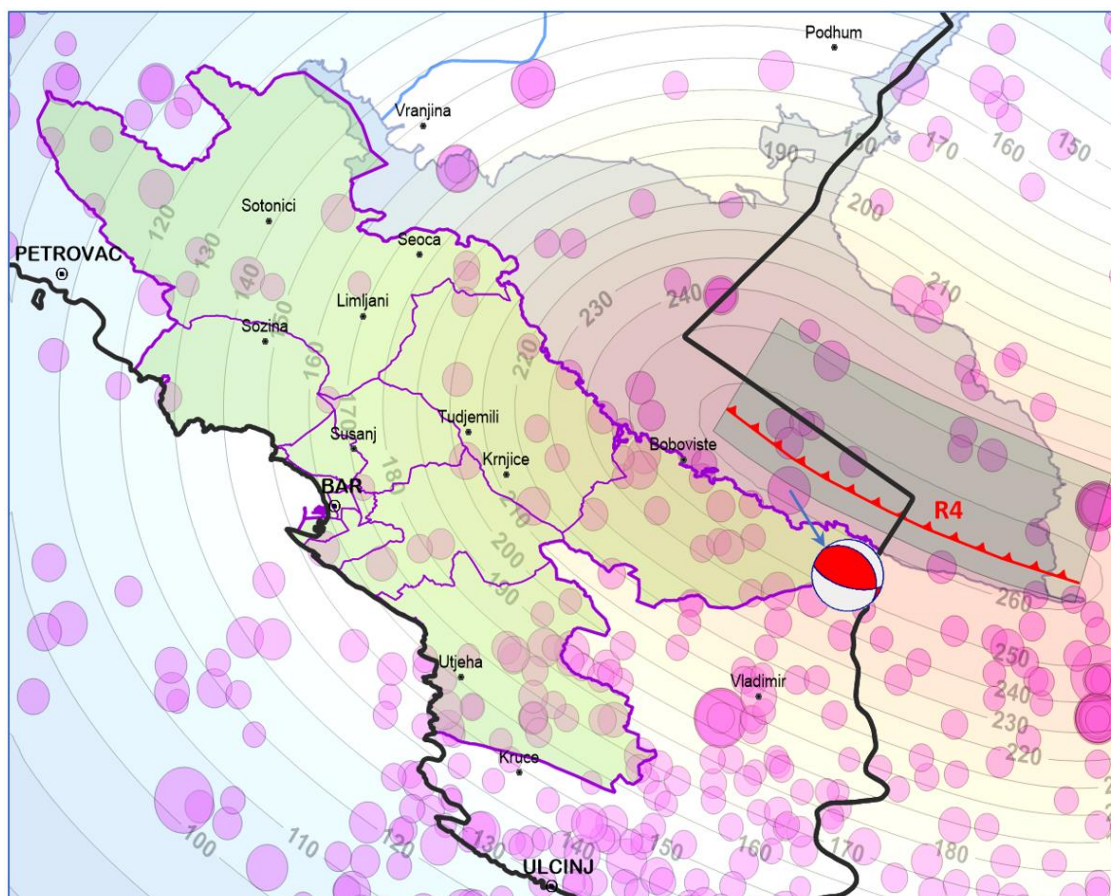
“KREDIBILAN” RASJED	Opsjeg maksimalnih ubrzanja tla na području opštine Bar (cm/s ²)
R3	120 - 263

Za sve moguće pozicije hipocentra duž trase ovog rasjeda, 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 opštine Bar (slika 2.26). Gornja i donja granica tih vrijednosti prikazane su u tabeli IX, a kreću se u granicama između 12.2 i 26.8 % od ubrzanja zemljine gravitacije.

4. Scenario zemljotresa na rasjedu R4

Rasjed R4 izabran je pored rasjeda R3, kao drugi u sistemu pomenutih rupura koje su formirale planinski masiv Rumije i depresiju skadarskog jezera. Kao i u prethodnim 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 opštine Bar za sve moguće pozicije hipocentra duž njegove trase kako je to naznačeno na slici 2. 27.

Dobijene maksimalne vrijednosti horizontalnog ubrzanja na teritoriji opštine Bar prikazane su na slici 2.27, a kreću se između 9.8 % krajnjem sjeverozapadu do 26.7 % od ubrzanja sile zemljine gravitacije (981 cm/s^2) na krajnjem istoku Opštine.



Slika 2.27. Rezultujući efekti “kredibilnog rasjeda” R4 na područje opštine Bar u slučaju realizacije četvrtog seizmičkog scenarija. Prikazana je i grafička forma rješenja mehanizma žarišta zemljotresa od 31. septembra 1970. godine sa magnitudom M_w 4.8 sa strelicom koja ukazuje na položaj njegovog epicentra, jasno izražavajući reversni karakter rasijedanja u ovom zemljotresu.

Tabela X. Vrijednosti maksimalnih ubrzanja tla na području opštine Bar za slučaj “kredibilnog” rasjeda R4 (na čvrstoj stijeni)

“KREDIBILAN” RASJED	Opsjeg maksimalnih ubrzanja tla na području opštine Bar (cm/s^2)
R4	96 - 262

Na slici 2.27 je prikazana i grafička forma rješenja mehanizma žarišta zemljotresa od 31. septembra 1970. godine sa magnitudom Mw 4.8 sa strelicom koja ukazuje na položaj njegovog epicentra, jasno izražavajući reversni karakter rasijedanja i u ovom zemljotresu

2.4.3. Rezultujući efekti scenarior 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 vrlo 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.

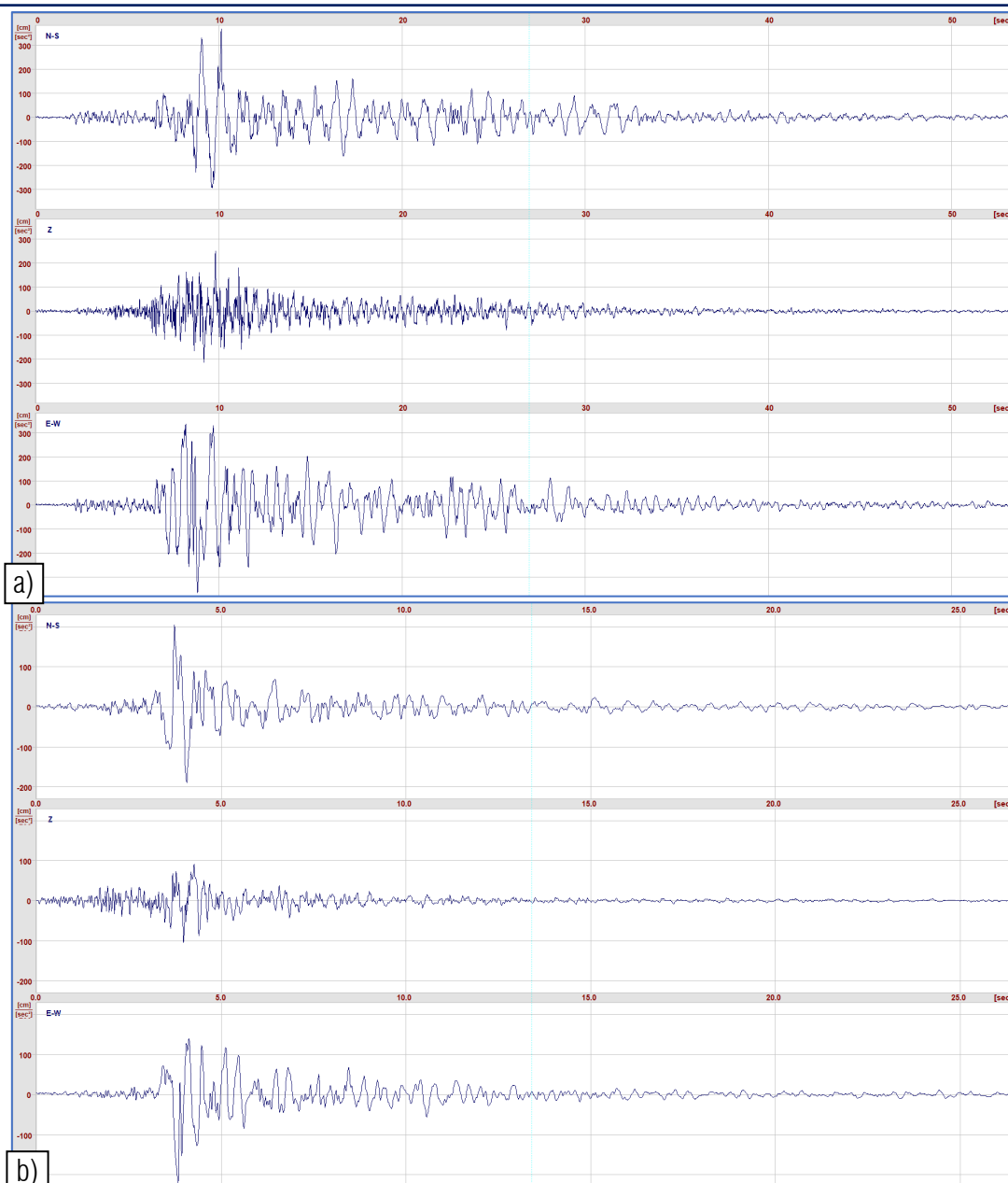
Odnos maksimalne amplitude transveralnog seizmičkog talasa na površini tla i njegove ekvivalentne vrijednosti na čvrstoj stijeni u podlozi sloja male brzine, odnosno lokalnog tla, u analizi geodinamičkog modela tla i njegove reakcije na seizmičku pobudu sa čvrste stijene, određuje se numerički i izražava 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) i NERA-ERA (Bardet and Tobita, 2001) za modelovanje elastičnog odziva geotehničke sredine (prvi originalni pristup publikovan je od strane Schnabel et al., 1972).

U primijenjenoj metodi se analizira ponašanje transverzalnih (smičućih) seizmičkih talasa pri njihovoj prostornoj 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 realnih, reprezentativnih akcelorograma zemljotresa kao seizmičke pobude geodinamičke sredine, u cilju definisanja sintetičkih akcelorograma na nivou fundamenta objekta ili na površini tla lokacije.

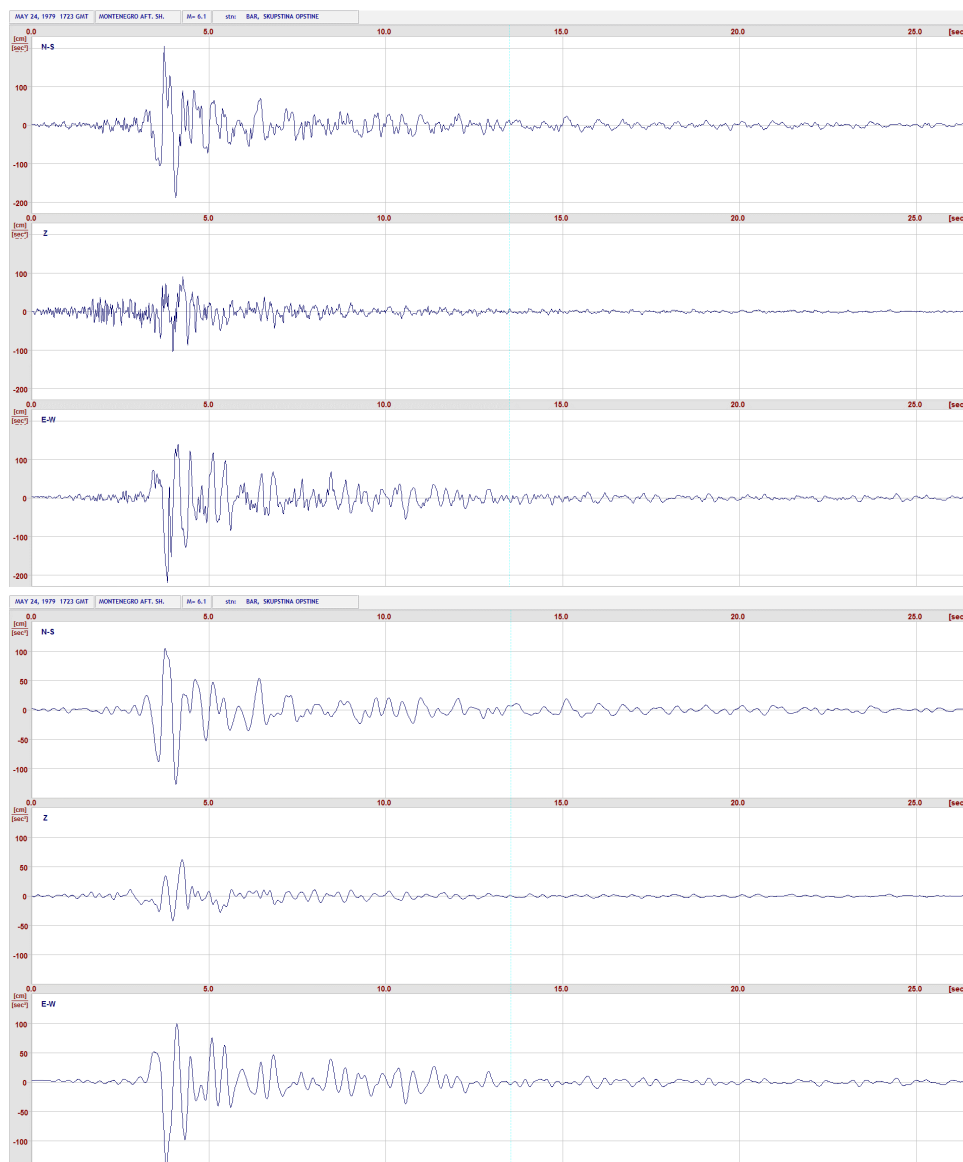


Slika 2.28. a) Akcelerogram registrovan u zgradi Skupštine opštine Bar, na lokalnom tlu tokom događanja glavnog zemljotresa od 15. aprila 1979. godine (M_w 7.0), sa maksimalnim ubrzanjem u horizontalnoj ravni u iznosu od 413 cm/s^2 (42.1 % od g); b) Akcelerogram snimljen na istoj lokaciji u najsnažnijem naknadnom zemljotresu serije iz 1979. godine, sa magnitudom M_w 6.1 i epicentrom u podmorju, oko 10 km južno od Budve.

S obzirom da su realni akcelerogrami 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 akcelerogram snimljen (osim onih koji su registrovani na osnovnoj stijeni), takve akcelerograme je prethodno potrebno dekonvoluisati, odnosno izvršiti njihovo numeričko svodenje na nivo osnovne stijene (npr. Menke, 2018; Zou, 2014; Reiner, 1977 i dr.). Na ovaj način, dobijaju se dekonvoluisani akcelerogrami koji su ekvivalentni onima koji bi bili registrovani na osnovnoj stijeni lokacije akcelerografa pri dejstvu zemljotresa identične magnitude i položaja hipocentra.

Na slici 2.29 je kao primjer, prikazan rezultat dekonvolucije akcelerograma koji je registrovan u objektu Skupštine opštine Bar, na lokalnom tlu, tokom najsnažnijeg naknadnog zemljotresa u seriji iz 1979. godine (24. maja u 17:23 GMT) sa magnitudom M_w 6.1, u poređenju sa njegovim originalnim oblikom na kojem je maksimalno horizontalno ubrzanje iznosilo 221 cm/s^2 , dok je dekonvoluisana verzija ove registracije, na kojoj se jasno uočava odsustvo visokofrekventnog dijela spektra, ali i smanjenje maksimalne vrijednosti horizontalnog ubrzanja na 145 cm/s^2 . Na

osnoovu odnosa ubrzanja prije i poslije dekonvolucije, moguće je odrediti dinamički faktor amplifikacije lokalnog tla na ovoj lokaciji, koja u ovom slučaju iznosi 152 %.



Slika 2.29. Akcelerogram registovan u objektu Skupštine opštine Bar, na lokalnom tlu, u najsnažnijem naknadnom zemljotresu serije iz 1979. godine (24. maja u 17:23 GMT) sa magnitudom M_w 6.1 (gore) i maksimalnim horizontalnim ubrzanjem od 221 cm/s^2 u poređenju sa istim, ali dekonvoluisanim akcelerogramom (dolje) na kojem se uočava odsustvo visokofrekventnog dijela spektra i smanjenje maksimalne vrijednosti horizontalnog ubrzanja na 145 cm/s^2 . Na osnovu odnosa ubrzanja prije i poslije dekonvolucije, moguće je odrediti dinamički faktor lokalnog tla na ovoj lokaciji, koja u ovom slučaju iznosi 152 %.

Ovaj kratko opisani postupak bio je primijenjen i u postupku seizmičke mikrojeonizacija opštine Bar, 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 crnogorske verzije Eurokoda 1998-1 (MEST EN 1998-1:2015/NA, 2015) za dinamičku karakterizaciju određenih tipova zgrada i tipova tla (Giovinazzi and Lagomarsino, 2004) uvodi se pojam „modifikator tla“, odnosno modifikator indeksa ranjivosti objekata. U njegovoj evaluaciji se koriste odgovarajući horizontalni elastični spektri odziva, koji su u standardu MEST EN 1998-1 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 XI).

Tabela XI. Osnovni period sopstvenih oscilacija T_1 (sec) za zidane i AB objekte

Spratnost	Zidane konstrukcije			AB konstrukcije		
	1-3	4-6	preko 6	1-3	4-6	preko 6
	2	4	6	3	7	12
T_1 (sec)	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 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* na sljedeći način :

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

Tabela XII. 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 opštine Bar, 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 (1981. – 1987. godina) za urbano područje opštine Bar (kao i za sve tadašnje opštine Crne Gore) je izrađena detaljna karta seizmičke mikrojeonizacije 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 Gore¹⁹ koji su važili u vrijeme izrade karata seizmičke mikrozonizacije teritorije opštine Bar, projektovanje objekata sigurnih na dejstvo seizmičkih uticaja, vršilo se pojednostavljenim postupkom - primjenom metode ekvivalentnih 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:

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

pri čemu su: a_{\max} – očekivano maksimalno ubrzanje tla na nivou fundamenta objekta, B_{\max} – maksimalna vrijednost reprezentativnog spektra reakcije apsolutnog ubrzanja, g – ubrzanje Zemljine teže i 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 XIII.

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

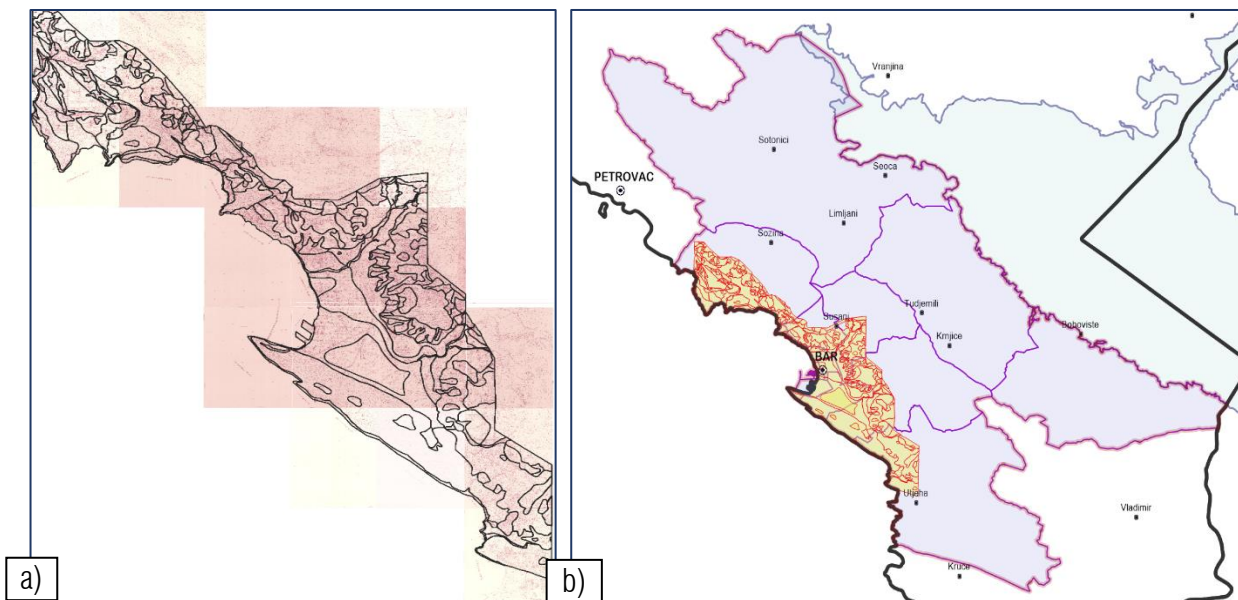
Zona seizmičnosti (MCS)	K_s
VII	0.025
VIII	0.050
IX	0.100

Karte seizmičke mikrozonizacije urbanog područja opštine Bar (slika 30a), izrađene su 1981. godine (Geološki zavod, Ljubljana, 1981), a predstavljaju integralnu predstavu rezultata kompleksnih i obimnih geoloških i geofizikih terenskih ispitivanja i istražnog bušenja, kroz izdvojene zone različitih

¹⁹ 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. /.

geodinamičkih karakteristika, odnosno kvaliteta tla sa aspekta njihovih potencijalnih amplifikacionih svojstava.

Na taj način je izdvojeno 228 zona, kojima su ataširani odgovarajući indeksi i to: 8a – koja odgovara tzv. osnovnoj stijeni, zatim zone 8b, 8c, 9a, 9b i 9c, koje iznad osnovne stijene sadrže lokalno tlo slabijih mehaničkih svojstava, različite debljine, dok zona D obuhvata sloj vrlo mekog, lokalnog tla koji izgrađuju poluvezani i nevezani sedimenti debljine do 65 metara; Zona označena indeksom N ukazuje na terene koji su nestabilni za izgradnju u seizmičkim uslovima.

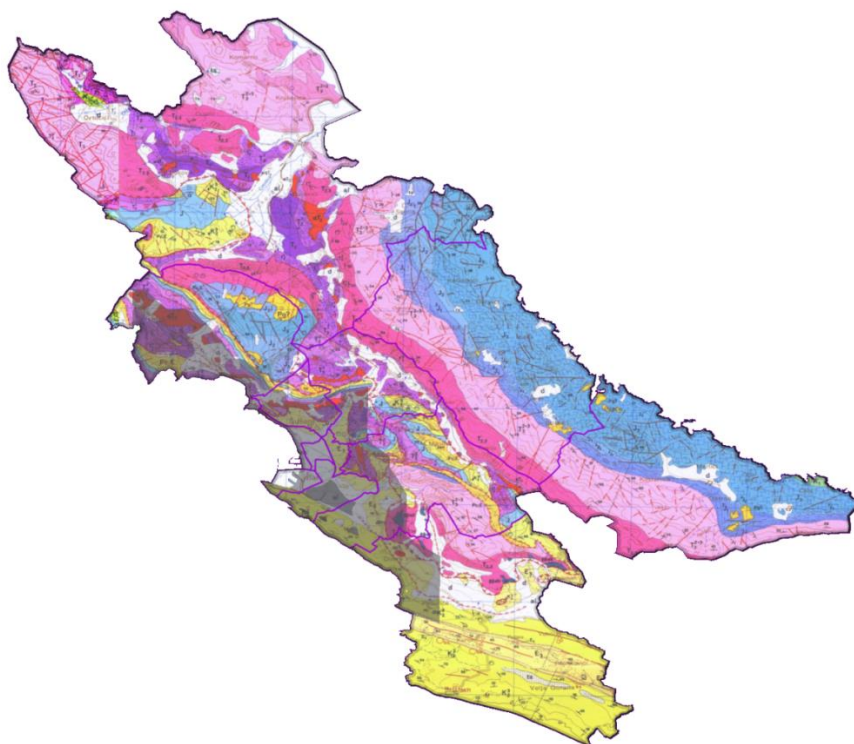


Slika 2.30. a) Kompozit raspoloživih karata seizmičke mikrorejonizacije urbanog područja opštine Bar, razmjere 1:5.000 (18 listova sa 228 zona, Geološki zavod, Ljubljana, 1981); **b)** položaj tih karata seizmičke mikrorejonizacije u odnosu na cijelu teritoriju opštine Bar (žuta površina sa crvenim granicama zona).

Seizmičkom mikrorejonizacijom je obuhvaćeno uglavnom samo urbano područje ove opštine, imajući u vidu stanje 1981. godine. Ostatak teritorije ove opštine izgrađuju gotovo isključivo čvrste stijene (slika 2.31), dominantno krečnjačke građe (osim crmničkog polja koje je praktično nenastanjeno i drugih, manjih površina u zonama potoka sa plitkim aluvijalno-deluvijalnim nanosima, koje su takođe nenastanjene). Iz tih razloga, praktično cijeli preostali dio teritorije Opštine, koji nije obuhvaćen mikrorejonizacijom, po svojim mehaničkim svojstvima se može svrstati u kategoriju sa geomehaničkim karakteristikama zone „8a“. Zbog toga su za potrebe ovog Plana, ta područja opravdano tretirana kao zona tipa „8a“, odnosno kao teren bez bitnih amplifikacionih svojstava (Tabela XIV).

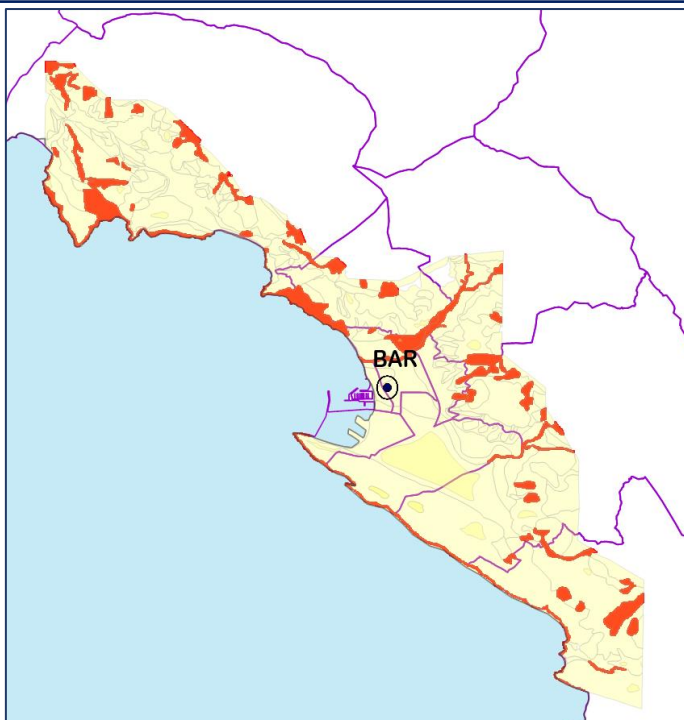
Tabela XIV. Proračun dinamičkog faktora amplifikacije tla na osnovu seizmičkih parametara na kartama seizmičke rejonizacije opštine Bar.

SEIZMIČKA ZONA I _[MCS]	K _s	a _{max}	DAF ²⁰ [a _{mw} /a _{mx(8a)}]
8a	0.04	0.16	1.00
8b	0.05	0.20	1.25
8c	0.06	0.24	1.50
9a	0.08	0.32	2.00
9b	0.10	0.40	2.50
9c	0.12	0.48	3.00
D	0.14	0.56	3.50



Slika 2.31. Geološka karta teritorije opštine Bar (Geološke karte 1:100.000, za listove Bar, Budva i Ulcinj, 1971) sa zatamnjenom površinom u urbanom dijelu opštine na kojoj je izvedena seizmička mikrorejonizacija 1981. godine. Ostali dio teritorije ove opštine izgrađuju gotovo isključivo čvrste stijene, dominantno krečnjačke građe (osim crmničkog polja koje je praktično nenastanjeno i drugih, manjih površina u zonama potoka sa plitkim aluvijalno-deluvijalnim nanosima).

²⁰ DAF – dinamički faktor amplifikacije tla



Slika 2.32. Teritorija opštine Bar koja je obuhvaćena seizmičkom mikrorejonizacijom (žuta površina), sa naznakom nestabilnih („N“) zona (crvene površine). Ljubičaste linije predstavljaju granice mjesnih zajednica.

Na osnovu podataka sadržanih na Karti seizmičke mikrorejonizacije, bilo je moguće utvrditi dinamički faktor amplifikacije tla (DAF) za svaku izdvojenu 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 XIII za sve tipove tla, odnosno seizmičke zone, na području koje je obuhvatila seizmička mikrorejonizacija.

Kao što prikazuje karta nestabilnih zona (slika 2.32) i Tabela XIII, kao i diskusija geoloških karakteristika teritorije opštine Bar, u uvodnom dijelu ovog Plana, očigledno je da značajan dio priobalnog, pretežno urbanog područja, pokrivaju debeli nevezani ili poluvezani sedimenti, vrlo slabih mehaničkih svojstava, koji su na Karti seizmičke mikrorejonizacije indikovani vrlo velikim faktorima seizmičke amplifikacije. Iz tih razloga, realno je u tim zonama očekivati vrlo velika ukupna maksimalna horizontalna ubrzanja tla, kojima se izražava ukupan seizmički hazard, kao i konsekvantne potencijalne štete u analizi seizmičkih scenarija.

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 Bar, sračunat je proizvod maksimalnog ubrzanja na osnovnoj stijeni lokacije ($acc_{na_osnovnoj_stijeni}$), za sva 4 scenarija zemljotresa, sa odgovarajućim faktorom amplifikacije tla (DAF) na svim tačkama mreže na tim lokacijama, dobijajući ukupno maksimalno horizontalno ubrzanje na površini terena, kao:

$$acc_{ukupno} = acc_{na_osnovnoj_stijeni} \cdot DAF$$

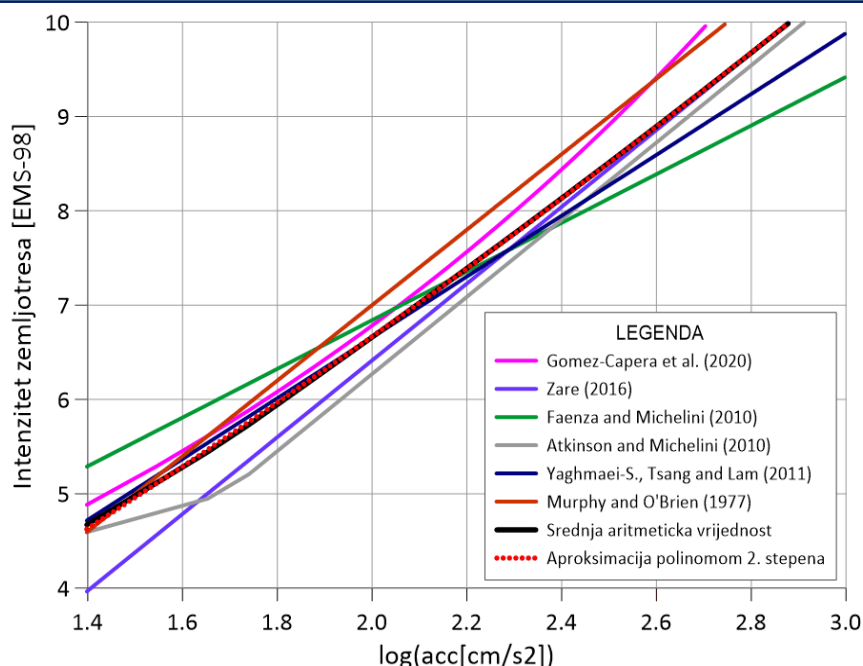
c) Relacija intenzitet zemljotresa - maksimalno ubrzanje tla

Kao što je poznato, 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 VI i X 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 opštine Bar, odabrano je šest takvih empirijskih relacija (slika 2.33).

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 opštine Bar 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 opštine Bar. 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 Opštine.



Slika 2.33. 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 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:

$$I_{rEMS98} = 0.6388 + 2.4788 \cdot \log(\xi) + 0.26759 \cdot \log^2(\xi) \quad (1)$$

pri čemu ξ predstavlja vrijednost maksimalnog horizontalnog ubrzanja, koje je izraženo u cm/s^2 , a I_{rEMS98} - 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:

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

U narednom dijelu ovog Plana, 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.

d) 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 seizmičkih talasa, posebno grupe transverzalnih 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 ubrzanja tla za selektovane scenarije zemljotresa (slike 2.34 do 2.37) preko empirijskih relacija koje su razvijene za uslove čvrste stijene (odnosno za tlo tipa **A** prema Eurokodu MEST EN1998-1, koje se karakteriše brzinom transverzalnih talasa preko 800 m/s). Zbog toga je, u drugoj fazi proračuna neophodno seizmički amplifikacioni efekat lokalne geotehničke sredine - dodati na vrijednosti tih ubrzanja na čvrstoj stijeni.

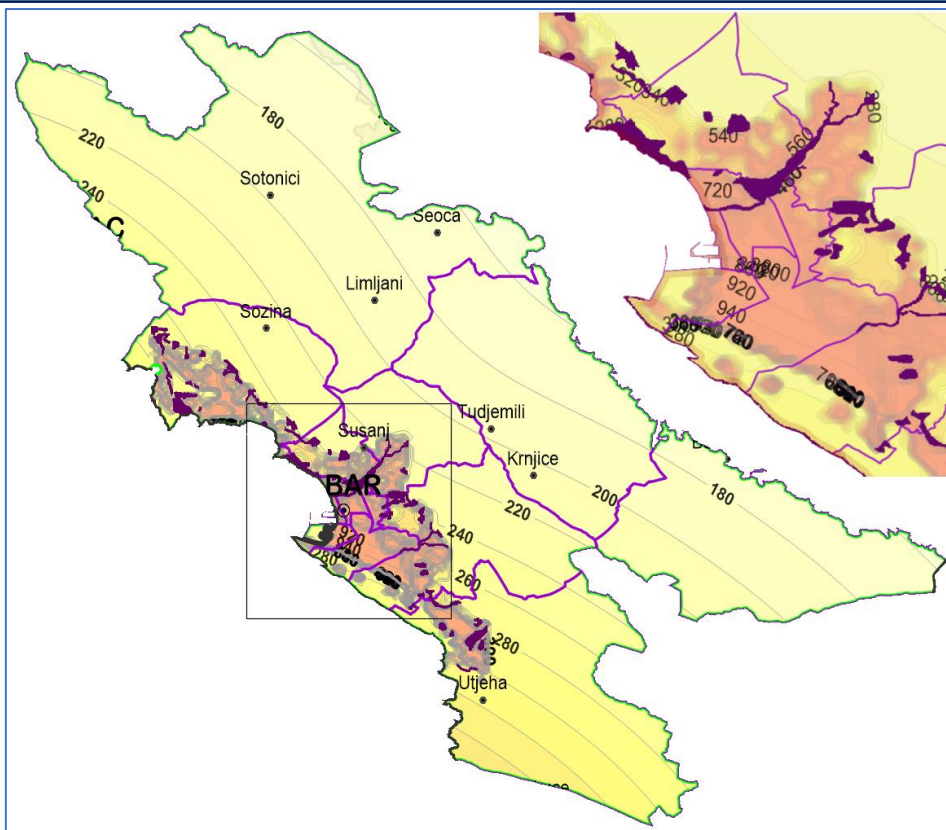
Zahvaljujući činjenici da je ovaj efekat analiziran tokom faze seizmičke mikrorejonezicije urbanog dijela teritorije opštine Bar, u post-zemljotresnom periodu (1981. godina), kao što je to već naglašeno kod izlaganja dinamičkog faktora amplifikacije tla, to je bilo moguće nakon georeferenciranja i digitalizacije detaljnih karata seizmičke mikrorejonezicije, utvrditi faktore amplifikacije za svaku tačku tog područja i sračunati ukupne vrijednosti maksimalnog horizontalnih ubrzanja na površini šireg urbanog dijela opštine Bar.

Kao što je već navedeno, područja izvan urbane zone ove opštine (u vrijeme izrade karata seizmičke mikrorejonezicije) dominantno se karakterišu čvrstom stijenom u podlozi (pripadaju klasi "8a" seizmičke zone (Tabela XIII) na kartama seizmičke mikrorejonezicije), ali je dopuna podataka seizmičke mikrorejonezicije obavljena kroz korelaciju litoloških karakteristika stijena na dijelu teritorije opštine koje ne obuhvata seizmička mikrorejonezicija, sa litološkim i seizmikim parametrima seizmičkih zona u području sa seizmičkom mikrorejonezicijom.

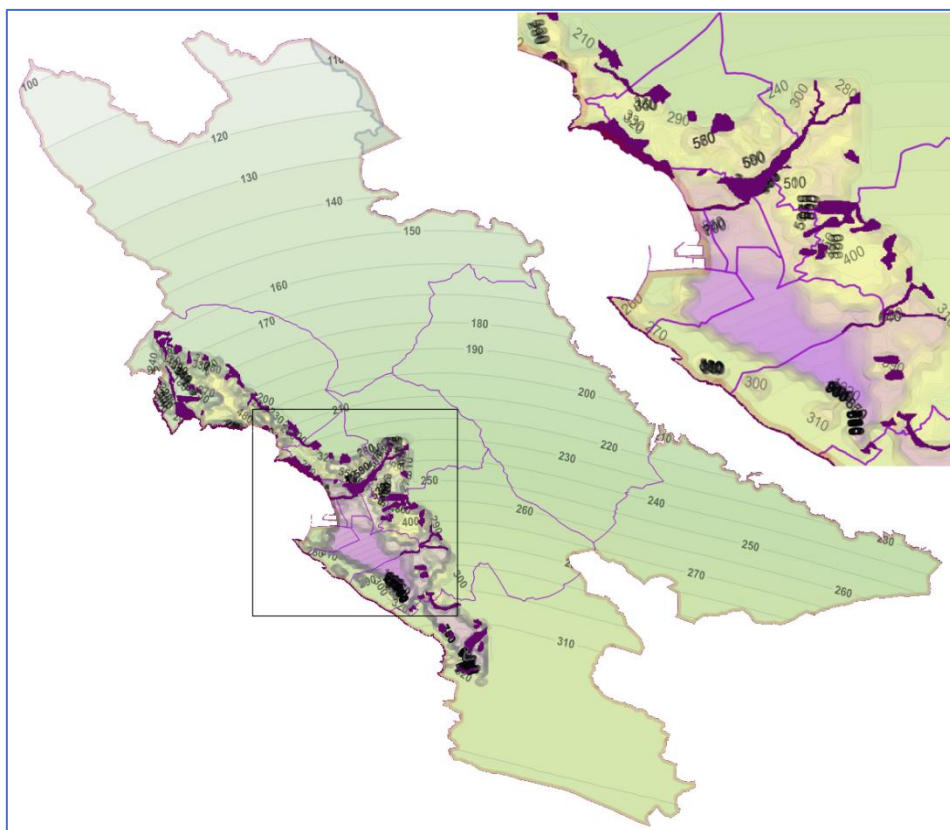
Opisani postupak proračuna ukupnih maksimalnih vrijednosti ubrzanja tla za područje svih mjesnih zajednica opštine Bar izveden je preko guste mreže tačaka (mreža 20 x 20 m, sa preko 2.5 miliona tačaka) kojom je prekriveno to područje. Za svaku tačku mreže, na teritoriji cijele opštine Bar, odnosno na svim područjima pripadajućih mjesnih zajednica, izvršen je proračun ukupnih maksimalnih vrijednosti horizontalnog ubrzanja, uključujući i amplifikacione efekte lokalnog tla, a rezultati su prikazani u tabelama XIV – XVII za sve analizirane scenario zemljotrese (R1 – R4).

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).

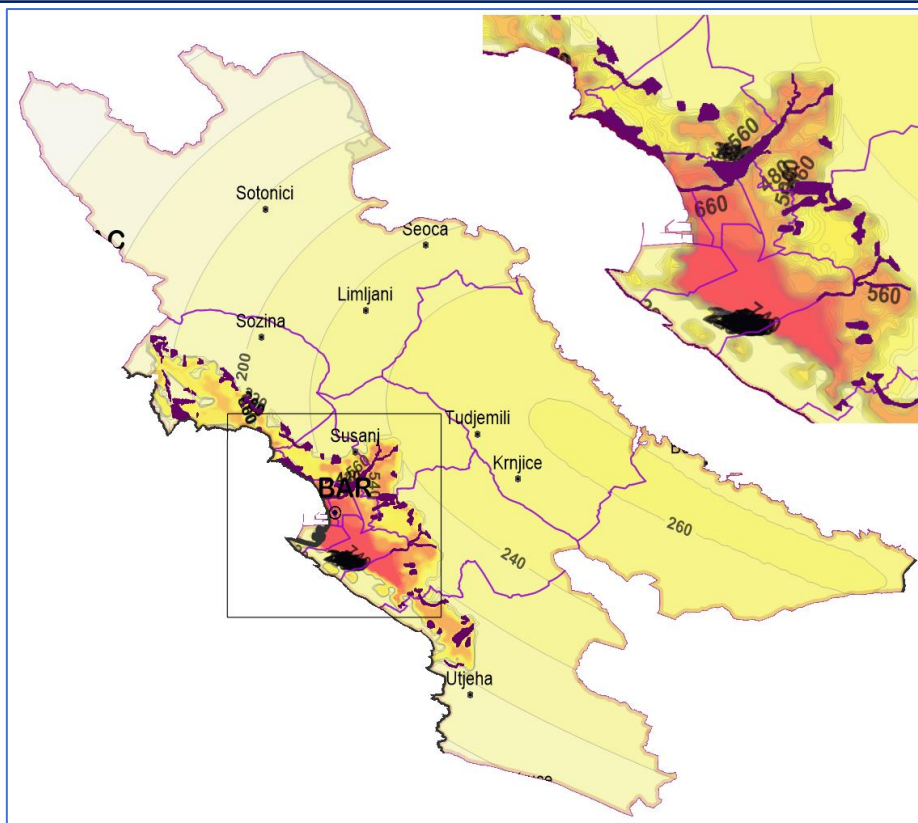
U cilju lakšeg sagledavanja distribucije seizmičkih efekata svih potencijalnih scenarija zemljotresa, na slikama 2.34 do 2.37, prikazane su sračunate vrijednosti maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla za cijelu Opštinu Bar.



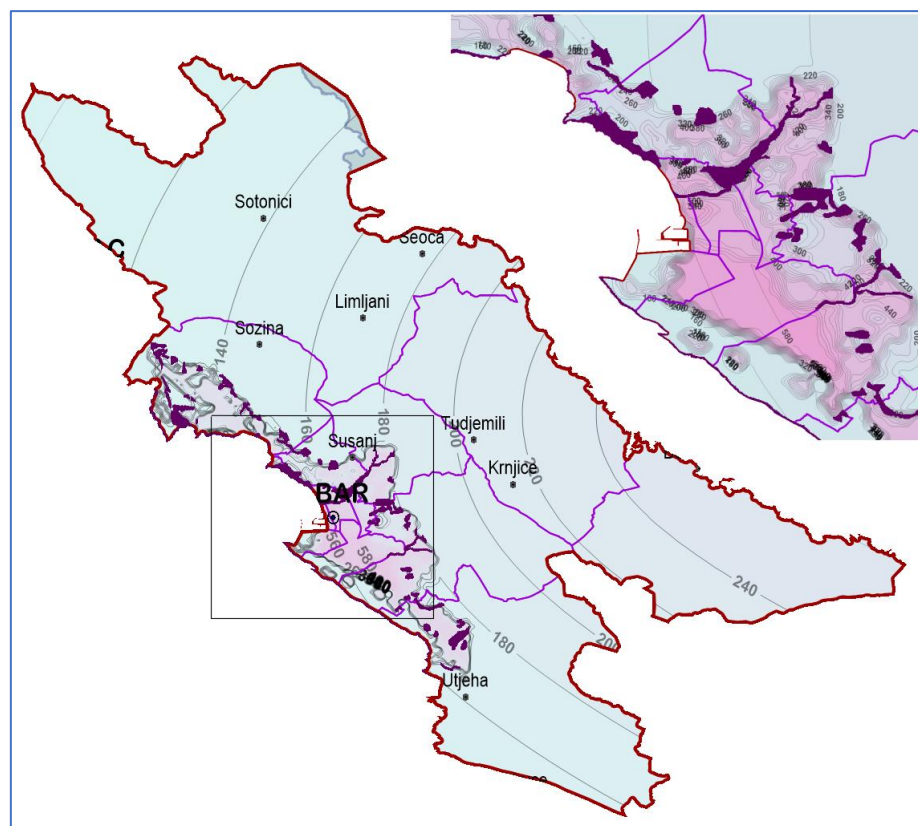
Slika 2.34. Distribucija ukupnih maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla (na površini, izražena u cm/s^2) na teritoriji mjesnih zajednica opštine Bar za slučaj seizmičkog scenarija na rasjedu R1. Crnim pravougaonikom označen je uvećani dio, koji je prikazan u gornjem desnom uglu, na kojem se vidi nivo maksimalnih ubrzanja u urbanom dijelu ove Opštine, koja u ovom slučaju na nekim mjestima dostižu vrijednosti od 10 m/s^2 .



Slika 2.35. Distribucija ukupnih maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla (na površini, izražena u cm/s^2) na teritoriji mjesnih zajednica opštine Bar za slučaj seizmičkog scenarija na rasjedu R2.



Slika 2.36. Ukupna maksimalna horizontalna ubrzanja tla (na površini, izražena u cm/s^2) na teritoriji mjesnih zajednica opštine Bar za slučaj seizmičkog scenarija na rasjedu R3.



Slika 2.37. Ukupna maksimalna horizontalna ubrzanja tla (na površini, izražena u cm/s^2) na teritoriji mjesnih zajednica opštine Bar za slučaj seizmičkog scenarija na rasjedu R4.

Radi ocjene potencijalno najnepovoljnijeg scenarija, na osnovu podataka iz tabela XIV - XVII, za sve analizirane scenarije je izveden proračun ukupnih srednjih vrijednosti maksimalnog intenziteta za cijelu opštinu. Detaljni rezultati proračuna za sva naselja i za sve seizmičke scenarije, prikazani su u tabelama XIV - XVII. Rezultujuće

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

jedinstvene srednje vrijednosti za cijelu Opštinu, za sve potencijalne scenarije zemljotresa prikazani su u Tabeli XVIII.

Tabela XV. Statistička analiza scenarija zemljotresa na rasjedu R1: ponderisani intenzitet 8.61, EMS98 = VIII-IX.

R. br.	Mjesna zajednica	Čvrsta stijena (8a)			Meko tlo (C1 - D)			Ponderisna sredina	
		n	AC srednje	Intenzitet	n	AC srednje	Intenzitet	Intenzitet	Intenzitet EMS98
1	Pečurice - Mrkojevići (Velje selo)	178793	290.76	8.37	9898	578.17	9.53	8.43	VIII-IX
2	Stari Bar (Bartula)	78861	236.70	8.03	19785	536.73	9.40	8.31	VIII-IX
3	Sutomore - Spič (Brca)	76395	244.28	8.08	23544	526.17	9.37	8.39	VIII-IX
4	Bar I Topolica (Bar)	3114	272.72	8.26	2841	901.87	10.30	9.24	IX
5	Virpazar - Crmnica (Braceni)	404922	197.38	7.74	0	-	-	7.74	VIII
6	Bar IV - Popovići (Bar)	57	245.89	8.09	2763	786.73	10.06	10.02	X
7	Bar II - Polje (Bjeliši)	4169	279.00	8.30	10985	634.32	9.69	9.31	IX-X
8	Ostros (Arbnež)	166259	186.76	7.65	0	-	-	7.65	VIII
9	Bar V - Sutorman (Tuđemili)	1241	249.11	8.12	2893	743.49	9.96	9.41	IX-X
10	Bar V (Žukotrlica)	44497	209.94	7.84	7952	438.71	9.06	8.02	VIII
11	Čanj (Šušanj)	8742	232.32	8.00	8875	449.98	9.10	8.55	VIII-IX
12	Šestani - Đuravci (Besa)	177195	182.94	7.62	0	-	-	7.62	VIII
13	Bar III - Bjeliši (Burtaiši)	222	242.58	8.07	2997	508.44	9.31	9.22	IX

Tabela XVI. Statistička analiza scenarija zemljotresa na rasjedu R2: ponderisani intenzitet 8.61, EMS98 = VIII-IX.

R. br.	Mjesna zajednica	Čvrsta stijena (8a)			Meko tlo (C1 - D)			Ponderisna sredina	
		n	AC srednje	Intenzitet	n	AC srednje	Intenzitet	Intenzitet	Intenzitet EMS98
1	Pečurice - Mrkojevići (Velje selo)	180926	312.15	8.49	10018	614.77	9.63	8.55	VIII-IX
2	Stari Bar (Bartula)	79775	274.10	8.27	20022	590.22	9.56	8.53	VIII-IX
3	Sutomore - Spič (Brca)	77317	181.69	7.61	23808	376.12	8.80	7.89	VIII
4	Bar I Topolica (Bar)	3145	261.08	8.19	2878	880.94	10.26	9.18	IX
5	Virpazar - Crmnica (Braceni)	409763	137.99	7.17	0	-	-	7.17	VII
6	Bar IV - Popovići (Bar)	63	250.29	8.12	2789	804.40	10.10	10.06	X
7	Bar II - Polje (Bjeliši)	4192	276.52	8.29	11134	670.57	9.78	9.37	IX-X
8	Ostros (Arbnež)	168235	249.15	8.12	0	-	-	8.12	VIII
9	Bar V - Sutorman (Tuđemili)	1268	240.87	8.06	2933	740.32	9.95	9.38	IX-X
10	Bar V (Žukotrlica)	45039	223.37	7.94	8038	468.02	9.17	8.12	VIII
11	Čanj (Šušanj)	8843	224.92	7.95	8983	433.90	9.04	8.50	VIII-IX
12	Šestani - Đuravci (Besa)	179225	206.90	7.81	0	-	-	7.81	VIII
13	Bar III - Bjeliši (Burtaiši)	234	257.72	8.17	3022	553.17	9.45	9.36	IX-X

Tabela XVII. Statistička analiza scenarija zemljotresa na rasjedu R3: ponderisani intenzitet 8.49, EMS98 = VIII-IX.

R. br.	Mjesna zajednica	Čvrsta stijena (8a)			Meko tlo (C1 - D)			Ponderisna sredina	
		n	AC srednje	Intenzitet	n	AC srednje	Intenzitet	Intenzitet	Intenzitet EMS98
1	Pečurice - Mrkojevići (Velje selo)	180926	206.78	7.81	10018	400.32	8.90	7.87	VIII
2	Stari Bar (Bartula)	79775	237.19	8.04	20022	463.82	9.15	8.26	VIII
3	Sutomore - Spič (Brca)	77317	198.95	7.75	23808	386.07	8.84	8.01	VIII
4	Bar I Topolica (Bar)	3145	204.36	7.79	2878	688.64	9.83	8.77	IX
5	Virpazar - Crmnica (Braceni)	409763	182.44	7.61	0	-	-	7.61	VIII
6	Bar IV - Popovići (Bar)	63	220.35	7.92	2789	680.56	9.81	9.77	X
7	Bar II - Polje (Bjeliši)	4192	204.16	7.79	11134	526.14	9.37	8.94	IX
8	Ostros (Arbnež)	168235	258.30	8.17	0	-	-	8.17	VIII
9	Bar V - Sutorman (Tuđemili)	1268	215.14	7.88	2933	637.96	9.70	9.15	IX
10	Bar V (Žukotrlica)	45039	241.28	8.06	8038	451.32	9.10	8.22	VIII
11	Čanj (Šušanj)	8843	222.89	7.93	8983	408.70	8.94	8.44	VIII-IX
12	Šestani - Đuravci (Besa)	179225	253.87	8.15	0	-	-	8.15	VIII
13	Bar III - Bjeliši (Burtaiši)	234	225.06	7.95	3022	466.76	9.16	9.07	IX

Tabela XVIII - Statistička analiza scenarija zemljotresa na rasjedu R4: ponderisani intenzitet 8.09, EMS98 = VIII.

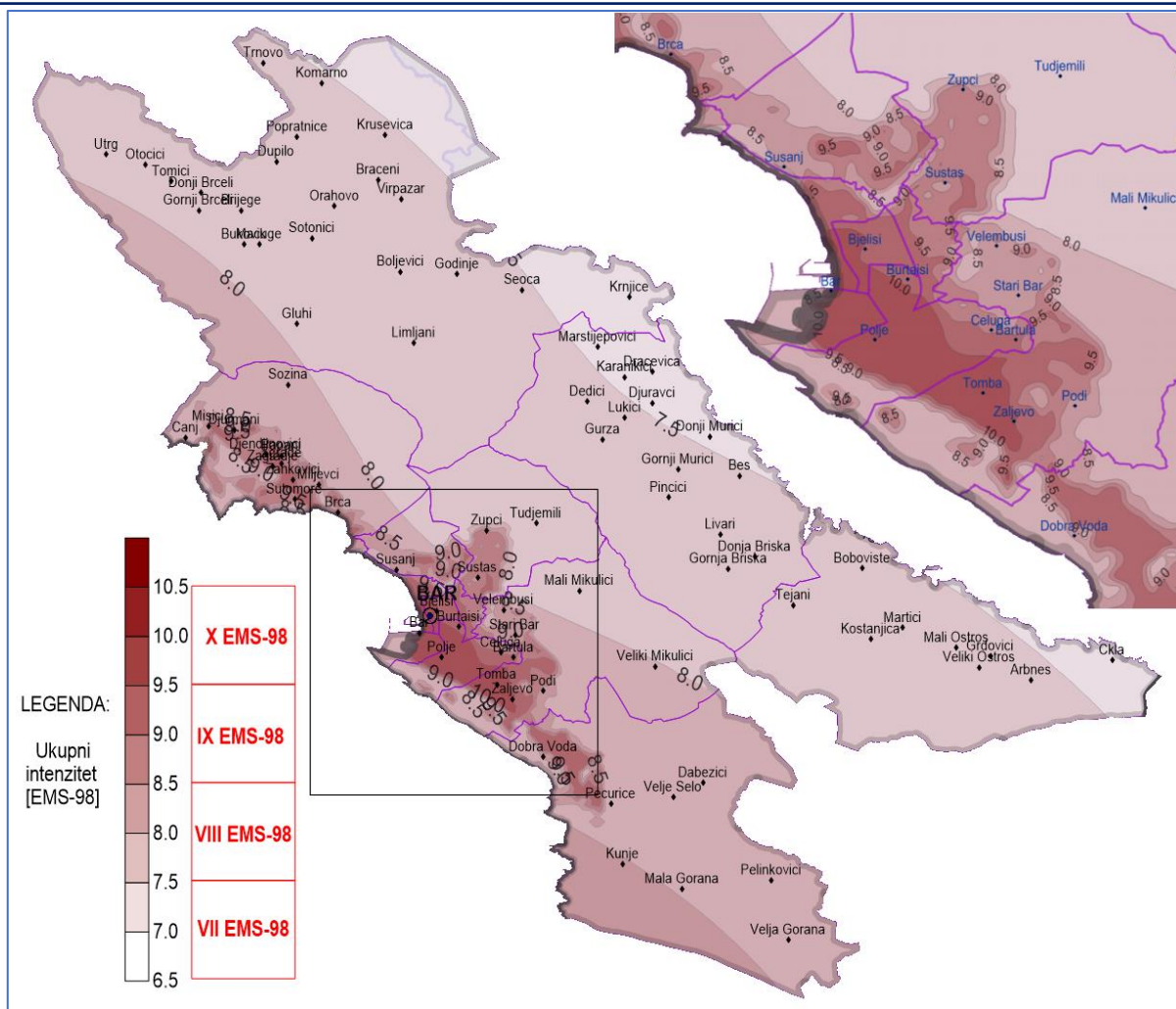
R. br.	Mjesna zajednica	Čvrsta stijena (8a)			Meko tlo (C1 - D)			Ponderisna sredina	
		n	AC srednje	Intenzitet	n	AC srednje	Intenzitet	Intenzitet	Intenzitet EMS98
1	Pečurice - Mrkojevići (Velje selo)	180926	172.80	7.52	10018	325.20	8.55	7.58	VII-VIII
2	Stari Bar (Bartula)	79775	192.28	7.70	20022	363.03	8.74	7.91	VIII
3	Sutomore - Spič (Brca)	77317	144.70	7.24	23808	280.16	8.31	7.49	VII-VIII
4	Bar I Topolica (Bar)	3145	153.70	7.34	2878	519.79	9.34	8.30	VIII
5	Virpazar - Crmnica (Braceni)	409763	140.22	7.19	0	-	-	7.19	VII
6	Bar IV - Popovići (Bar)	63	164.90	7.45	2789	512.14	9.32	9.28	IX
7	Bar II - Polje (Bjeliši)	4192	156.09	7.36	11134	405.15	8.92	8.50	VIII-IX
8	Ostros (Arbež)	168235	243.29	8.08	0	-	-	8.08	VIII
9	Bar V - Sutorman (Tuđemili)	1268	159.46	7.40	2933	476.38	9.20	8.65	IX
10	Bar V (Žukotrlica)	45039	183.72	7.62	8038	340.73	8.63	7.78	VIII
11	Čanj (Šušani)	8843	164.14	7.44	8983	301.73	8.43	7.94	VIII
12	Šestani - Đuravci (Besa)	179225	214.18	7.87	0	-	-	7.87	VIII
13	Bar III - Bjeliši (Burtaiši)	234	170.60	7.50	3022	355.36	8.70	8.62	IX

Tabela XIX. Rezultati proračuna ukupnih, prosječnih ponderisanih vrijednosti intenziteta zemljotresa za sve seizmičke scenarije (tabele XIV – XVII).

Seizmički scenario	Ukupan prosječan ponderisani intenzitet zemljotresa (EMS)	
	Decimalni oblik	Cjelobrojni oblik
R1	8.61	VIII-IX
R2	8.61	VIII-IX
R3	8.49	VII-IX
R4	8.09	VIII

Iz Tabele XIX je očigledno je da je scenario zemljotresi koji bi bili generisani na rasjedima R1 i R2, rezultiraju identičnim prosječnim efektima na cijeloj teritoriji opštine Bar (ponderisanje je izvedeno u odnosu na površinu mjesnih zajednica). Imajući u vidu da bi zemljotresini scenario na rasjedu R1, odnosno ponovno aktiviranje rasjeda koji je generisao katastrofalni zemljotres od 15. aprila 1979. godine, sa magnitudom Mw 7.0, zbog svoje pozicije u odnosu na seizmički najranjiviju – urbanu zonu ove opštine, izazvao veća razaranja i veće žrtve, ovaj scenario je definisan kao najnepovoljniji za ovu opštinu, te je usvojen za dalja razmatranja njegovih potencijalnih efekata.

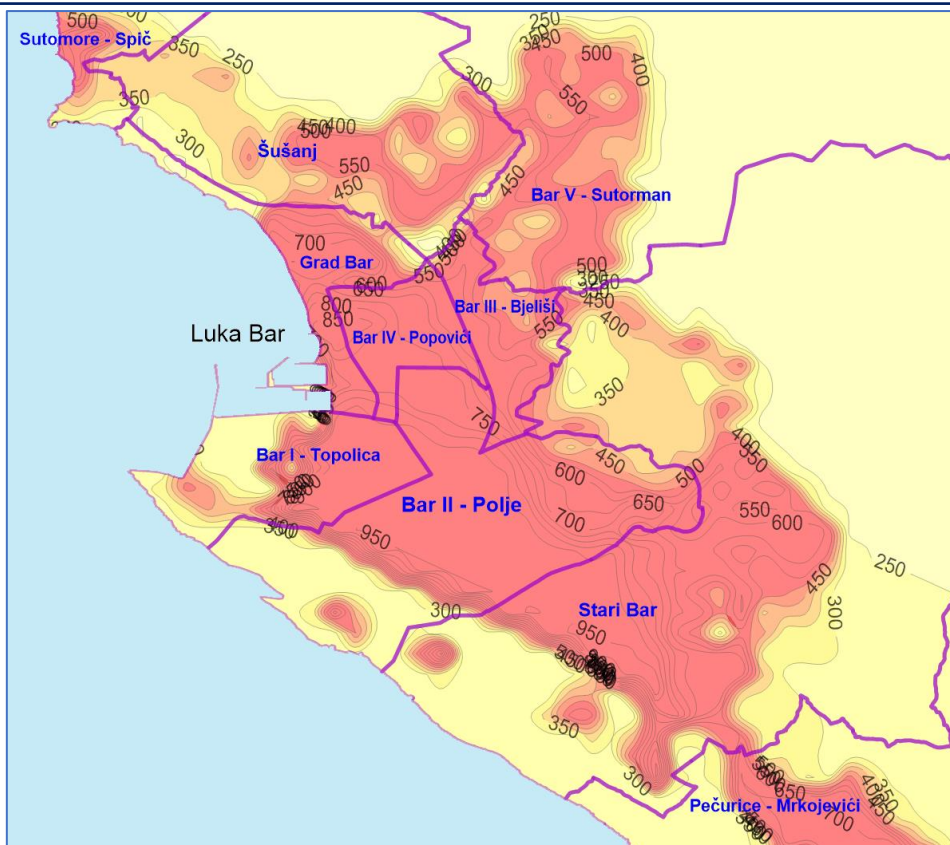
Radi sticanja vizuelnog utiska prostorne distribucije maksimalnog intenziteta utvrđenog najnepovoljnijeg scenario zemljotresa (na rasjedu R3) za cijelu Opštinu, na slici 2.44 su prikazane izoseiste intenziteta za potencijalno najnepovoljniji scenario zemljotres, koji bi mogao biti generisan na tektonskom rasjedu R3, koji je na osnovu prethodne analize (tabela XVIII) identifikovan kao najnepovoljniji. Kao što je naglašeno, na ovoj slici se lako uočava da su intenziteti na područjima mjesnih zajednica na krajnjem jugu Opštine, u slučaju nastanka ovog potencijalnog scenarija (ali i praktično kod svih ostalih scenarija), značajno veći u odnosu na najsjevernije mjesne zajednice. Ova činjenica je svakako posljedica okolnosti da se južno područje Opštine 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 2.38. Ukupni maksimalni intenziteti (izraženi u EMS skali) za najnepovoljniji scenario zemljotresa (koji je potencijalno generisan na rasjedu R1) na području cijele opštine Bar. Tamnije površine izražavaju viši intenzitet, saglasno legendi. Javno se uočavaju zone vrlo visokog intenziteta (do X stepeni EMS-98 skale) u urbanom, priobalnom dijelu Opštine, koji je prikazav u uvećanom obliku u gornjem desnom dijelu slike.

Iz ovih numeričkih razmatranja možemo izvesti generalni zaključak da bi zemljotres koji bi bio generisan na seizmički aktivnom rasjedu R1 (slika 23), koji pripada sistemu aktivnih tektonskih rasjeda seizmogene zone crnogorskog podmorja, sa magnitudom $M_w=6.9$ i sa prosječnom dubinom aktivnosti, odnosno prosječnom dubinom hipocentara od 10 km, potencijalno izazvao najnepovoljnije efekte na području cijele teritorije opštine Bar. Iz tih razloga, za dalje razmatranje biće korišćeni elementi samo tog scenarija.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA



Slika 2.39. Uvećani segment slike 38 koji pokazuje ukupna maksimalna horizontalna ubrzanja generisana scenario zemljotresom na rasjedu R1, za uži urbani dio opštine Bar. Ubrzanja su izražena u cm/s^2 , a nazivi mjesnih zajednica sa nazivima većih naseljenih mjesta – plavom bojom. Kao što se vidi, maksimalna ubrzanja na području mjesnih zajednica Bar I – Topolica, Bar II – Polje i Stari Bar, dostižu vrijednost od $950 cm/s^2$, što je ekvivalentno sa X stepeni EMS-98 skale intenziteta.

U tabeli XX sva naselja opštine Bar su svrstana u četiri grupe - prema stepenu inzenziteta zemljotresa (VII – X EMS) koji bi ih zahvatio u slučaju realizacije najnepovoljnijeg scenario zemljotresa na tektonskom rasjedu R1, kako je prikazano na slikama 38 i 39. Tabela XXI sadrži sumarno izražen broj stanova i broj stanovnika po pomentim zonama.

Tabela XX. Distribucija ukupnog broja stanova i broja stanovnika u naseljima opštine Bar po zonama različitog maksimalnog, ukupnog seizmičkog intenziteta, koji je prikazan na slici 28 i 39, u slučaju dejstva najnepovoljnijeg scenario zemljotresa (na rasjedu R1).

Naselje	Broj stanovnika	Broj stanova	Ukupni intenzitet		Naselje	Broj stanovnika	Broj stanova	Ukupni intenzitet	
			numerički	[EMS]				numerički	[EMS]
Tomba	1199	519	10.37	X	Tomići	14	39	7.89	VIII
Polje	1892	849	10.36		Donji Brčeli	9	44	7.88	
Zaljevo	678	276	10.12		Brijege	0	20	7.86	
Burtaiši	3830	1638	9.99		Tudjemili	146	38	7.82	
Bjeliši	1729	946	9.98		Sotonići	93	80	7.80	
Mišići	232	771	9.82		Limljani	91	153	7.77	
Djendjinovići	357	507	9.73		Dupilo	64	52	7.72	
Zagradje	369	693	9.73		Gornja Briska	22	12	7.72	
Zgrade	517	671	9.71		Tejani	62	37	7.72	
Papani	173	298	9.70		Orahovo	64	26	7.71	
Zankovići	306	552	9.70		Boljevići	182	155	7.70	
Bartula	351	163	9.69		Kostanjica	172	95	7.69	
Brca	274	1017	9.65		Donja Briska	27	19	7.67	
Zupci	137	89	9.43		Livari	64	48	7.66	
Sutomore	1992	2297	9.34	Popratnice	11	9	7.65		

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

Čeluga	1484	613	9.31	IX	Martići	300	125	7.63	
Miljevci	344	619	8.79		Pinčići	12	19	7.63	
Šušanj	2637	2553	8.77		Braceni	49	61	7.61	
Stari Bar	1867	611	8.76		Godinje	15	7	7.61	
Sustaš	497	230	8.67		Mali Ostros	115	84	7.60	
Djurmani	250	643	8.59		Veliki Ostros	342	147	7.60	
Podi	193	56	8.57		Virpazar	282	122	7.60	
Kunje	424	2180	8.52		Gurza	0	3	7.59	
Mala Gorana	137	4	8.48		Bobovište	181	88	7.57	
Velja Gorana	353	128	8.40		Gornji Murići	12	18	7.57	
Pečurice	579	2442	8.39	Grdovići	175	57	7.57		
Dobra Voda	1065	1409	8.36	Dedići	0	0	7.56		
Pelinkovići	151	53	8.32	Arbnež	338	152	7.55		
Velje Selo	228	81	8.29	Trnovo	10	21	7.55		
Dabezići	156	77	8.22	Kruševica	0	20	7.53		
Bar (grad)	13586	7284	8.20	Lukići	0	0	7.53		
Sozina	0	0	8.06	Bes	42	54	7.52		
Velembusi	924	376	8.05	Komarno	15	31	7.52		
Veliki Mikulići	0	0	8.01	Seoca	34	115	7.52		
Gluhi do	113	178	7.95	Donji Murići	101	86	7.48		
Gornji Brčeli	12	52	7.92	Djuravci	0	6	7.48		
Mali Mikulići	0	0	7.92	Karanikići	6	0	7.47		
Bukovik	67	81	7.91	Marstijepovići	0	7	7.47		
Utrg	26	57	7.91	Dračevica	0	0	7.43		
Mačuge	9	24	7.89	Ckla	86	52	7.41		
Otočići	57	80	7.89	Krnjice	18	38	7.37		
									VII

Kao što je već naglašeno ranije, na osnovu rezultata popisa stanovništva 2011. godine (MONSTAT, 2011) u opštini Bar 41.8 % stanovništva živi u urbanoj, a 58.2 % u ruralnoj zoni. Kada su u pitanju stambene jedinice – u gradskoj sredini je lociralo 31.0 % objekata, a 69.0 % na selu. Za potrebu analize obima gubitaka neophodno je raspolagati podacima o distribuciji stanovništva i stambenih jedinica u odnosu na zone različitih seizmičkih intenziteta u slučaju realizacije najnepovoljnijeg zemljotresnog scenarija. Iz tih razloga su u Tabeli XXI prikazane te sračunate vrijednosti.

Tabela XXI. Ukupan broj stanova i stanovnika u opštini Bar, u urbanom i ruralnom dijelu, sračunat na osnovu sadržaja Tabele III i Tabele VII, kao i rezultata popisa stanovništva iz 2011. godine (MONSTAT, 2011) po zonama različitog maksimalnog intenziteta zemljotresa u slučaju realizacije najnepovoljnijeg seizmičkog scenarija na tektonskom rasjedu R1.

Zona EMS98	Ukupno		Urbana zona			Ruralna zona		
	Broj stanovnika	Broj stanova	Broj stanovnika	Broj stanova	Broj zgrada	Broj stanovnika	Broj stanova	Broj zgrada
X	11.907	8.900	4.977	2.759	292	6.930	6.141	650
IX	9.825	9.891	4.107	3.066	324	5.718	6.825	722
VIII	20.406	14.277	8.530	4.426	468	11.876	9.851	1.042
VII	211	189	88	59	5	123	130	13
ukupno	42.349	33.257	17.702	10.310	1.089	24.647	22.947	2.427

2.5. 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, Čosić 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, organizovane 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 jединicu (zgradu),
- ukupan broj objekata svakog tipa zgrade za svaku geografsku jединicu.

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“.

2.5.1 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, SELINA i ELER, EPEDAT, SIGE, KOERILOSS, 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.

2.5.1. 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 XXII 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 Bar.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

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

Tabela XXII. 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 XXIII.

Tabela XXIII. 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 XXIV.

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:

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

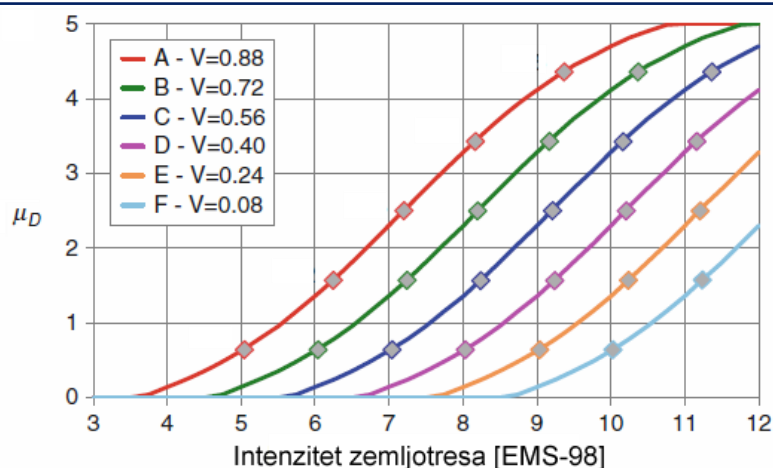
Indeks duktilnosti objekta Q određuje stopu povećanja oštećenja sa intenzitetom. Funkcije izvedene iz EMS skale intenziteta karakteriše vrijednost ovog faktora u iznosu od $Q = 2,3$.

Vrijednosti indeksa povredljivosti V_0 prema klasama povredljivosti EMS skale intenziteta prikazani su u tabeli XXIV 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 XXIV. 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 2.40 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 XXIV (Lagomarsino and Cattari 2014).



Slika 2.40. Grafički izgled polu-empirijske funkcije povredljivosti objekata μ_D na osnovu vrijednosti indeksa najverovatnije povredljivosti V_0 prema klasama povredljivosti skale intenziteta EMS (tabela XXIV).

2.5.2. Potencijalne štete stambenog fonda na području opštine Bar u najnepovoljnijem scenariju 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 Bar, 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 XXV sa podacima za opštinu Bar), kao i stepen njihovog oštećenja (tabela XXVI).

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 Bar, 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 scenariju 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

realnog intenziteta zemljotresa (u EMS skali) u uslovima tzv. lokalnog (karakterističnog) tla, praktično za cijelo područje Crne Gore (crvena linija na slici 41).

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

Klasifikacija objekata		Broj zgrada	% od ukupnog broja snimljenih zgrada (10.357)
Konstrukcija	zidana	8913	86.1
	armirano-betonska	775	7.5
	čelična	36	0.4
	drvena	156	1.5
	ostalo	467	4.5
Funkcija	stambena	8825	85.3
	turistička	210	2.0
	industrijska	271	2.6
	agrarna	346	3.3
	ostalo	702	6.8
Svojina	privatna	9555	92.3
	društvena	802	7.7

Tabela XXVI. 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)

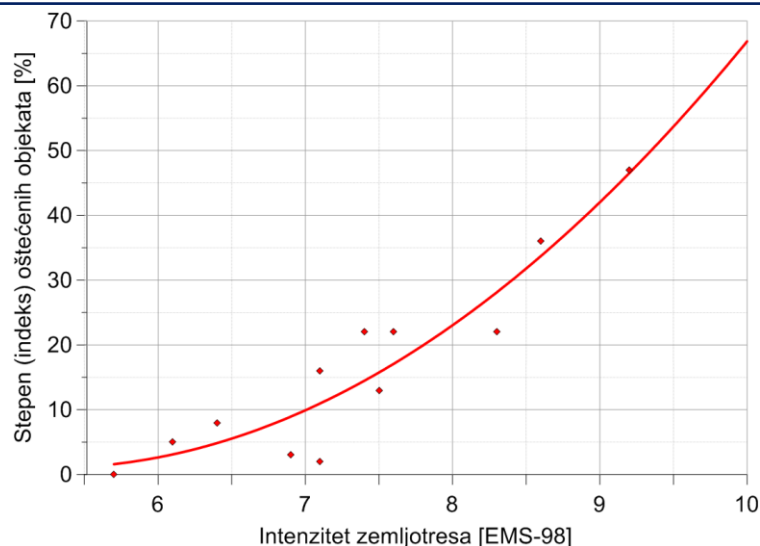
Oštećenje objekata	Ulcinj	Bar	Budva	Tivat	Kotor	H. Novi	Cetinje	Nikšić	Titograd	Danilov-grad	Ivan-grad	Kolašin
Teško	24	18	11	8	12	9	18	7	2	2	0	4
Djelimično	13	11	8	3	8	0	4	1	0	1	0	1
Srušeni	10	7	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0
UKUPNO	47	36	22	13	22	16	22	8	2	3	0	5
INTENZITET [EMS]	9.2	8.6	8.3	7.5	7.6	7.1	7.4	6.4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

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

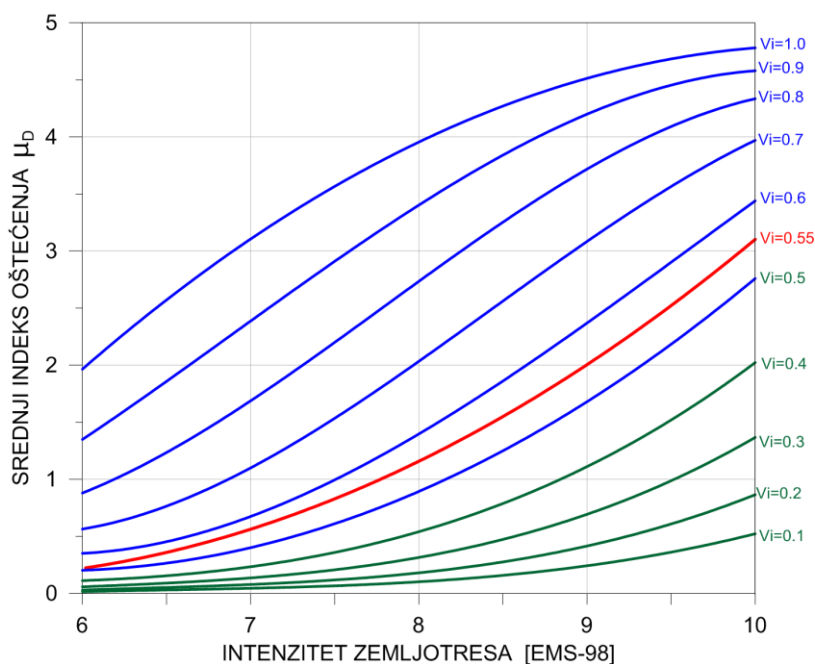
pri čemu I_{EMS} predstavlja odgovarajući stepen intenziteta zemljotresa (izražen u EMS skali), a n_x označava indeks (stepen) teško oštećenih i srušenih objekata (u odnosu na ukupan fond) koji su neupotrebljivi za dalje stanovanje. Grafički izgled ove funkcije, zajedno sa registrovanim podacima na terenu (crveni kvadratići) prikazan je na slici 2.46.

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 zemljotreima na tom istom području, za specifikovane tipove objekata (dominantno zidani i armirano-betonski tip objekata) pod pretpostavkom da je tip izgrađenih objekata u međuvremenu, ostao uglavnom nepromijenjen.



Slika 2.41. 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 XXIV i XXVI/) u funkciji intenziteta zemljotresa u loklanim uslovima tla: cvena linija (polinom drugog stepena) izražava teško i vrlo teško oštećene objekte, neupotrebljive za dalje stanovanje.

Na slici 2.42 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 2.42. 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 XXV 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 XXVI, prikazana je u vidu kontinualne linije crvene boje na slici 2.42. Kao što je lako uočljivo, srednja vrijednost indeksa ranjivosti za ovu grupu vrste objekata iznosi **0.55**, što odgovara klasi povredljivosti “C” (tabela XXVI i slika 2.41). 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 opštine Bar. 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 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 uvođenje novih seizmičkih propisa za projektovanje i izgradnju objekata (MEST EN 1998-1).

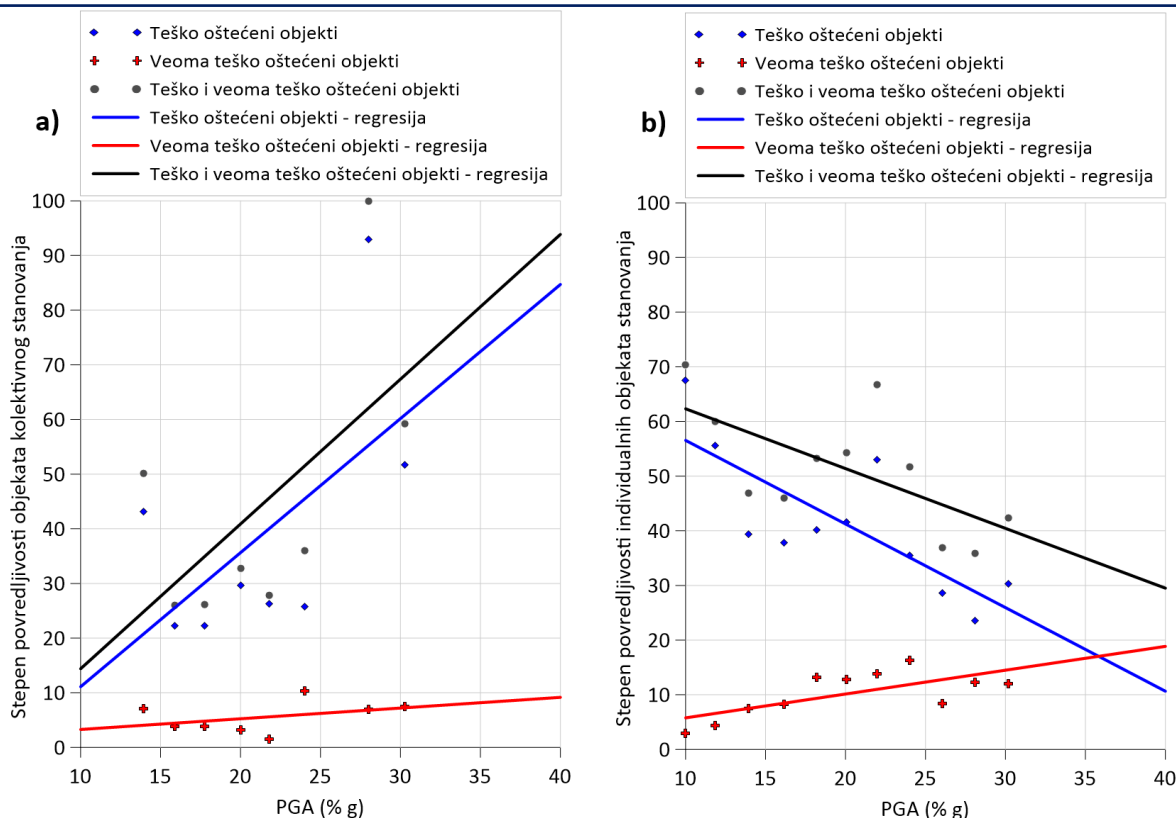
Na ovaj način, iz tabele XXV za dati stepen intenziteta zemljotresa, mogu se utvrditi procentualni rasponi oštećenja objekata te klase za teritoriju opštine Bar (kao i cijelog prostora Crne Gore na kojem su ovi podaci prikupljeni) koji se mogu kvalitativno interpretirati na osnovu sadržaja tabela XXX i XXXI, kao i slike 2.42. Tako, na primjer, za intenzitet od VIII stepeni EMS, koji je utvrđen kao rezultujuć u najnepovoljnijem scenariju zemljotresa za dio gradске zone sa najvećom gustinom naseljenosti - u užem urbanom dijelu grada Bara, za objekte sa zidanom konstrukcijom, treba očekivati (slika 46) 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 (UNDP/UNESCO, 1985), za grupu objekata koji su teško i veoma teško oštećeni u tom zemljotresu, kao na slici 2.43.

Ove funkcije povredljivosti mogu se analitički izraziti linearnim regresionim aproksimacijama, u opšem 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 XXVII.

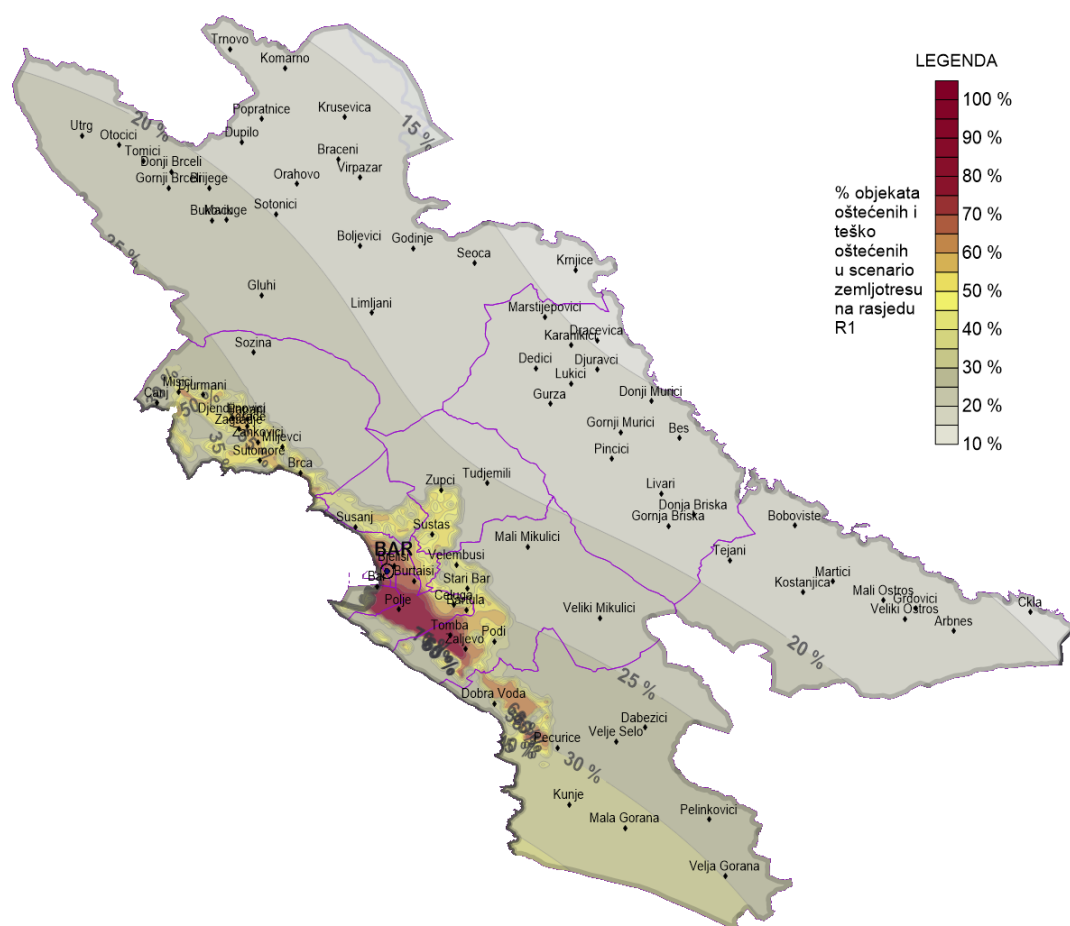


Slika 2.43. Empirijske funkcije povredljivosti objekata: a) kolektivnog i b) individualnog stanovanja, za objekte koji su teško i veoma teško oštećeni u crnogorskom zemljotresu 15. aprila 1979. godine, sa regresionim aproksimacijama (UNDP/UNESCO, 1985).

Iako su ove približne funkcije povredljivosti bazirane na podacima o fondu oštećenih objekata na području cijele Crne Gore, zbog relativno malog broja podataka, posebno u intervalu maksimalnih ubrzanja iznad 300 cm/s^2 (odnosno iznad 30 % od g), s obzirom da očekivana, potencijalna ubrzanja na području obalnog pojasa, koja značajno prelaze ove vrijednosti, te bi primjena ovih iskustva i tabele XXVII na proračun obima potencijalnih oštećenja, rezultirala netačnim i iracionalnim vrijednostima.

Tabela XXVII. 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	a	b	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



Slika 2.44. Distribucija sračunatog relativnog broja ukupnih potencijalno teško i vrlo teško oštećenih stanova (odnosno objekata) (u procentima u odnosu na ukupan fond) u naseljima opštine Bar, u analizi najnepovoljnijeg scenarija zemljotresa na rasjedu R1, primjenom iskustva i podataka nakon zemljotresa od 15. aprila 1979. godine u Crnoj Gori - primjenjujući empirijsku relaciju sa slike 2.41.

Tabela XXVIII. Obim potencijalno teško oštećenog stambenog fonda u opštini Bar, izražen brojem oštećenih stanova, izražen u funkciji različitog stepena intenziteta, u uslovima primjene iskustva koje je stečeno u katastrofalnom zemljotresu iz 1979. godine (Tabela XXV i slika 2.41).

Naselje	Broj stanova	% ošteć. stanova	Broj ošteć. stanova	Ukupni intenzitet		Naselje	Broj stanova	% ošteć. stanova	Broj ošteć. stanova	Ukupni intenzitet	
				numerički	[EMS]					numerički	[EMS]
Tomba	519	77.53	402	10.37	X	Tomići	39	21.30	8	7.89	VIII
Polje	849	77.23	656	10.36		Donji Brčeli	44	21.15	9	7.88	
Zaljevo	276	70.23	193	10.12		Brijege	20	20.69	4	7.86	
Burtaiši	1638	66.58	1090	9.99		Tudjemili	38	20.24	8	7.82	
Bjeliši	946	66.30	627	9.98		Sotonići	80	19.94	15	7.80	
Mišići	771	61.95	478	9.82		Limljani	153	19.50	30	7.77	
Djendjinovići	507	59.57	302	9.73		Dupilo	52	18.77	9	7.72	
Zagradje	693	59.57	413	9.73		Gornja Briska	12	18.77	2	7.72	
Zgrade	671	59.05	396	9.71		Tejani	37	18.77	7	7.72	
Papani	298	58.79	175	9.70		Orahovo	26	18.63	4	7.71	
Zankovići	552	58.79	324	9.70		Boljevići	155	18.48	29	7.70	
Bartula	163	58.53	95	9.69		Kostanjica	95	18.34	17	7.69	
Brca	1017	57.49	585	9.65		Donja Briska	19	18.06	3	7.67	
Zupci	89	51.74	46	9.43		Livari	48	17.91	8	7.66	
Sutomore	2297	49.80	1144	9.34	Popratnice	9	17.77	1	7.65		
Čeluga	613	49.09	300	9.31	Martići	125	17.50	21	7.63		
Miljevci	619	37.55	232	8.79	Pinčići	19	17.50	3	7.63		
Šušanj	2553	37.13	948	8.77	Braceni	61	17.22	10	7.61		
Stari Bar	611	36.93	225	8.76	Godinje	7	17.08	1	7.61		
Sustaš	230	35.11	80	8.67	Mali Ostros	84	17.08	14	7.60		
Djurmani	643	33.53	215	8.59	Veliki Ostros	147	17.08	25	7.60		
Podi	56	33.14	18	8.57	Virpazar	122	17.08	20	7.60		
Kunje	2180	32.18	701	8.52	Gurza	3	16.94	0	7.59		
					IX	Mali Mikulici					
						Veliki Mikulici					
						Dabezici					
						Velje Selo					
						Securice					
						Kunje					
						Mala Gorana					
						Pelinkovici					
						Velja Gorana					

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

Mala Gorana	4	31.42	1	8.48	VIII	Bobovište	88	16.67	15	7.57	VII
Velja Gorana	128	29.93	38	8.40		Gornji Murići	18	16.67	3	7.57	
Pečurice	2442	29.74	726	8.39		Grdovići	57	16.67	9	7.57	
Dobra Voda	1409	29.19	411	8.36		Dedići	0	16.54	0	7.56	
Pelinkovići	53	28.47	15	8.32		Arbež	152	16.40	25	7.55	
Velje Selo	81	27.94	22	8.29		Trnovo	21	16.40	3	7.55	
Dabezići	77	26.71	20	8.22		Kruševica	20	16.14	3	7.53	
Bar (grad)	7284	26.36	1920	8.20		Lukići	0	16.14	0	7.53	
Sozina	0	24.01	0	8.06		Bes	54	16.00	9	7.52	
Velembusi	376	23.68	89	8.05		Komarno	31	16.00	4	7.52	
Veliki Mikulići	0	23.20	0	8.01		Seoca	115	16.00	18	7.52	
Gluhi do	178	22.24	39	7.95		Donji Murići	86	15.48	13	7.48	
Gornji Brčeli	52	21.77	11	7.92		Djuravci	6	15.48	0	7.48	
Mali Mikulići	0	21.77	0	7.92		Karanikići	0	15.35	0	7.47	
Bukovik	81	21.61	17	7.91		Marstijepovići	7	15.35	1	7.47	
Utrg	57	21.61	12	7.91		Dračevica	0	14.83	0	7.43	
Mačuge	24	21.30	5	7.89		Ckla	52	14.58	8	7.41	
Otočići	80	21.30	17	7.89	Krnjice	38	14.08	5	7.37		
UKUPNO							13.375				

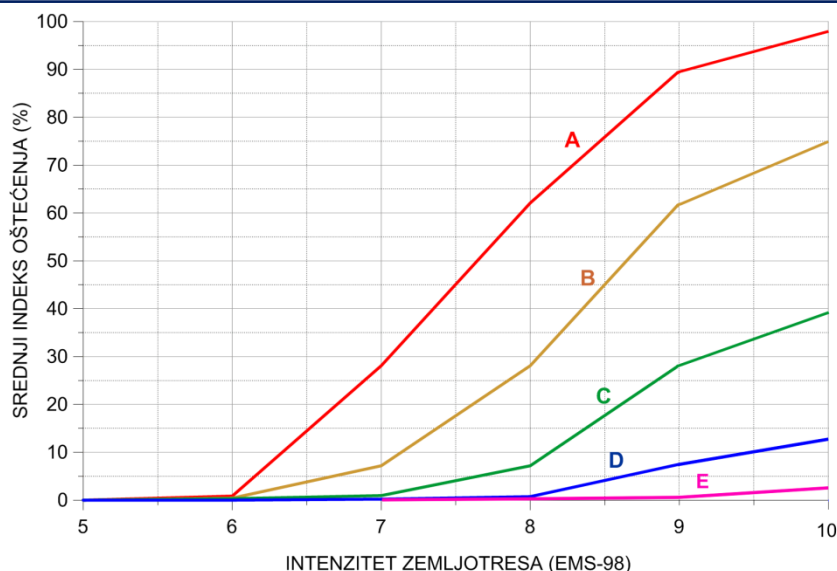
Tabela XXIX. Rezime rezultata primjene metodologije koja je proistekla iz iskustva od katastrofanog zemljotresa iz 1979. godine, u vidu obima potencijalnog teškog oštećenja stanova u opštini Bar.

Broj stanova u cijelom fondu i broj oštećenih stanova	Ukupno stanova	Intenzitet zemljotresa			
		VII EMS	VIII EMS	IX EMS	X EMS
Ukupan broj stanova u zoni	33.257	189	14.277	9.891	8.900
Broj teško oštećenih stanova	13.325	337	3.343	3.909	5.736
% teško oštećenih stanova	40.1	1.0	10.0	11.8	17.2

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 XXX, dok je na slici 45 prikazan grafik zavisnosti srednjeg indeksa oštećenja (u %) za klase povredljivosti objekata (A-E) u funkciji intenziteta zemljotresa (EMS).



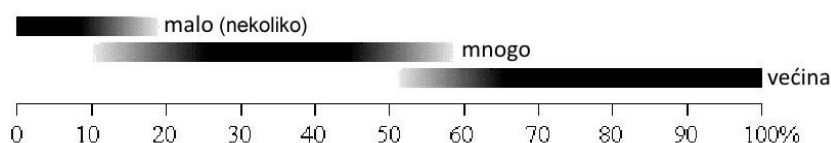
Slika 2.45. Zavisnost srednjeg stepena (indeksa) oštećenja objekata za različite klase povredljivosti (u rasponu A – E) prema makroseizmičkoj skali EMS, koji je ekstrapolovan u intervalu 9–10 EMS na osnovu sadržaja Tabele XXXI.

Tabela XXX. 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 XXX i slika 46), 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 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 46. 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 XXXI (na primjer – Giovanazzi and Lagomarsino 2004). Ova matrica izražava vjerovatnoću da će objekat određene klase povredljivosti pretrpjeti oštećenja određenog stepena – pri dejstvu zemljotresa određenog intenziteta.

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

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

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

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

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

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

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

U nastojanju 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 preliminarne procjene rizika kao finansijskog ekvivalenta mogućih/nastalih šteta od zemljotresa.

Saglasno postojećim informacijama o tipizaciji postojećih objekata u opštini Bar (NERA, 2014 i Pavićević, 2000, MONSTAT, 2021) sa velikom dozom pouzdanosti se može konstatovati da na tom prostoru dominira zidani 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 XXIV i XXVI). Iz tih razloga su u tabeli XXXII 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 XXXIII) i zgrade od armiranog betona (tabela XXXIV), saglasno evropskoj Makroseizmičkoj skali.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

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

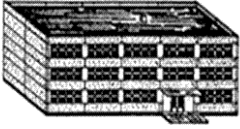
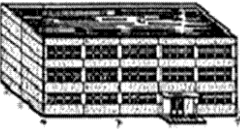



Klasa povredljivosti objekata	"C"					"D"				
	Intenzitet zemljotresa (EMS)					Intenzitet zemljotresa (EMS)				
	VI	VII	VIII	IX	X	VI	VII	VIII	IX	X
DG0	92.5	50	7.5	-	-	100	92.5	50	7.5	-
DG1	7.5	42.5	42.5	7.5	-	-	7.5	42.5	42.5	-
DG2	-	7.5	42.5	42.5	-	-	-	7.5	42.5	7.5
DG3	-	-	7.5	42.5	7.5	-	-	-	7.5	42.5
DG4	-	-	-	7.5	42.5	-	-	-	-	7.5
DG5	-	-	-	-	7.5	-	-	-	-	-
Srednji faktor oštećenja	0.04	0.96	7.5	27.0	38.8	0	0.04	0.96	7.5	12.6

Na osnovu Tabele VI (NERA 2014) sa podacima o relativnoj, dominantnoj zastupljenosti tipova objekata na području opštine Bar (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 XXXIII. 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		Umjereno oštećenje - malo oštećenje noseće - umjereno oštećenje nenoseće konstrukcije <i>Prsline na mnogim zidovima; opadanje maltera sa velikih površina; odvajanje dijelova dimnjaka</i>
DG3		Znatno do jako oštećenje - umjereno oštećenje noseće konstrukcije - jako oštećenje nenoseće konstrukcije <i>Velike i duge pukotine na većini zidova; orebreni crepovi i crepovi od škriljca 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 onstrukcije.</i>
DG5		Razaranje - vrlo teško oštećenje noseće konstrukcije <i>Potpuno ili skoro potpuno rušenje</i>

Tabela XXXIV. 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); 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
DG2		Umjereno oštećenje: - malo oštećenje noseće konstrukcije - umjereno oštećenje nenoseće konstrukcije; Prsline na mnogim zidovima; opadanje maltera sa prilično velikih površina; odvaljivanje djelova dimnjaka
DG3		Znatno do jako oštećenje: - umjereno oštećenje noseće, - jako oštećenje nenoseće konstrukcije Velike i duge pukotine na većini zidova; orebreni crepovi i crepovi od škrljica pomjeraju se i padaju. Dimnjaci se lome na nivou krova; lom pojedinih elemenata nenoseće konstrukcije
DG4		Vrlo jako oštećenje: -teško oštećenje noseće, -vrlo teško oštećenje nenoseće konstrukcije); Ozbiljni lomovi na zidovima, djelimično rušenje noseće konstrukcije
DG5		Razaranje : -vrlo jako oštećenje noseće konstrukcije Potpuno ili skoro potpuno rušenje

Na osnovu izloženih instrukcija iz ove metodologije Makroseizmičke skale EMS za procjenu stepena očekivanih oštećenja objekata uz primjenu tabele XXXII sa vjerovatnoćom realizacije određenog stepena oštećenja objekata u funkciji intenziteta, kao i tabela XXXIII i XXXIV i sadržaja slike 23 sa distribucijom ukupnih maksimalnih intenziteta zemljotresa u najnepovoljnijem scenariju. odnosno tabele XXIXB sa ukupnim brojem stanova u seizmičkim zonama - moguće je za teritoriju opštine Bar (uz podjelu na zone intenziteta iz tabele XXIII) sračunati očekivani stepen oštećenja objekata, kao što je to prikazano u Tabeli XXXV.

Tabela XXXV. Relativan i apsolutni broj objekata na teritoriji opštine Bar koji bi pretrpio štete u slučaju realizacije najnepovoljnijeg scenario zemljotres (na rasjedu R1) prema metodi evropske Makroseizmičke skale.

Tip konstrukcije objekta	Zona položaja naselja – intenzitet (EMS)				Pretežni tip oštećenja stanova
	VII	VIII	IX	X	
Zidane zgrade (sa ili bez ojačanja)	0.0	0.6	4.8	17.1	GD2-DG3
AB zgrade	0.0	0.0	0.3	9.6	DG1-DG2
% Oštećenih objekata od ukupnog fonda	0.0	0.6	5.1	26.7	DG1-DG3
UKUPAN broj teško oštećenih stanova	0	200	1.696	8.880	DG1-DG3
UKUPNO	10.776				-

Dakle, na osnovu sadržaja tabele XXXIV proističe da bi kod zidanih objekata (sa ili bez AB ojačanja konstrukcije) potencijalno nastala oštećenja gradirana kao “srednja do značajno teška”, a kod AB konstrukcija – “mala do

srednja” oštećenja saglasno klasifikaciji evropske EMS skale intenziteta, na **ukupno 10.776 stanova**, što čini **32.4 % od ukupnog fonda** stanova u opštini Bar.

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 primjenu u evropskim zemljama (Jaiswal et al., 2011). Faktori vjerovatnoće za proračun sklonosti na kolaps pri dejstvu zemljotresa relevantnog intenziteta od VII-IX stepeni EMS skale intenziteta), prikazani su u tabeli XXXVI.

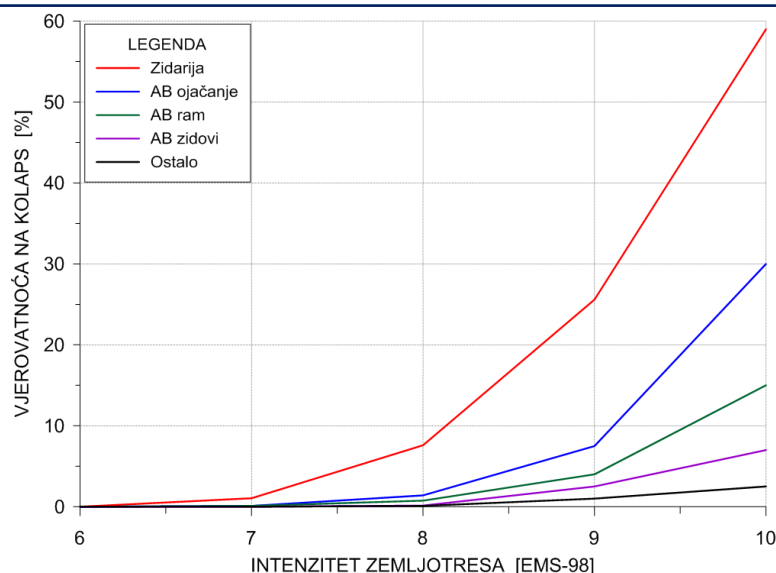
Tabela XXXVI. Rasponi očekivane vjerovatnoće kolapsa u funkciji stepena intenziteta zemljotresa prema skali EMS za različite tipove konstrukcija (Jaiswal et al., 2011).

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 %

Simplifikovani oblik tabele XXXVI, uz ekstrapolaciju sadržaja do X stepeni EMS skale (na osnovu podataka iz tabele XXXI) prikazan je u tabeli XXXVII, a njen grafički oblik na slici 47.

Tabela XXXVII. Relativan broj objekata po klasama i odgovarajuće osrednjene vjerovatnoće na kolaps za korelisane klase objekata (Tabela XXXVI) za opseg intenziteta VII- X EMS.

Vrsta konstrukcije	Relativan broj objekata u klasi (%)	Vjerovatnoća na kolaps (%)			
		VII EMS	VIII EMS	IX EMS	X EMS
Zidana od kamena ili cigle	21.0	1.94	7.6	25.6	59
Zidana sa AB ojačanjem	20.5	0.10	1.4	7.5	30
Sa AB ramom	19.5	0.10	0.75	4.0	15
Sa AB zidovima	34.0	0.00	0.14	2.5	7.0
Ostalo (sa AB ramom i seizmičkom zaštitom, drveni objekti, čelične konstrukcije)	5.0	0.00	0.11	1.0	2.5



Slika 2.47. Grafički oblik sadržaja Tabele XXXVII – vjerovatnoća kolapsa objekata u funkciji stepena intenziteta zemljotresa prema skali EMS za različite tipove konstrukcija (Jaiswal et al., 2011), sa ekstrapolacijom sadržaja na osnovu Tabele XXXI.

Uzimajući u obzir tipologiju objekata (Tabela VI) utvrđenu kroz NERA projekat (NERA, 2014), zatim relativan broj stanova u klasi objekata, kao i koeficijente vjerovatnoće na kolaps za stambeni fond opštine Bar iz tabele XXXVII, u slučaju događanja najnepovoljnijeg scenarior zemljotresa, sa ranije izloženim seizmološkim parametrima za teritoriju opštine Bar (Tabele XXIII, XXIXB i slike 34, 38 i 39) primjenom WHE-PAGER metode, baziranoj na ekspertskom mišljenju, može se utvrditi približan, relativan broj srušenih objekata, odnosno stanova u ovoj opštini, kao što je prikazano u tabeli XXXVI.

Tabela XXXVIII. Relativan broj potencijalno srušenih objekata, odnosno stanova u opštini Bar, u slučaju najnepovoljnijeg scenarija zemljotresa, prema relativnom broju objekata u klasi i vjerovatnoći na kolaps (Tabela XXXVII) prema metodologiji stručne ekspertize “WHE-PAGER”.

Vrsta konstrukcije	Potencijalan broj teško oštećenih stanova			
	VII EMS	VIII EMS	IX EMS	X EMS
Zidana od kamena ili cigle	1	228	532	1102
Zidana sa AB ojačanjem	0	41	152	547
Sa AB ramom	0	21	77	260
Sa AB zidovima	0	7	84	212
Ostalo (sa AB ramom i seizmičkom zaštitom, drveni objekti, čelične konstrukcije)	0	1	5	11
Ukupan broj objekata	1	298	850	2.132
Ukupno teško oštećenih stanova u cijeloj opštini Bar	3.281			

Na osnovu izložene metodologije, koja je bazirana na ekspertskom mišljenju, odnosno dugogodišnjem stručnom iskustvu grupe eksperata i podacima o ranjivosti na kolaps tipičnih konstrukcija prema makroseizmičkoj skali intenziteta EMS (koja se zbog sličnosti tipologije objekata, može primijeniti i na područje Crne Gore, odnosno opštine Bar), koja je razvijena za potrebe brze evaluacije potencijalnih šteta u razornim zemljotresima u evropskim zemljama, može se zaključiti da bi u opisanom najnepovoljnijem seizmičkom scenariju za teritoriju ove opštine, potencijalno bilo teško oštećeno nešto manje od 3.300 stanova (Tabela XXXVIII), odnosno 9.9 % ukupnog stambenog fonda Opštine.

d) Metodologija “PAGER” za procjenu povredljivosti objekata

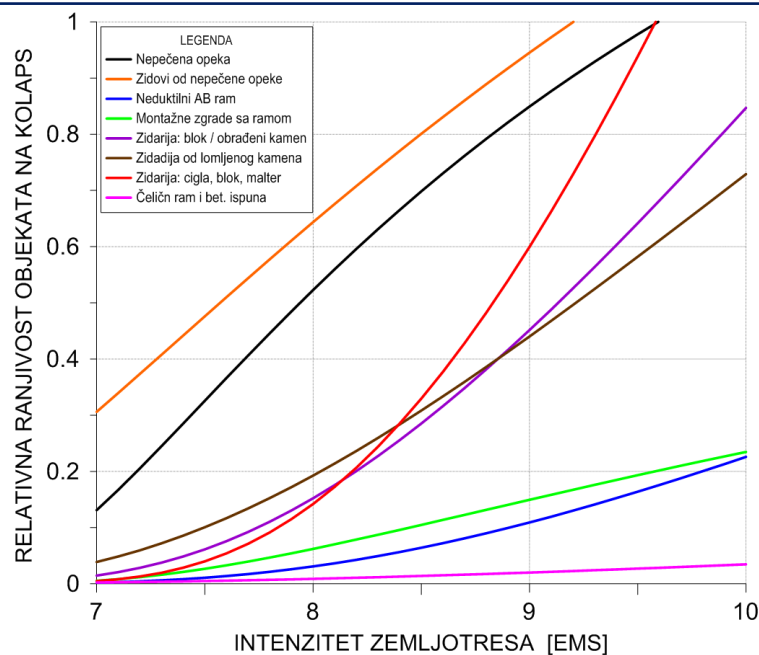
U cilju što objektivnije procjene povredljivosti građevinskih objekata kroz njihovu sklonost na kolaps u uslovima dejstva zemljotresa, pored razvijanja prethodne metode, bazirane na ekspertizi stručnjaka, u okviru projekta WHE-PAGER (Prompt Assessment of Global Earthquakes for Response - PAGER) kroz 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 et al. 2011) 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:

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

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 XXXIX za grupu objekata određenog konstruktivnog tipa. U ovoj tabeli su takođe prikazani indeksi ranjivosti za sve navedene tipove objekata u slučaju dejstva zemljotresa sa intenzitetom u intervalu parametra S između 7 i 10 EMS stepeni, sračunati na osnovu gornje relacije, dok je na slici 2.48 prikazana funkcija 6 u grafičkom za sve tipove konstrukcija (koristeći koeficijente relacije iz Tabele XXXIX) u zavisnosti od intenziteta zemljotresa.

Tabela XXXIX. Koeficijenti relacije (6) CR_j i odgovarajuće vrijednosti ranjivost objekata na kolaps (%) (Jaiswal and Wald, 2008).

Tip konstrukcije	A	B	C	Ranjivost objekata na kolaps (%)			
				VII EMS98	VIII EMS98	IX EMS98	X EMS98
Objekti od nepečene opeke	2.33	-1.35	5.92	13.1	52.3	84.9	100
Objekti sa zidovima od nepečene opeke	3.16	-2.17	4.86	30.6	64.4	94.5	100
Zgrade sa neduktilnim betonskim ramom	3.40	-5.57	5.27	0.2	3.1	10.9	22.6
Montažne zgrade sa ramom	0.96	-2.52	5.88	0.5	6.2	14.9	23.5
Zgrade zidane blokom ili obrađenim kamenom	8.89	-4.84	5.26	1.5	15.2	45.2	84.7
Zgrade zidane lomljenim kamenom	5.85	-4.64	4.87	3.9	19.2	44.0	72.9
Zgrade zidane ciglom / blokom, sa malterom	21.02	-5.36	5.53	0.5	14.2	60.0	100
Zgrade sa čeličnim ramom i betonskom ispunom	0.53	-7.11	4.00	0.2	0.9	2.0	3.5



Slika 2.48. Grafička prezentacija funkcija ranjivosti na kolaps objekata različitih tipova konstrukcija (relacija 6 i Tabela XXXIX) u zavisnosti od intenziteta zemljotresa.

Iako tipologija konstrukcije po metodi PAGER, prikazana u tabeli XXXIX i na slici 48 samo djelimično odgovara pretežnom tipu objekata na području opštine Bar, ipak se može (na približnom nivou) uspostaviti korelacija kategorizacije objekata iz ove tabele sa tipologijom objekata na tom području, koji je utvrđen u okviru projekta NERA, 2014 (tabela VI). Ovaj postupak bi rezultiralo sadržajem tabele XL, sa procentualnim (u odnosu na ukupan fond zgrada) i apsolutnim brojem potencijalno srušenih objekata koji bi bili izloženih dejstvu najnepovoljnijeg scenario zemljotresa zemljotresa na teritoriji opštine Bar.

Tabela XL. Relativan broj potencijalno degradiranih stanova (u odnosu na ukupan fond) na teritoriji opštine Bar u najnepovoljnijem seizmičkom scenariju po metodi “PAGER”.

Vrsta konstrukcije	Relativan broj objekata u klasi (%)	Relativan broj teško oštećenih stanova od ukupnog fonda (%)			
		VII [EMS]	VIII [EMS]	IX [EMS]	X [EMS]
Zidana od kamena ili cigle	21.0	0.03	3.00	6.5	14.30
Zidana sa AB ojačanjem	20.5	0.04	0.06	2.6	5.31
Sa AB ramom	19.5	0.04	0.06	2.1	4.41
Sa AB zidovima	34.0	0.07	0.11	3.8	8.14
Ostalo (sa AB ramom i seizmičkom zaštitom, drveni objekti, čelične konstrukcije)	5.0	0.01	0.05	0.10	0.18
Ukupno (%)	100	0.19	3.28	15.1	32.34
Ukupan broj teško oštećenih stanova		0	468	1.494	2.878
Ukupno teško oštećenih stanova u cijeloj opštini Bar		4.840			

Dakle, primjena metode PAGER je rezultirala sa ukupno potencijalno teško oštećenih 4.879 stanova u najnepovoljnijem scenario zemljotresu, što čini 14.5 % od ukupnog stambenog fonda u opštini Bar.

e) Metoda „Kappos“

Na osnovu detaljnih istraživanja oštećenja objekata prouzrokovanih brojnim razornim zemljotresa 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 Bar, kao i u cijeloj Crnoj Gori (NERA, 2014, Pavićević 2000) iz tabele XXXIX ili slike 48 kao reprezentativne vrijednosti parametara D_C i D_P iz gornje relacije možemo u okvirima tačnosti podataka i pouzdanosti metodologije procjene, prihvatiti srednje vrijednosti indeksa ranjivosti na kolaps raspoloživih korespondentnih tipova konstrukcije.

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 Bar, uz korišćenje podatka o prosječnom odnosu broja objekata (a time i broja stanova u njima) niskogradnje (do 5 spratova) i visokogradnje (preko 5 spratova) prema podacima projekta NERA (2014), u iznosu od 60:40. Rezultati ovog proračuna za objekte niske i visoke spratnosti saglasno odgovarajućoj distribuciji intenziteta u najnepovoljnijem scenariju zemljotresa (slika 34) prikazani u Tabeli XLI.

Tabela XLI. Procijenjeni stepen oštećenja stanova u objektima niske i visoke spratnosti za objekte pretežno zidane i AB konstrukcije koji će potencijalno pretrpjeti oštećenja u najnepovoljnijem scenario zemljotresu, u zavisnosti od njegovog intenziteta (Kappos et al., 1998).

Spratnost objekata	Obim teško oštećenih stanova u Opštini			
	VII EMS	VIII EMS	IX EMS	X EMS
Niska spratnost (do 5 spratova)	0	137	368	614
Sa 6 i više spratova	0	91	269	449
Ukupan broj stanova	0	228	637	1.063
Ukupno degradiranih stanova u Opštini	1.928			

Sračunati broj oštećenih i teško oštećenih objekata (odnosno stanova) primjenom metode „Kappos“ od **ukupno 1.928 stambenih jedinica** predstavlja **5.8 % od ukupnog stambenog fonda opštine Bar**.

f) ATC-21 metoda

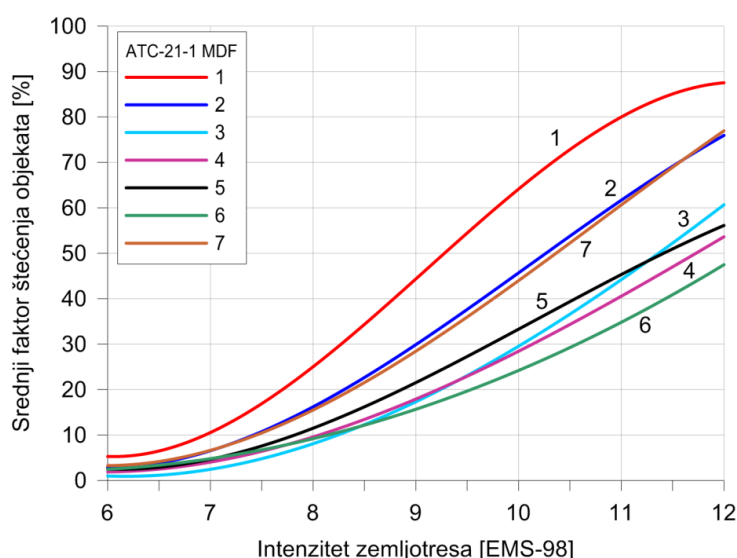
Metoda ATC-21 (ATC-21-1, 1989; Blanquera, 1999) detaljno razrađuje faktor oštećenja za različite klase objekata u funkciji intenziteta zemljotresa u rasponu VI – X stepeni EMS skale, kao što je prikazano u tabeli XLII.

Tabela XLII. ATC-21-1 skala srednjeg faktora oštećenja (MDF) objekata različite klase u opštini Bar, u funkciji intenziteta zemljotresa kojem bi potencijalno bili izloženi u najnepovoljnijem scenarju zemljotresu (Blanquera, 1999)

Klasa objekata	Spratnost	Intenzitet zemljotresa (MMI)			
		VII	VIII	IX	X
		Srednji faktor oštećenja (%)			
Sa drvenim ramom	Niska	4.8	6.0	13.2	25.2
Zidani, bez AB ojačanja nosećih zidova	Niska	12.0	24.0	43.0	67.0
Zidani, bez AB ojačanja sa nosećim ramom	Niska	7.0	16.0	30.0	46.0
Sa AB zidovima za bočno ukrućenje bez duktilnog rama	Niska	5.5	7.7	17.6	26.4
	Srednja	5.5	11.0	20.9	34.1
	Visoka	6.6	15.4	28.6	44.0
Zidana konstrukcija sa AB ramom, bez duktilnog rama	Niska	5.5	7.7	16.5	27.5
Konstrukcija sa čeličnim stubovima	Niska	4.4	6.6	13.2	19.8
	Srednja	5.5	8.8	15.4	24.2
Čelične konstrukcije	Niska	4.4	5.5	7.7	18.7
Objekti blok-montažne gradnje	Niska	6.5	16.9	26.0	39.0

ATC-21-1 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.

Na slici 2.49 je grafički predstavljeno četiri funkcije srednjeg faktora povredljivosti objekata niskogradnje (do 4 sprata) koje su razvijene po ATC-21-1 metodi, za četiri najčešće vrste konstrukcija niskogradnje na području opštine Bar, ali i u cijeloj Crnoj Gori (NERA, 2014, Tabela XLIII, Pavićević 2000), kao i za tri savremena tipa konstrukcija (objekti srednje i visoke spratnosti).



Slika 2.49. Funkcije srednjeg faktora oštećenja objekata niskogradnje po ATC-21-1 metodologiji, razvijene za: (1) zidane objekte sa nosećim zidovima bez AB ojačanja, (2) zidane objekte bez AB ojačanja, sa nosećim ramom, (3) zidane objekte sa AB ukrućenjem i (4) AB konstrukcije sa ukrućenjem, zatim za objekte srednje spratnosti: ojačane konstrukcije sa ukrućenjem (5) i čelični ukrućeni ram (6), kao i za visokogradnju sa konstrukcijama sa AB ojačanim zidovima bez otpornog momenta (7).

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 polinomom trećeg stepena, u vidu realcije:

$$MDF = \sum_{i=0}^3 a_i \cdot I^i \quad (9)$$

Pri čemu *MDF* označava srednji faktor oštećenja objekta za određenu klasu konstrukcija, *I* predstavlja intenzitet zemljotresa, izražen u EMS skali, dok su koeficijenti relacije (*a_i*) prikazani u tabeli XLIII zajedno sa tipovima konstrukcija za koje su ove relacije utvrđene. U toj tabeli je naveden i relativan broj objekata u određenoj klasi, dobijen na osnovu odgovarajuće korelacije tipologija konstrukcija u toj tabeli i tabeli XLII.

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

Relacija	Konstrukcija (niskogradnja)	Spratnost	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	Relativan broj objekata u klasi (%)
1	Zidana sa nosećim zidovima	Niska	412.54	-161.231	19.9393	-0.73004	21.0
2	Zidana sa nosećim ramom	Niska	212.26	-81.4089	9.66316	-0.31881	19.5
3	Zidana sa AB ukrućenjem	Niska	112.12	-39.7362	4.11641	-0.09686	34.0
4	AB konstrukcija sa ukrućenjem	Niska	93.88	-34.5313	3.80123	-0.10026	10.5
5	AB sa ojačanim zidovima za bočno ukrućenje	Srednja	169.48	-63.8174	7.46428	-0.24444	8.0
6	Čelični ukrućeni ram	Srednja	31.93	-11.1178	1.03452	0.0002	5.0
7	AB ojačani zidovi bez otpornog momenta	Visoka	181.34	-68.2567	7.89642	-0.24444	2.0

Primjenom definicije srednjeg faktora oštećenja objekata po metodi ATC-21 i odgovarajućih podataka u Tabeli XLIII za sve četiri tipične vrste konstrukcije karakteristične za područje opštine Bar, sračunat je relativni stepen oštećenja objekata, odnosno stanova na području cijele Opštine, u funkciji ukupnog maksimalnog intenziteta zemljotresa na lokaciji tih naselja (slika 44), kao što je prikazano u Tabeli XLIV.

Tabela XLIV. Potencijalna veličina relativnih šteta na stanovima naselja opštine Bar, u zavisnosti od tipa konstrukcije objekata, u primjeni metode "AC-21-1".

Naselje	Intenzitet [EMS]	Ukupan fond stanova	Broj teško oštećenih stanova		Naselje	Intenzitet [EMS]	Ukupan fond stanova	Broj teško oštećenih stanova	
			Konstrukcija					Konstrukcija	
			Zidana	AB				Zidana	AB
Tomba	X	519	129	37	Tomići		39	3	0
Polje		849	211	60	Donji Brčeli		44	3	0
Zaljevo		276	64	18	Brijege		20	2	0
Burtaiši		1.638	365	100	Tudjemili		38	3	0
Bjeliši		946	211	57	Sotonići		80	6	2
Mišići		771	162	43	Limljani		153	11	2
Djendjinovići		507	104	28	Dupilo		52	3	0

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

Zagradje		693	142	37	Gornja Briska		12	1	0
Zgrade		671	137	36	Tejani		37	3	0
Papani		298	61	16	Orahovo		26	2	0
Zankovići		552	112	30	Boljevići		155	11	2
Bartula		163	33	8	Kostanjica		95	6	2
Brca		1.017	202	53	Donja Briska		19	1	0
Zupci		89	16	4	Livari		48	3	0
Sutomore	IX	2.297	404	102	Popratnice	9	0	0	
Čeluga		613	106	26	Martići	125	8	2	
Miljevci		619	84	20	Pinčići	19	1	0	
Šušanj		2.553	345	82	Godinje	61	3	0	
Stari Bar		611	82	19	Braceni	7	0	0	
Sustaš		230	29	7	Mali Ostros	84	5	1	
Djurmani		643	79	19	Veliki Ostros	147	9	2	
Podi		56	7	2	Virpazar	122	8	2	
Kunje		2.180	256	60	Gurza	3	0	0	
Mala Gorana		VIII	4	0	0	Bobovište	88	5	1
Velja Gorana			128	14	4	Gornji Murići	18	1	0
Pečurice			2.442	266	61	Grdovići	57	3	0
Dobra Voda			1.409	151	34	Dedići	0	0	0
Pelinkovići			53	5	2	Arbneš	152	9	2
Velje Selo	81		8	2	Trново	21	1	0	
Dabezići	77		8	2	Krusevica	20	1	0	
Bar (grad)	7.284		703	158	Lukici	0	0	0	
Sozina	0		0	0	Bes	54	3	0	
Velembusi	376		32	7	Komarno	31	2	0	
Veliki Mikulići	0		0	0	Seoca	115	6	2	
Gluhi do	178		14	3	Donji Murići	86	5	1	
Gornji Brčeli	52		5	0	Djuravci	6	0	0	
Mali Mikulici	0		0	0	Karanikići	0	0	0	
Bukovik	81		6	2	Marstijepovići	7	0	0	
Utrg	57		5	1	Dracevica	0	0	0	
Macuge	24		2	0	Ckla	52	3	0	
Otočići	80	6	2	Krnjice	38	2	0		
Ukupno							33.257	4699	1163

Kao što se vidi iz Tabele XLIV, primjenom metode "ATC-21-1", u uslovima realizacije najnepovoljnijeg zemljotresnog scenarija, može se očekivati ukupan broj oštećenih stanova (u zidanim objektima i objektima sa AB konstrukcijom) od **7.163 teško oštećena stana**, što čini **17.6 % od ukupnog stambenog fonda** sa takvom tipologijom konstrukcije.

2.5.3. 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.

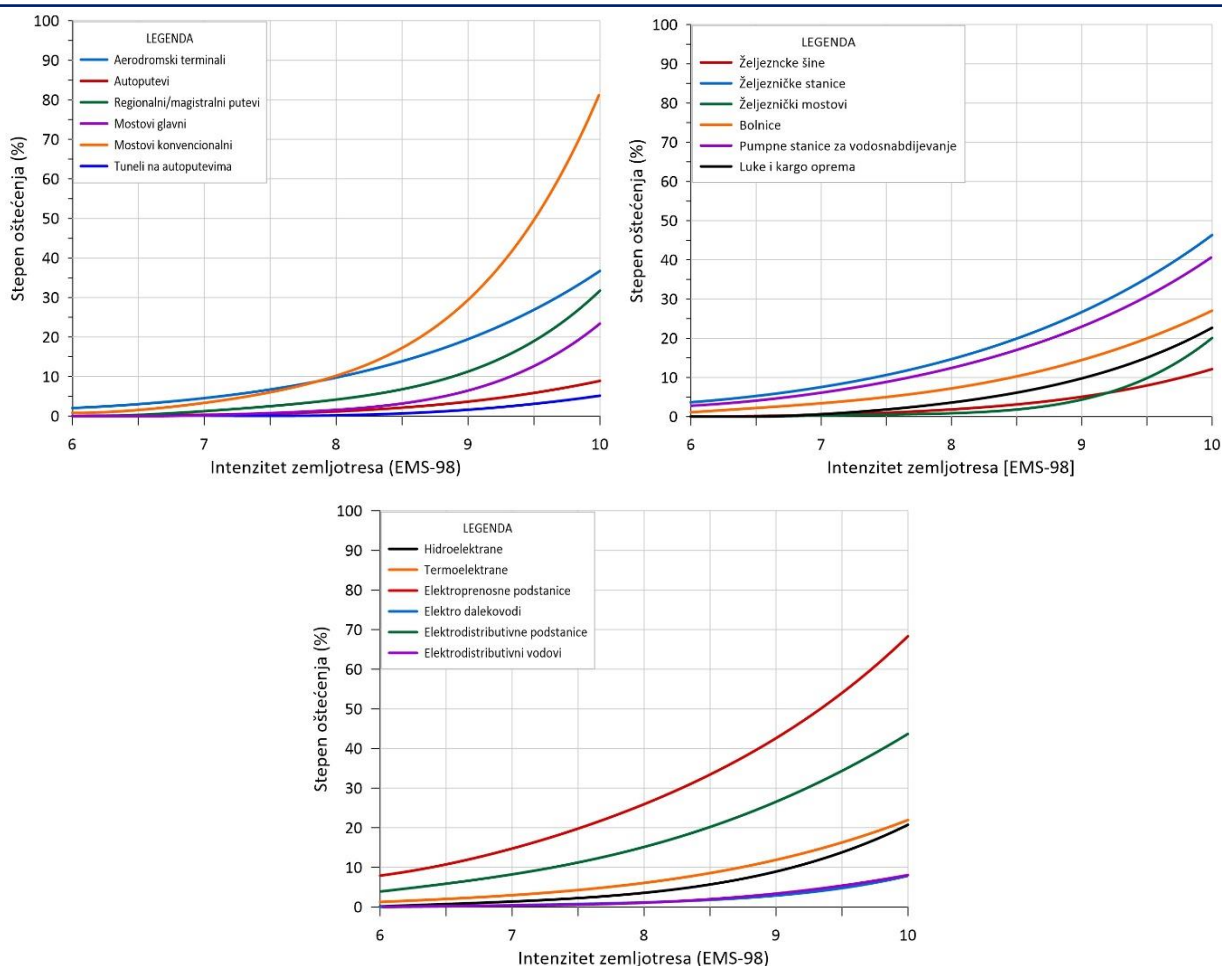
Radi postizanja tog cilja, kao što je već ranije djelimično naglašeno, da bi se procijenile potencijalne štete na infrastrukturnim elementima i naknadni ekonomski gubitci za dati scenarij zemljotresa, sve seizmički ugrožene države, odnosno regioni sa visokim nivoom seizmičkog hazarda, moraju realizovati 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 - najbližim uslovima korišćenim u tim istraživanjima.

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 Bar.



Slika 2.50. 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 18 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 infrastrukturnih sistema su prikazani u grafičkoj formi na slici 2.50, dok su rezultati regresije relacijom (10), u obliku koeficijenata regresije za svaki infrastrukturni sistem/element, prikazani u Tabeli XLV.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

Tabela XLV. 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
Željezničke stanice	95.9353	-53.205	11.281	-1.1049	0.04593
Željeznički 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
Luke i oprema za pretovar (kargo)	339.909	-180.275	35.985	-3.2391	0.11261

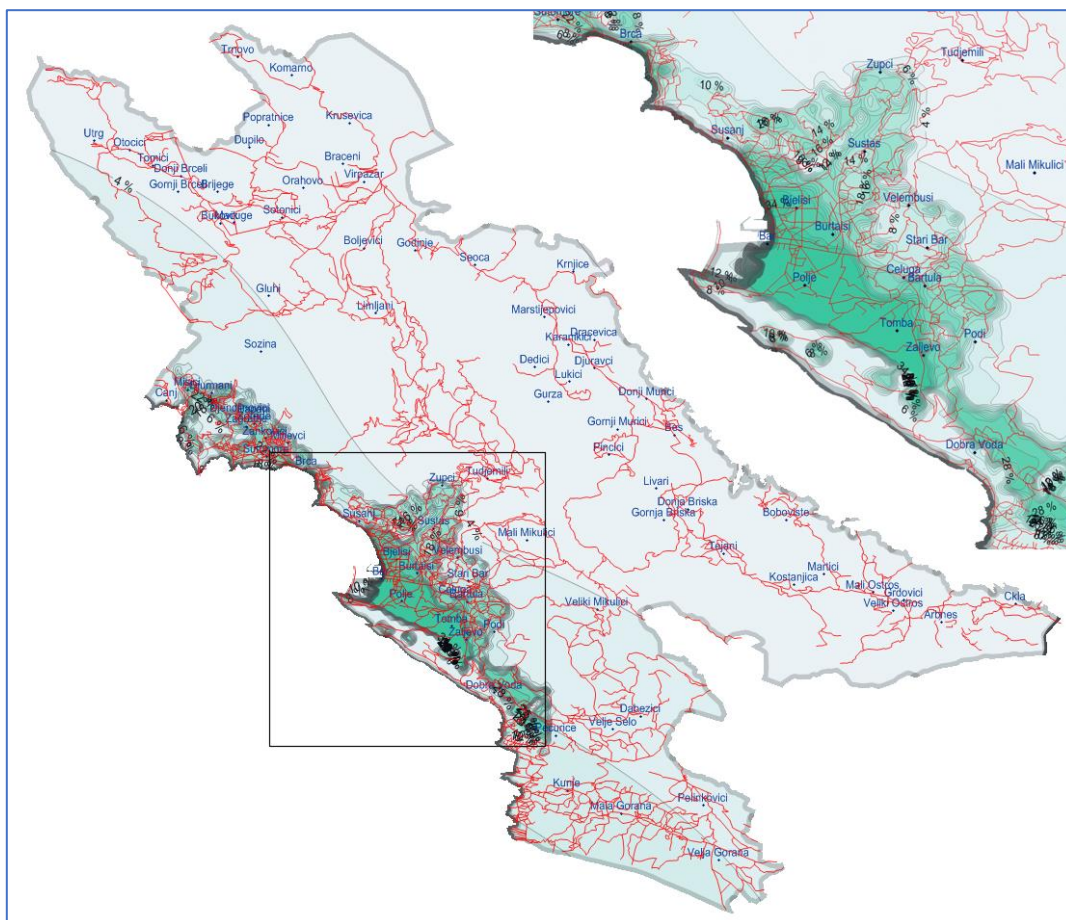
Na osnovu ovih rezultata, za teritoriju opštine Bar je izveden proračun za četiri zone seizmičkog intenziteta u slučaju događanja najnepovoljnijeg scenarior zemljotresa, obuhvatajući njen urbani dio, kao i ruralne djelove. Ovi rezultati su prikazani u Tabeli XLVI, pri čemu su iz grupe svih infrastrukturnih sistema/elementa iz Tabele XLV izostavljeni infrastrukturni sistemi koji ne postoje na teritoriji ove opštine.

Tabela XLVI. Relativan obim potencijalnog oštećenja infrastrukturnih elemenata na teritoriji opštine Bar, za različite stepene seizmičkog intenziteta u slučaju realizacije najnepovoljnijeg scenarior zemljotresa. Elininisane su infrastrukturne komponente iz Tabele XLV koje ne postoje na teritoriji Opštine.

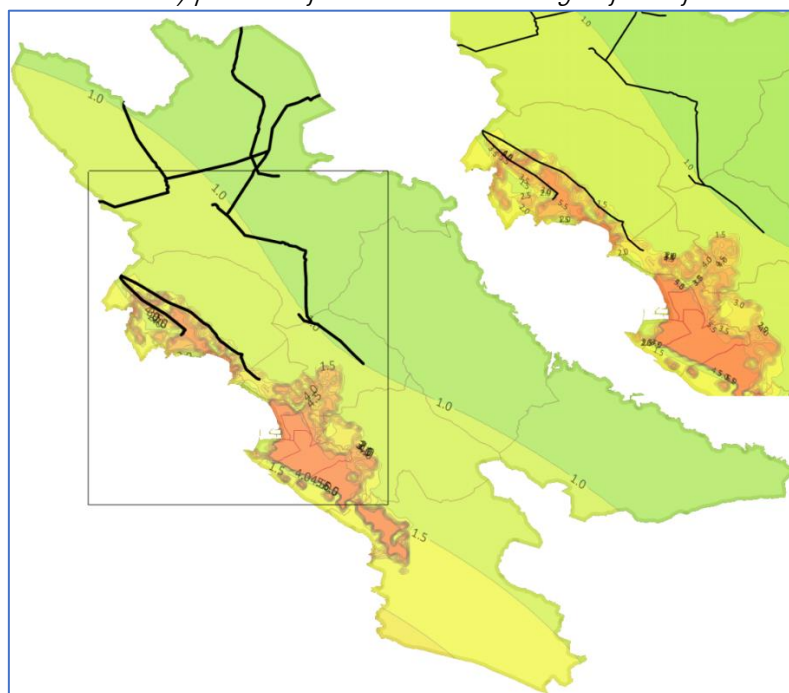
Infrastrukturne komponente	Relativni stepen šteta (%)			
	Intenzitet zemljotresa (EMS-98)			
	VII	VIII	IX	X
Regionalni/magistralni putevi	1.28	4.10	11.34	31.53
Mostovi glavni	0.25	1.58	6.46	23.41
Mostovi konvencionalni	3.36	10.20	29.39	81.79
Željezncke šine	0.49	1.84	5.07	12.13
Objekti željezničkih stanica	7.55	14.67	26.68	46.32
Željeznički mostovi	0.28	0.86	4.35	20.06
Bolnice	3.42	7.21	14.44	27.04
Pumpne stanice za vodosnabdijevanje	6.11	12.42	22.97	40.77
Elektroprenosne podstanice	14.75	25.94	42.60	68.35
Električni dalekovodi	0.44	1.16	2.89	7.86
Elektrodistributivne podstanice	8.23	15.15	26.56	43.69
Elektrodistributivni vodovi	0.36	1.08	3.38	8.06
Luke i kargo oprema	0.63	3.60	9.77	22.68

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

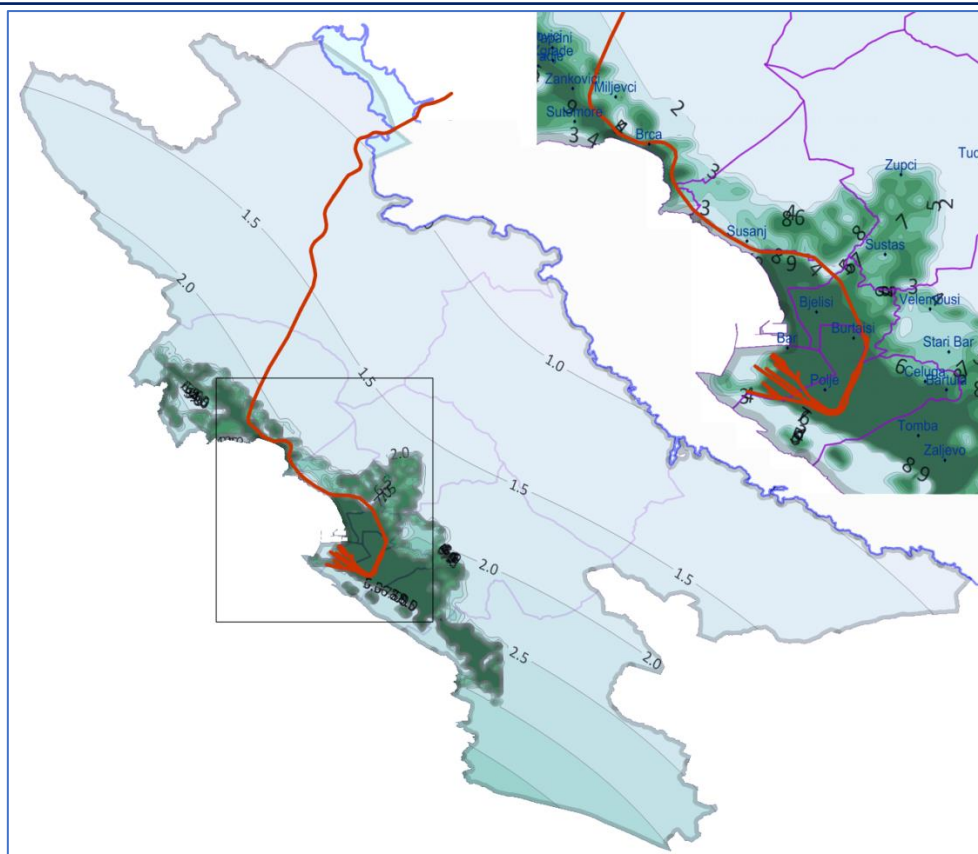
Na slici 2.51 je prikazana distribucija mreže regionalnih i lokalnih puteva na području opštine Bar - na karti ukupnih intenziteta zemljotresa (EMS skala intenziteta) u slučaju realizacije najnepovoljnijeg zemljotresnog scenarija (na rasjedu R1).



Slika 2.51. Stepen potencijalnih šteta (izražen u %) na mreži regionalnih i magistralnih puteva (crvene linije) u opštini Bar u slučaju realizacije najnepovoljnijeg zemljotresnog scenarija (na rasjedu R1). Urbana zona grada Bara i okoline (označena crnim kvadratom) prikazana je uvećano u desnom gornjem dijelu slike.



Slika 2.52. Očekivani stepen oštećenja mreže prenosnih električnih vodova na području opštine Bar (u %) u slučaju događanja najnepovoljnijeg scenario zemljotresa za ovu opštinu.



Slika 2.53. Stepen očekivanih oštećenja (ozražen u procentima) za željezničku infrastrukturu izraženu položajem željezničkih šina. Na uvećanom kvadratu u desnom gornjem uglu, prikazan je najugroženiji dio, gdje potencijalne štete dostižu 9 % ukupne vrijednosti i tehničke ispravnosti ovog elementa željezničkog infrastrukturnog sistema.

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):

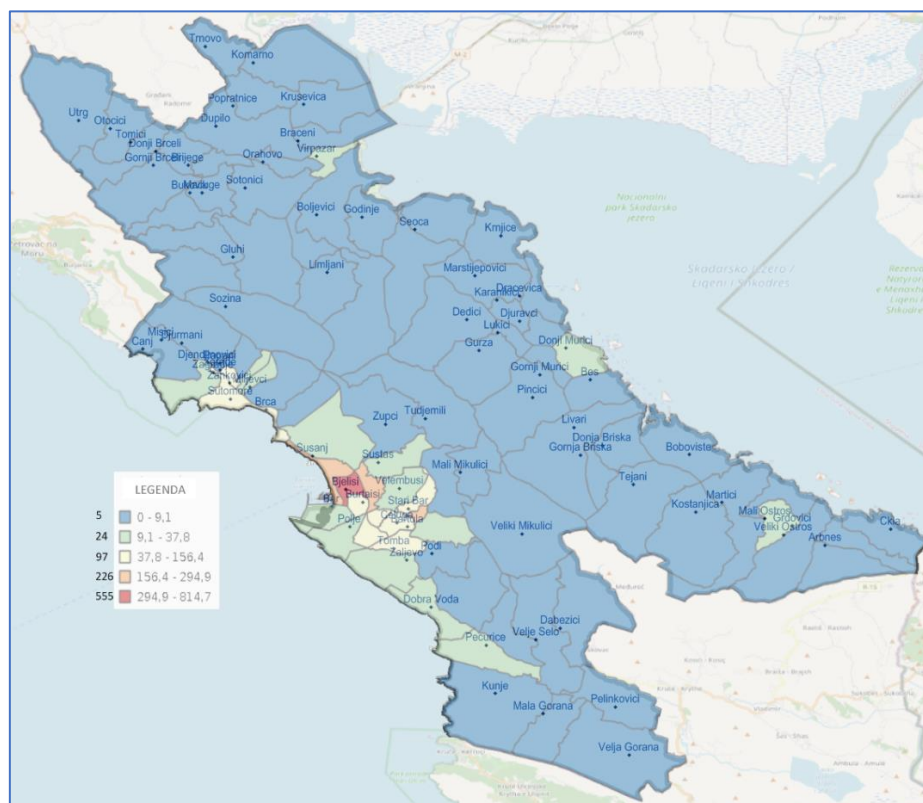
1. Mjere za smanjenje šteta, uz poboljšanje pouzdanosti njihovog funkcionisanja, pretpostavljaju:
 - Ojačanje zgrada, učvršćivanje ranjive opreme ili izvođenje drugih korektivnih mera za naknadnu ugradnju, u cilju ublažavanja dejstva zemljotresa;
 - Konsolidovanje tla ispod konstrukcije ili postavljanje 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 otklone 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.

2.5.5 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 međusobno povezani (World Bank, 1995).



Slika 2.54. Gustina stanovništva po naseljima opštine Bar. Legenda na slici sadrži raspon gustine u funkciji boje kojom je predstavljena na slici, kao i prosječnu vrijednost, koja je korišćena u proračunu.

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 :

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

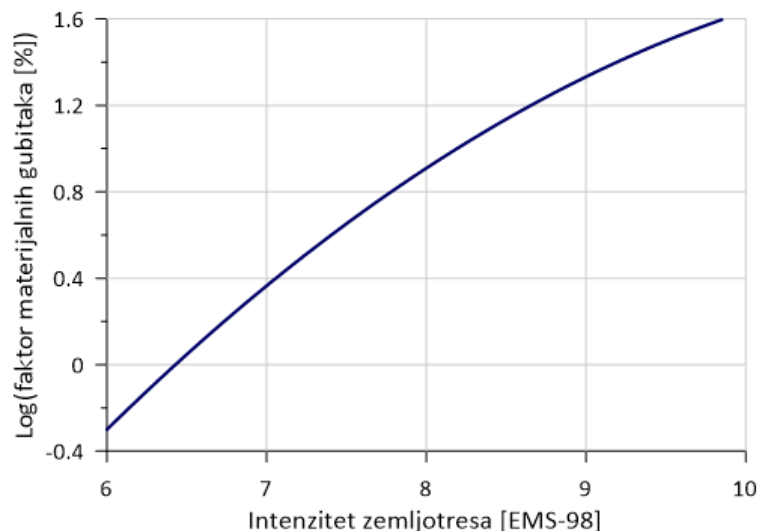
pri čemu $Br.stanovnika(region)$ označava ukupan broj stanovnika regiona izloženog zemljotresu, a $Br.stanovnika(nacija)$ – ukupan broj stanovnika u državi.

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

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

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 55, 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 2.55. Grafička prezentacija faktora potencijalno realizovanih materijalnih gubitaka $f(I_j)$ u regionu pri dejstvu zemljotresa određenog intenziteta, kao efekat prirodnog hazarda (Chen et al., 1997).

Za slučaj opštine Bar, prosječan godišnji budžet tokom prethodne četiri godine iznosio oko 23.2 miliona eura (MONSTAT, 2021). Uzimajući u obzir prosječan bruto nacionalni dohodak za cijelu 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 VII i X stepeni EMS (zavisno od položaja naselja u odnosu na epicentar) u **obimu od 437.65 miliona eura**, što predstavlja oko 19 puta veći potencijalni gubitak od prosječnog godišnjeg budžeta ove opštine (Tabela XLVII).

Tabela XLVII. Potencijalni materijalni gubitak na području opštine Bar, u slučaju događanja najnepovoljnijeg scenario zemljotresa.

Izložena zona Intenzitet (EMS)	Materijalni gubitak (miliona Eura)
VII	0.14
VIII	65.69
IX	96.68
X	275.14
UKUPNO	437.65

2.5.6. 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 historiji, 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.

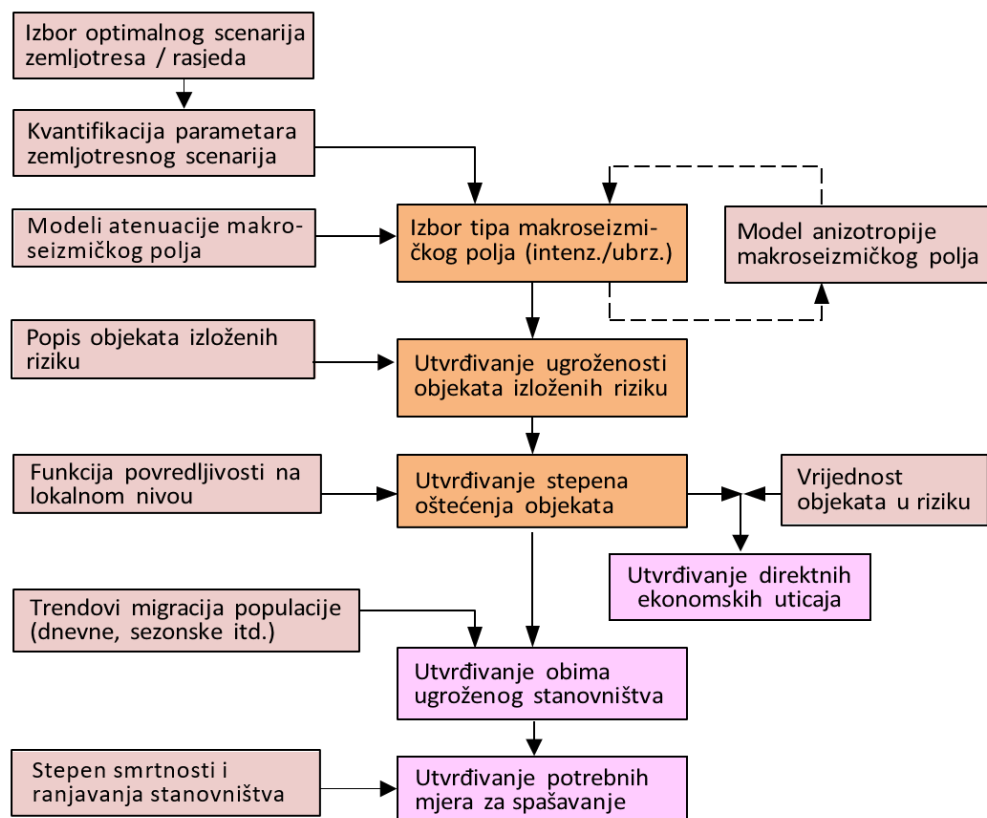
Analiza rezultata proračuna stepena gubitaka od zemljotresa u korišćenjem različitih sistema koji koriste simulacione modele, pokazala je da njihova pouzdanost u velikoj mjeri zavisi od većeg broja faktora, od kojih su posebno značajni sledeći (na primjer: Frolova et al., 2016, Molina et al., 2009, Trendafiloski 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;
- Stepenu pouzdanosti empirijskih atenuacionih relacija maksimalnog horizontalnog ubrzanja i intenziteta zemljotresa u regionu;
- Stepenu 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 procesa evaluacije očekivanog stepena gubitaka u dejstvu razornih zemljotresa i plastično se sumirati kao na šemi prikazanoj na slici 56, 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 Bar, 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.



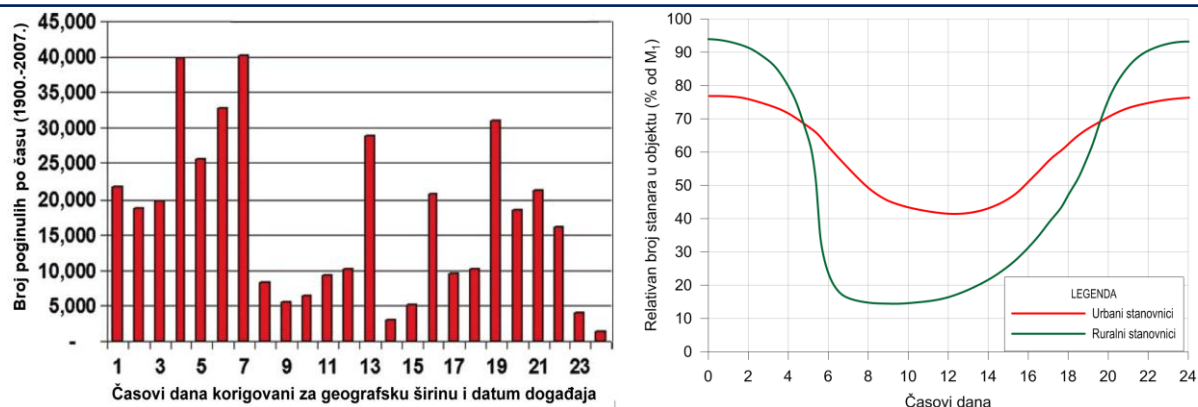
Slika 2.56. Algoritam osnovnih koraka u procesu utvrđivanja stepena gubitaka u zemljotresu.

U aktuelnim uslovima raspoloživosti relevantnih podataka za područje opštine Bar, 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 izloženi raspoloživi relevantni podaci za primjenu metoda proračuna potencijalnih žrtava u najnepovoljnijem scenariju zemljotresu za opštinu Bar, zatim kratko diskutovani principi primijenjenih metoda, kao i sračunati odgovarajuće vrijednosti obima potencijalnih žrtava u najnepovoljnijem scenario zemljotresu za ovu opštinu.

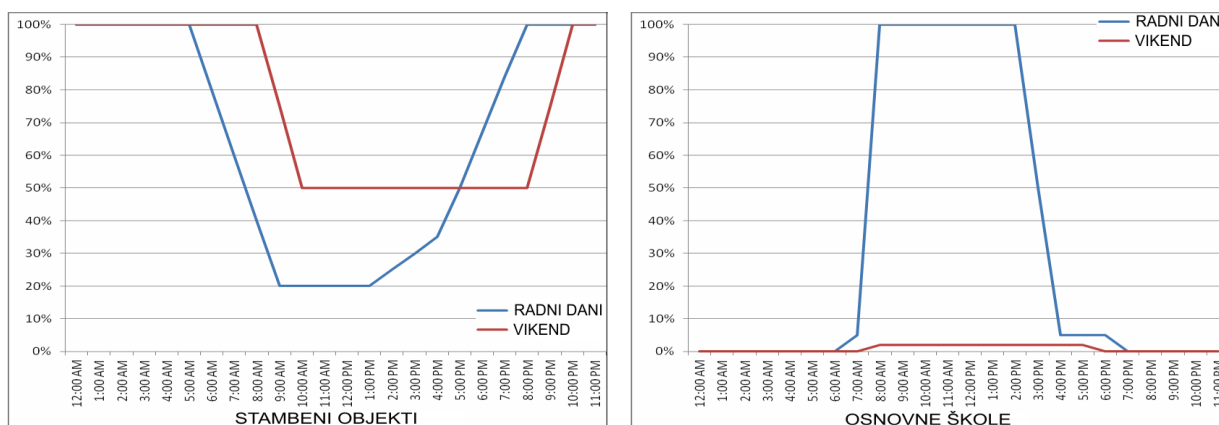
a) Parametri za proračun potencijalnog broja žrtava u najnepovoljnijem scenario zemljotresu za teritoriju opštine Bar

Za procjenu potencijalno najvećeg katastrofalnog efekta zemljotresa na stanovništvo, što je zahtjev najnepovoljnijeg scenario 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 57) 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.



Slika 2.57. Ukupan broj poginulih lica na sjevernoj hemisferi (lijevo), izražen po časovima dana lokalnog vremena, korigovani za dužinu dana i geografsku širinu podataka za period 1900. – 2007. godina (Scawthorn, 2011) i rezultati nezavisnog istraživanja relativnog broja stanovara unutar objekata u toku dana u odnosu na njihov ukupan broj – desno (Coburn and Spence 2002, Coburn et al., 1992).

FEMA (2018) na osnovu istraživanja na teritoriji SAD, navodi simplifikovane dijagrame za više tipova objekata u kojima tokom dana boravi više lica - kao što su poslovni objekti, stambeni objekti, objekti obrazovanja (škole, fakulteti) itd. Na slici 2.58 navedeni su primjeri za stambene objekte i za osnovne škole.



Slika 2.58. Primjer simplifikovanih dijagrama procentualnog broja lica (u odnosu na ukupan posmatrani broj) koji je prisutan u tipičnim stambenim objektima (lijevo) i objektima osnovnih škola (desno) tokom radnih dana i u dane vikenda - na osnovu istraživanja u SAD (FEMA, 2018).

Glavni zemljotres iz 1979. godine na crnogorskom primorju (rezultujući sa ukupno 135 žrtava) je po vremenu događanja bio smješten intervala koji su naznačeni kao najnepovoljniji na slikama 2.57 i 2.58 (to je bila nedjelja, u 07h19m40s po lokalnom vremenu).

Kao što je utvrđeno u prethodnom dijelu teksta, za područje opštine Bar, potencijalno najnepovoljniji od četiri izabrana seizmička scenarija (slika 2.20) je scenario koji bi generisao zemljotres sa magnitudom Mw 6.9 na rasjedu koji pripada sistemu ruptura u podmorju Cne Gore, sa geodinamičkim potencijalom koji može ostvariti maksimalni intenzitet zemljotresa na teritoriji opštine Bar između VII stepeni EMS skale intenziteta na području naselja sjevernog i sjeveroistočnog dijela Opštine, preko VIII i IX stepeni na urbanom području Grada, do X stepeni EMS skale u reonu gradskog naselja Bar, posebno u dijelu Opštine sa vrlo debelim naslagama pjeskovitih i glinovitih sedimenata koji se odlikuju svojstvom intenzivne amplifikacije seizmičkih talasa, odnosno dejstva zemljotresa (slika 2.38 i 2.39).

Na osnovu podataka Republičkog zavoda za statistiku Crne Gore, u periodu 2019. – 2022. godina (MONSTAT, 2022), broj ostvarenih noćenja, odnosno prisutva turista na teritoriji opštine Bar, u odnosu na ukupan broj turista

u tom periodu u Crnoj Gori, iznosio je 12.35, što za mjesec avgust, kao najposjećeniji period, čini **dnevno prisustvo turista od 11.664** na toj opštini, ili oko **27.5 %** od ukupnog domicilnog stanovništva. Dakle, u najnepovoljnijem periodu godine (mjesec avgust) ukupan broj domicilnog stanovništva i turista, na bazi ovih rezultata **iznosi 54.013 lica**.

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 VIII sa podacima o distribuciji stanovnika po zonama različitog stepena intenziteta u uslovima događanja najnepovoljnijeg scenario zemljotresa, lako se može sračunati da bi ukupno na teritoriji opštine Bar, u trenutku potencijalnog djelovanja najnepovoljnijeg scenario zemljotresa njegovom dejstvu bilo **izloženo 43.210 stanovnika i turista** (od ukupnog broja 42.349 domicilnog stanovništva i 11.664 turista u tom periodu) uz pretpostavku da je, saglasno prethodnoj diskusiji, u prosjeku izloženo oko 80 % ukupno prisutnih lica (domicilnog stanovništva i turista).

b) Metodologija “USGS” za procjenu potencijalnog broja žrtava u scenario zemljotresu

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 kataloškog 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 MMI²¹ 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:

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

²¹ 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 četiri izabrana seizmička scenarija (slika 2.23) je zemljotres sa magnitudom M_w 6.9 koji bi na području oštine Bar, u lokalnim uslovima tla, proizveo maksimalni intenzitet zemljotresa između VII i X stepeni EMS skale. U slučaju događanja zemljotresa u najnepovoljnijem periodu dana, u najposjećenijem periodu turističke sezone na području opštine (početkom avgusta mjeseca), kao što je već diskutovano ranije - katastrofalni efekat u vidu ukupnog broja smrtno stradalih lica, po metodi "USGS" bio potencijalno praćen sa **ukupno 504 smrtno stradala lica**. Potencijalan broj usmrćenih lica kod domicilnog stanovništva u naseljima opštine Bar (sa najmanje jednim poginulim licem) prikazan je u Tabeli XLVI za ta naselja.

Tabela XLVI. Procijenjeni broj žrtava kod domicilnog stanovništva u naseljima opštine Bar, primjenom metode USGS.

Naselje	Stanovnika	Intenzitet (EMS)	Potencijalno poginulih lica
Bar (grad)	13586	8.20	7
Bartula	351	9.69	7
Bjeliši	1729	9.98	34
Brca	274	9.65	5
Burtaiši	3830	9.99	76
Celuga	1484	9.31	6
Djendjinovići	357	9.73	7
Dobra Voda	1065	8.36	1
Djurmani	250	8.59	1
Kunje	424	8.52	2
Miljevci	344	8.79	1
Mišići	232	9.82	5
Papani	173	9.70	3
Podi	193	8.57	1
Polje	1892	10.36	38
StariBar	1867	8.76	8
Šušanj	2637	8.77	11
Sustaš	497	8.67	2
Sutomore	1992	9.34	8
Tomba	1199	10.37	24
Zagradje	369	9.73	7
Zaljevo	678	10.12	13
Zankovići	306	9.70	6
Zgrade	517	9.71	10
Zupci	137	9.42	1
UKUPNO	42.349	-	284

Imajući u vidu da, kako je ranije naglašeno, u periodu avgusta mjeseca, kao turistički najposjećenijeg, na teritorije opštine Bar svakodnevno boravi i 27.5 % turista u odnosu na ukupan broj domicilnog stanovništva, to proističe da bi **ukupan broj potencijano smrtno stradalih lica na teritoriji ove opštine iznosio 362** - u primjeni opisane metode "USGS" za analizu gubitaka u katastrofalnim zemljotresima.

c) Metoda "Samardjjeva i Badal"

Jedan od praktičnih modela procjene broja žrtava u snažnim zemljotresima razvili su Samardjjeva 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 XLVII.

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

Gustina populacije (stanovnika/km ²)	<i>a</i>	<i>b</i>
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 XLVII koja opisuje njene koeficijente, možemo (uz prihvatljivu toleranciju za neophodnu aproksimaciju) prikazati jedinstvenom analitičkom relacijom u obliku:

$$\log(N_k [D_i]) = M_w \cdot [0.2973 + 0.2880 \cdot \log(D_i)] - 3.186 \tag{16}$$

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 l , tako da će za slučaj zemljotresa sa maksimalnim intenzitetom IX stepeni EMS taj faktor iznositi:

$$W_l = \frac{1}{R_l^2 \sum_j \frac{1}{R_j^2}} \quad j = VII, VIII, IX, X \quad [EMS] \tag{17}$$

Parcijalni broj smrtno stradalih lica u zonama koje su obuhvatile pojedine izoseiste N_k^l se utvrđuje kao proizvod ovog faktora W_j sa prethodno utvrđenom vrijednošću $N_k(D_j)$:

$$N_k^l = W_l \cdot N_k(D_l) \tag{18}$$

Sabiranjem svih parcijalnih rezultata koji su utvrđeni za pojedine izoseiste, dobija se ukupan broj usmrćenih lica.

Najzad, po ovoj metodologiji (Christoskov and Samardjjeva, 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 (Glavatović, 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 $M_w=6.9$ na rasjedu R1 koji pripada sistemu tektonskih ruptura crnogorskog podmorja, u tabeli XLVIII su prikazani radijusi izoseista takvog zemljotresa u uslovima srednjeg tla, za interval intenziteta VI – X jedinica EMS skale, koji su sračunati po navedenoj formuli (21).

Tabela XLVIII. 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)	X	IX	VIII	VII	VI
Radius izoseiste (km)	12.1	17.7	32.2	65.4	136.4

Za slučaj razmatranja najnepovoljnijeg scenario zemljotresa za opštinu Bar u primjeni metode Samardjjeva i Badal i sadržaja Tabele III i Tabele XLVII, 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 XLIX.

Tabela XLIX. Potencijalni broj žrtava u naseljima na području opštine Bar primjenom metode „Samardjjeva i Badal“.

Naselje	Maksimalni intenzitet [EMS]	Broj stanovnika	Pogunulih lica	Ranjenih lica
Bar (grad)	8.20	13586	180	414
Bartula	9.69	351	22	51
Bjeliši	9.98	1729	718	1653
Brca	9.65	274	22	51
Burtaiši	9.99	3830	22	51
Čeluga	9.31	1484	28	64
Dobra Voda	8.36	1065	2	5
Donji Murići	7.48	101	3	7
Miljevci	8.79	344	2	5
Pečurice	8.39	579	2	5
Polje	10.36	1892	1	2
Stari Bar	8.76	1867	79	182
Šušanj	8.77	2637	47	108
Sustaš	8.67	497	2	5
Sutomore	9.34	1992	28	64
Tomba	10.37	1199	22	51
Velembusi	8.04	924	2	5
Veliki Ostros	7.60	342	2	5

Virpazar	7.60	282	2	5
Zagradje	9.73	369	1	2
Zaljevo	10.12	678	1	2
Zankovići	9.70	306	22	51
UKUPNO stradalo domicilnog stanovništva			1.210	2.788
Ukupno turista			333	767
UKUPNO stradalih lica			1.543	3.555

Dakle, primjenom metode „Samardjieva - Badal“ utvrđeno je da se u realizaciji prvog analiziranog seizmičkog scenarija (na tektonskom rasjedu R1) treba očekivati potencijalni broj žrtava domicilnog stanovništva u obimu od 2.9 % od ukupnog broja stanovnika, kao i ukupno 333 stradala turista.

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 (slika2. 59, izvodeći sledeću korelaciju:

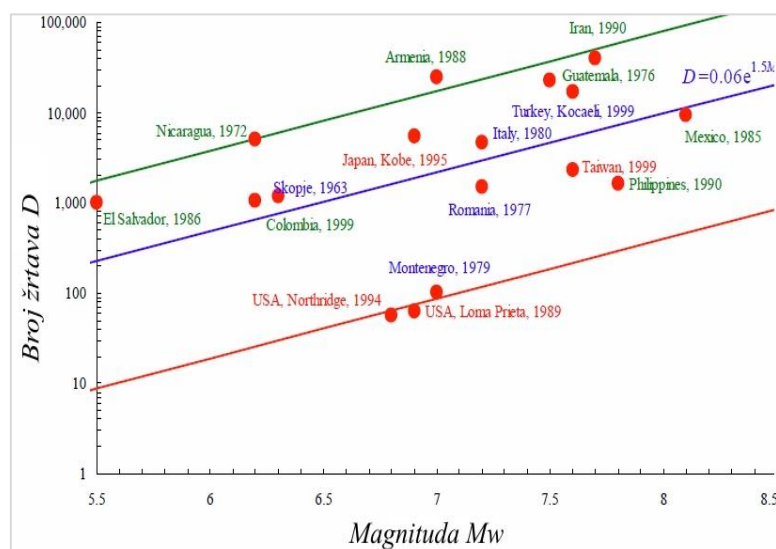
$$D = c \cdot e^{1.5 \cdot Mw} \tag{22}$$

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 59 sa podacima o gustini stanovništva predmetnih zemalja iz baze 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:

$$D = \psi \cdot c \cdot e^{1.5 \cdot Mw} \tag{23}$$

pri čemu faktor Ψ ima vrijednost $\Psi = 2.17E-06 \cdot Pop$, gdje Pop označava obim populacije izložene zemljotresu.

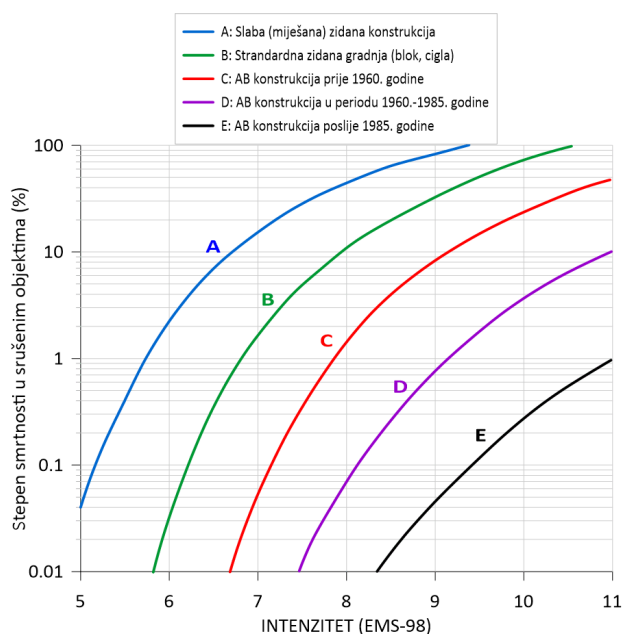


Slika 2.59. Broj ljudskih žrtava u najsnažnijim zemljotresima XX vijeka u svijetu.

Za slučaj utvrđenog najnepovoljnijeg scenarior zemljotresa za područje opštine Bar ($M_w=6.9$) u uslovima koji su definisani u tabelama XX i XXI, kao i na osnovu ranije izloženog podatka da je u najnepovoljnijem periodu godine (mjesec avgust), na teritoriji opštine Bar stacionirano ukupno 54.013 domicilnog stanovništva i turista (uz izloženost ukupno 80 % tog broja ljudi dejstvu najnepovoljnijeg scenarior zemljotresa), metoda "RISK-UE" (Oliveira et al. 2008) rezultira sa **ukupno 176 potencijalnih žrtava** na području cijele opštine Bar.

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 2.60.



Slika 2.60. 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 2.60), koji su prikazani u tabeli LI.

n – stepen regresionog polinoma.

Tabela LI. Koeficijenti polinomijalne regresije stepena smrtnosti u srušenim objektima klase V_j

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 Bar i distribucijom domicilnog stanovništva po seizmičkim zonama tog zemljotresa (*Tabela XXI*), uzimajući u obzir procentualno zastupljenost stambenih objekata po tipu konstrukcije iz tabela VI, možemo na osnovu gornjeg izraza sračunati potencijalan broj smrtno stradalih (domicilnih) lica po ovoj metodologiji koji je prikazan u Tabeli LII. Dakle, ukupan broj potencijalno smrtno stradalih domicilnih lica u tom slučaju bi **iznosio 993** u svim naseljima Opštine, što čini 2.3 % ukupnog stanovništva.

Tabela LII. Rezultati primjene metode Tiedemann u slučaju najnepovoljnijeg zemljotresnog scenarija na području opštine Bar, u vidu broja rezultujućih potencijalnih žrtava po zonama različitog intenziteta u najnepovoljnijem scenariju.

Zona EMS98	Broj stanovnika	Potencijaln broj usmrćeni lica
VII	211	0
VIII	20.406	157
IX	9.825	378
X	11.907	458
UKUPNO – domicilnog stanovništva		993
Ukupno turista		273
UKUPNO		1.266

Procijenjenom broju usmrćenih domicilnih stanovnika treba dodati i 273 potencijalne žrtve među turistima, saglasno prosjeku njihovog prisustva tokom mjeseca avgusta u ovoj opštini, što čini **ukupno 1.266 smrtno stradala lica** u ovom scenariju, u slučaju primjene metode “Tiedemann” .

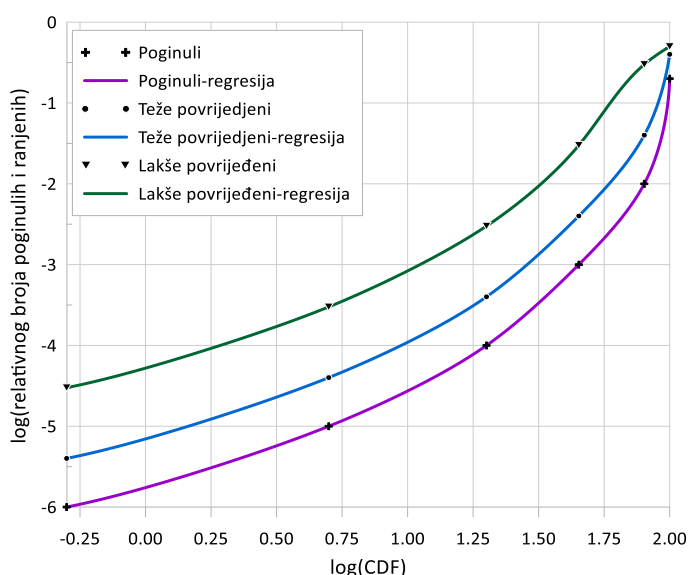
f) „ATC-13“ metodologija

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 LIII. Ovi podaci su grafički predstavljeni dijagramima na slici 66 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 LIII. Podaci o faktoru oštećenja objekata (DF), srednjem faktoru oštećenja (CDF), indeksu blaže i teže povrijeđenih lica i broju smrtno stradalih (ATC 1985).

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 2.61. 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 metodoilogiji 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 broj poginulih, N_{POP} ukupan broj lica izloženih zemljotresu, a CDF srednji faktor oštećenja objekata.

Po ovoj metodoilogiji za stepen oštećenja objekata sa aktuelnim dominantim konstruktivnim karakteristikama za područje Bara, kao i za cijelu Crnu Goru (NERA, 2014, Pavićević, 2000) može se iz gornjeg izraza i slike 61, utvrditi potencijalan broj nastradalih lica u sličnom budućem zemljotresu.

Pri tome, na osnovu distribucije domicilnog stanovništva po seizmičkim zonama u uslovima realizacije predmetnog, najnepovoljnijeg seizmičkog scenarija (Tabela XXI), uz kombinovanje podataka iz tabela XXXII, XXXIV i XXXVI sa klasifikacijom oštećenja na zidanim i AB konstrukcijama, moguće je izvesti proračun potencijalnog broja žrtava po ovoj metodi ATC-13. Rezultati proračuna, uz navedene usvojene pretpostavke, prikazani su u Tabeli LIV – za domicilno stanovništvo izloženo scenariju zemljotresu, kao i za očekivani obim turista u vrijeme takvog događaja kao što je ranije iznijeto (27.5 % od broja domicilnog stanovništva).

Tabela LIV. Sračunati potencijalni broj usmrćenih i ranjenih lica u najnepovoljnijem scenariju zemljotresa u opštini Bar, po ATC-13 metodi.

Intenzitet (EMS)	CDF	Smrtno stradali	Teško ranjeni	Lakše ranjeni
VII	5	0	0	0
VIII	20	1	3	22
IX	45	5	19	141
X	80	218	871	6.533
UKUPNO – domicilni		224	893	6.696
UKUPNO – turisti		62	246	1.841
UKUPNO		286	1.139	8.537

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 LV).

Pristup projekta HAZUS99 izražava stope žrtava u zatvorenom i na otvorenom – preko stepena konstruktivnih oštećenja objekata specifične tipologije i stepena konstruktivnog oštećenja.

Tabela LV. 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 Bar, bilo je neophodno koristiti procijenjene srednje vrijednosti očekivane vjerovatnoće kolapsa objekata u funkciji stepena intenziteta zemljotresa (tabela XXXVI) izvedene prema skali intenziteta EMS (Jaiswal et al., 2011), kao i sadržaj tabele LV sa faktorom oštećenja objekata u slučaju dejstva zemljotresa u rasponu od VII do X stepeni EMS skale intenziteta na teritoriji cijele opštine Bar.

Na osnovu opisanog modela metode „HAZUS“, odnosno korišćenjem faktora potencijalnih povreda ljudi u objektima različite tipologije HAZUS99 (1999) koji su prikazani u tabeli LV u navedenim uslovima najnepovoljnijeg scenarior zemljotresu, može se sračunati destruktivni efekat takvog potencijalnog zemljotresa, primjenom kriterijuma za slučaj: „srednjeg oštećenja“ za intenzitet od VII stepeni, zatim zatim „jakog oštećenja“ za dejstvo zemljotresa sa intenzitetom od VIII stepeni, „teškog oštećenja objekta bez kolapsa“ – za intenzitet od IX stepeni EMS skale i „kompletnog oštećenja uz kolaps“ objekata za intenzitet X stepeni EMS skale.

Najzad, u analizi potencijalno destruktivnih efekata takvog zemljotresa, potrebno je primijeniti koeficijente izloženosti stanovništva u najnepovoljnijim uslovima (slika 38) za urbano i ruralno područje, kao i odnos relativnog broja zidanih i AB konstrukcija tipičnih za Crnu Goru (Tabela XXXVII).

Primjena opisanog metodološkog postupka procjene broja žrtava kod domicilnog stanovništva, u slučaju realizacije najnepovoljnijeg scenarior zemljotresa za opštinu Bar, rezultirao je podacima navedenim u Tabeli LVI, sa **ukupno 501 potencijalno smrtno stradalih lica, 400 životno ugroženih i 7.800 teže i lakše ranjenih** (domicilnih) građana.

Tabela LVI. Rezultat proračuna potencijalnog broja usmrćenih i ranjenih lica u najnepovoljnijem scenariju zemljotresa u opštini Bar, po "HAZUS" metodi.

Tip konstrukcije	Stepen ugroženosti stanovništva	Zona intenziteta zemljotresa(EMS)				UKUPNO poginulo	UKUPNO ranjeno
		VII	VIII	IX	X		
Zidane zgrade	Pogunulo	0	14	7	40	61	4.599
	Životno ugroženo	0	14	66	200		
	Hospitalizovano	14	1.371	66	800		
	Lakše povrijeđeno	1	137	330	1.600		
AB konstrukcije	Pogunulo	0	7	33	400	440	3.601
	Životno ugroženo	0	7	33	200		
	Hospitalizovano	7	686	33	800		
	Lakše povrijeđeno	1	69	165	1.600		
UKUPNO – domicilno stanovništvo						501	8.200
UKUPNO – turisti						138	2.255
UKUPNO						639	10.455

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 VIII o ukupnom broju objekata na urbanom i ruralnom dijelu opštine Bar,

zatim Tabelu XL sa relativnim brojem srušenih objekata u klasi u funkciji intenziteta zemljotresa, kao i Tabelu XXXVIII sa vjerovatnoćom na kolaps u slučaju realizacije nekog zemljotresnog scenarija u opštini Bar (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_1 do M_5 mogu se koristiti za procjenu efekata takvih predviđanja stepena gubitaka ljudske populacije u postojećem građevinskom fondu.

Parametar M_1 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_2 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 63).

Procenat stanovnika zarobljenih urušavanjem objekata (M_3) zavisi od tipa zgrade, a povećava se sa visinom zgrade. Za visoke armirano-betonske i zidane konstrukcije 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 u unutrašnjosti. Na parametar M_3 utiče i frekvencija seizmičkih talasa, odnosno način oscilovanja tla pri dejstvu zemljotresa, kako je prikazano u tabeli LVII.

Podatak o eventualnim destruktivnim efektima vrlo udaljenih epicentara snažnih zemljotresa nije značajan za područje opštine Bar, 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 Bar bilo manje od V stepeni EMS skale, dakle bez bitnih štetnih efekata, čak i uz amplifikacije tla izazvane oscilacijama dužih perioda.

Tabela LVII. M_3 : Prosječan relativan broj zatrpanih stanovnika u srušenim zgradama.

Vrsta konstrukcije	Tip zemljotresa	Intenzitet zemljotresa (EMS)			
		VII	VIII	IX	X
		Prosječan broj zatrpanih stanovnika u srušenim zgradama (%)			
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 LVIII prikazani su podaci o očekivanoj raspodjeli broja poginulih lica u slučaju kolapsa objekata, kao procentualni dio broja zatrpanih lica u objektima.

Tabela LVIII. Parametar M_4 : očekivana raspodjela poginulih i lica sa različitim stepenom povreda u slučaju kolapsa objekta (% od broja zatrpanih lica M_3).

Stepen povreda	Tip konstrukcije	
	Zidane zgrade	AB zgrade
	% od broja zatrpanih lica M_3	
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 djelova 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 čak do 67 % za visoke armirano-betonske zgrade. Tabela LIX sadrži zbirne podatke o stopama preživljavanja u brojnim slučajevima realno dogođenih zemljotresa (Coburn and Spence 2002).

Tabela LIX. 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 takođe zavisi 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 Bar, u slučaju događanja zemljotresa na rasjedu R1, sa magnitudom M_w 6.9, treba konstatovati da bi na osnovu tabela LVII do LIX, tom scenariju bio izloženo 42.349 stanova (po popisu iz 2011. godine) u postojećim objektima (tabela XXI). U analizi

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

potencijalno destruktivnih efekata takvog zemljotresa, potrebno je primijeniti koeficijente izloženosti stanovništva u najnepovoljnijim uslovima (slike 2.57 i 258) za urbano i ruralno područje, zatim broj izloženih zgrada i broj stanovništva (tabela XXI), kao i odnos relativnog broja zidanih i AB konstrukcija tipičnih za Crnu Goru (Tabela XXXII). Proračun tih efekata po ovoj metodi rezultira podacima prikazanim u tabeli LX.

Tabela LX. Rezultat proračuna potencijalnog broja usmrćenih i ranjenih lica u najnepovoljnijem scenariju zemljotresa u opštini Bar, po metodi Coburn i Spence.

Tip konstrukcije	Stepen povreda	Urbana zona				Ruralna zona				Ukupno poginulo	Ukupno ranjeno
		Intenzitet zemljotresa [EMS]									
		VII	VIII	IX	X	VII	VIII	IX	X		
Zidane zgrade	Pogunulo	0	4	3	10	0	38	26	82	163	1.871
	Životno ugroženo	0	18	12	38	2	150	104	327		
	Hospitalizovano	0	18	12	38	2	150	104	327		
	Lakše povrijeđeno	0	15	11	33	2	131	91	286		
AB konstrukcije	Pogunulo	0	11	8	24	1	93	64	202	403	3.016
	Životno ugroženo	0	24	17	53	3	209	145	454		
	Hospitalizovano	0	33	23	71	3	278	193	605		
	Lakše povrijeđeno	0	24	17	53	3	209	145	454		
UKUPNO – domicilno stanovništvo										566	4.887
UKUPNO – turisti										156	1.344
U K U P N O										722	6.231

Dakle, uz sve navedene brojne uslove kod ove metode primijenjene na teritoriju opštine Bar, rezultujuća prognoza ukazuje na ukupan broj mogućih žrtava u cijeloj Opštini 722 (domicilni stanovnici i turisti) i ukupan broj teže i lakše ranjenih u iznosu od 6,231 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 prihvata 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.

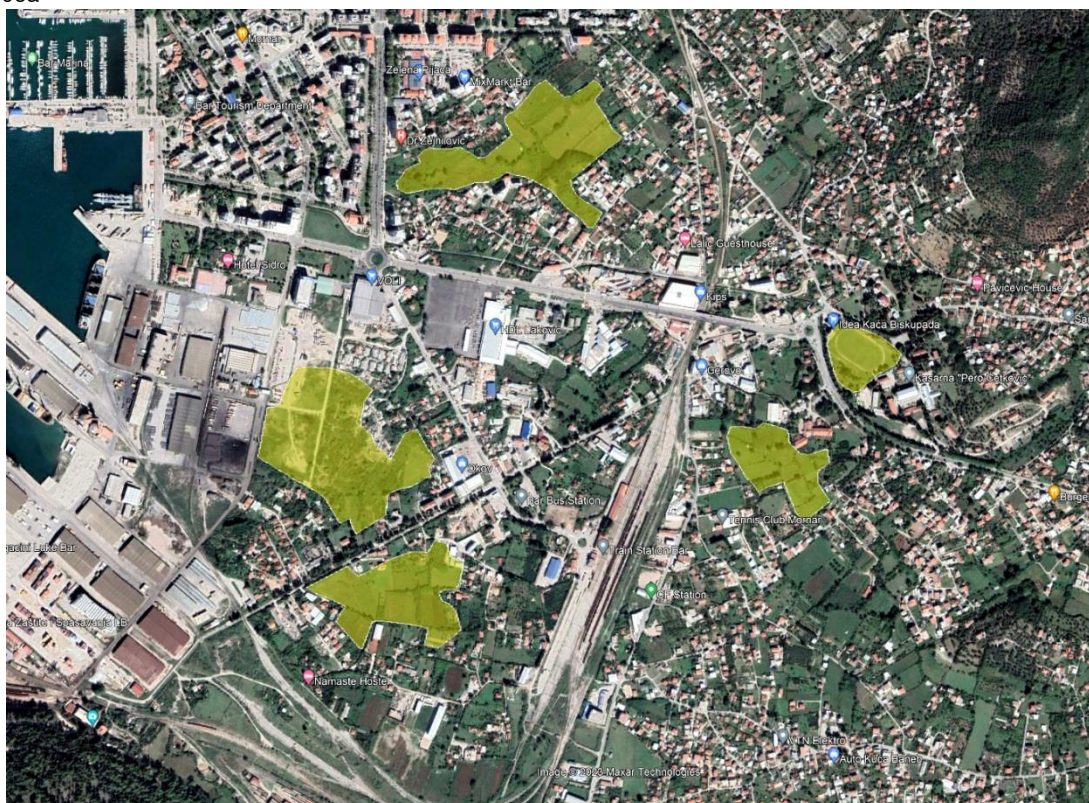
Za uspješnu i efikasnu realizaciju evakuacije, neophodna je izrada detaljnog plana evakuacije, u optimalnom obliku, koji treba da obuhvati ne samo evakuaciju ljudi, nego i angažovanje potrebne opreme, medicinskih sredstava i ekipa, kao i adekvatnih i odgovarajućih prevoznih sredstava ljudstva za evakuaciju 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.
- 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 2.62. Slobodne površine terena (šrafirane površine) na više lokacija u blizini Luke, pogodne za smještaj većeg broja stanovnika nakon evakuacije iz ugroženih objekata, sa površinom od preko 30 hektara.

Za eventualnu potrebu evakuacije stanovništva iz urbanog područja grada Bara, moguće je za smještaj velikog broja evakuisanih lica organizovati smještaj na slobodnim površinama u reonu Luke Bar (slika 62) – zavisno od obima tih potreba, na površini od preko 30 hektara, a po potrebi – i znatno više. Za taj prostor praktično nije potrebna nikakva prethodna priprema terena.

U okviru razrade Plana zaštite i spašavanja, potrebno je blagovremeno izvršiti detaljnu pripremu takvih preventivnih aktivnosti, koje su u uslovima događanja većih nesreća, kao što je razorni zemljotres, vrlo značajne i djelotvorne u smislu ublažavanja ukupnog rizika.

2.5.7. 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 Bar 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 Bar, ali i cijele Crne Gore. Pošto nažalost, takav inventar zgrada za opštinu Bar, 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 Bar. 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 Bar 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 Bar, 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 Bar, 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 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 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 primjenljivi 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 Bar, 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“.

2.5.8. Zaključna razmatranja i ocjena rizika za najnepovoljniji scenario zemljotres

Izložena analiza nedvosmisleno ukazuje da je seizmički hazard, kao i konsekvantni rizik, vrlo visok na cijeloj teritoriji opštine Bar, posebno u priobalnom dijelu gradske zone. 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 četiri reprezentativna seizmička 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 Bar, ali i države Crne Gore, u cjelini.

Izvedena analiza mogućih, ali vjerovatnih scenarija dejstva budućih zemljotresa na području opštine Bar, 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 bazi podataka o broju i prostornoj distribuciji stanovništva, stanju naseljenosti postojećih objekata, stanju lokalnih geoloških karakteristika tla (van uske zone koja je bila obuhvaćena seizmičkom mikrojeonizacijom 1981. godine) – što je uslovio nemogućnost primjene velikog broja kvalitetnijih razrađenih numeričkih metoda za objektivniju procjenu potencijalnih posljedica pri pojavi budućih snažnih i razornih zemljotresa.

Iz svih navedenih razloga, procjena potencijalnih efekata scenario zemljotresa na teritoriji opštine Bar, 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.

U ovom, posebnom dijelu Plana, izvedena je detaljna analiza budućih potencijalnih seizmičkih događaja sa štetnim efektima na području opštine Bar 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 mikrorejonezicije iz 1981. godine) da zemljotres sa realno pretpostavljenom jačinom od Mw 6.9 jedinice (Rihterove skale) koji bi na području mjesnih zajednica i naselja u priobalnom dijelu Opštine, koja su pozicionirana na tlu sa visokim amplifikacionim faktorom, uslovio intenzitete i od **X jedinica EMS** skale.

Imajući u vidu vrlo visoke vrijednosti očekivanih intenziteta u budućim seizmičkim događajima na ovom prostoru, kao i konsekvantan obim žrtava i materijalnih gubitaka, očigledno je da opština Bar mora preduzeti hitne mjere za minimiziranje tih štetnih efekata, kroz realizaciju brojnih preventivnih aktivnosti značajnih za ublažavanje evidentnog seizmičkog rizika.

Kako je posebno naglašeno u Prostornom planu posebne namjene za obalno područje Crne Gore (PPNOP, 2018) koji je publikovan još prije pet godina, jasno je ukazano na probleme koje blagovremeno treba otklanjati u cilju smanjenja seizmičkog rizika, koji posebno uvećava činjenica da je upitna seizmička sigurnost pretežnog dijela fonda postojećih objekata sa akcentom na široko zastupljene objekte nelegalne gradnje, zatim izostanak adekvatnog tretiranja pitanja rizika kroz urbanističke planove, neselektivni i nekontrolisani izbor terena za izgradnju novih objekata i lokacija u zonama postojećih objekata, nedovoljna kontrola kvaliteta projektovanja i kvaliteta građenja, široko promovisana praksa promjene namjene, nadgradnje i rekonstrukcije postojećih objekata, kao i nedostatak adekvatne zakonske i tehničke regulative primjerene savremenim konceptima seizmičke evaluacije i ojačanja postojećih objekata. Ovakva praksa obavezuje organe Opštine na plansko i sistematsko preispitivanje postojećeg stanja i donošenja odgovarajućeg dugoročnog plana seizmičke evaluacije, rehabilitacije i ojačanja postojećih značajnih objekata.

Takođe, kako se navodi dalje u PPPOP - nivo istraživanja, ali i projektovanje seizmičke sigurnosti ostavlja se na tumačenje i svijest investitora i/ili učesnika, što je nedopustiva praksa, koja je naročito prisutna kod nedovoljno opsežnih istraživanja geotehničkih i geodinamičkih uslova lokacija ili trasa važnih kategorija objekata posebne namjene ili vitalne infrastrukture, saglasno postojećim aktuelnim standardima za ovu oblast, što ne omogućuje validno i pouzdano definisanje relevantnih parametara seizmičkog dejstva, uslova fundiranja, ponašanje, kao i praćenje ponašanja konstrukcija i infrastrukturnih sistema u slučaju zemljotresa i tokom njihove eksploatacije.

Najzad, treba posebno naglasiti da strme i nestabilne kosine, obale rijeka i potoka, mjesta podložna pojavi klizišta i odronjavanju, mjesta sa visokim nivoom podzemnih voda, posebno u mekom pjeskovitom i vodozasićenom tlu, ovih godina su posebno naglašena ilegalnom gradnjom. U pojedinim slučajevima - svojim položajem, nestabilnošću, promjenom postojećih drenažnih puteva, ova naselja i objekti ne samo što su izvor sopstvene nesigurnosti, nego trajno ugrožavaju ranije izgrađene ili trasirane objekte. Takvu praksu je neophodno eliminisati, kao jedan od osnovnih preduslova za ublažavanje seizmičkog rizika.

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 istoriji, rijetko bili dobro dokumentovani.

Tabela LXI. Rezime broja potencijalno nastradalih lica u scenario zemljotresu u opštini Bar.

Metodologija procjene broja žrtava	Kategorija nastradalih			Koeficijent težine podatka
	Smrtno stradali	Teško povrijeđeni	Lakše povrijeđeni	
“USGS”	362	-	-	1.0
“Samardjjeva i Badal”	1543	3.555		0.6
“Risk-UE”	176	-	-	1.0
“Tiedemann”	1266	-	-	0.6
“ATC-13”	286	1.139	8.537	1.0
“HAZUS”	639	10.455		1.0
“Coburn i Spence”	722	6.231		0.6
SREDNJA PONDERISANA VRIJEDNOST	618	5.137	7.770	5.8

Na osnovu primijenjenih sedam najobjektivnijih i najviše korišćenih pristupa u procjeni broja potencijalnih žrtava i ranjenih lica u slučaju događanja utvrđenog najnepovoljnijeg scenario zemljotresa za područje opštine Bar, 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 LXI, izražavajući srednju ponderisanu vrijednost u takvom scenariju, sa ukupno potencijalno **smrtno stradalim licem u iznosu od 618, zatim 5,137 teško ranjenih i 7,770 lakše povrijeđenih lica.**

b) Oštećenje stambenog fonda

Procjena obima potencijalnih šteta u najnepovoljnijem scenario zemljotresu na građevinskim objektima sa preovlađujućom tipologijom u opštini Bar, izvedena je korišćenjem šest različitih metodoloških postupaka, pri čemu su dobijeni rezultati koji su u sumarnom obliku prikazani u tabeli LXII, zajedno sa ukupnom srednjom vrijednošću takvih projekcija.

Na osnovu ovih analiza, realno je očekivati da ukupan broj potencijalno vrlo teško degradiranih stanova (podrazumijevajući da je dominantan broj objekata u kojima se nalaze ti stanovi, kategorisan kao zidana i/ili AB konstrukcija, pri čemu su, zbog nedostatka preciznijih podataka, korišćeni rezultati projekta NERA, 2014, kao i publikacija Pavićević, 2000) **iznosi 20.7 %** u odnosu na ukupan stambeni fond u opštini Bar.

Tabela LXII. Rezime utvrđenog obima potencijalnih šteta na teško i vrlo teško oštećenim objektima sa preovlađujućom tipologijom u scenario zemljotresu u opštini Bar.

Metodologija procjene	Kategorija objekata / spratnost	Teško i vrlo teško oštećeni stanovi								UKUPAN BROJ STANOVA
		Relativno u odnosu na ukupan fond (%)				Ukupan broj teško oštećenih stanova				
		VII	VIII	IX	X	VII	VIII	IX	X	
Iskustva iz 1979. god.	Ukupan stambeni fond	1.0	10.0	11.8	17.2	337	3.343	3.909	5.736	13.325
Makroseizmička skala EMS	Zidane konstrukcije	0.0	0.6	4.8	17.1	0.0	200	1.596	5.687	10.776
	AB konstrukcije	0.0	0.0	0.3	9.6	0.0	0.0	100	3.193	

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

Ekspertiza stručnjaka	Ukupan stambeni fond	0.0	0.9	2.6	6.4	1	298	850	2.132	3.281
Metodologija „PAGER“	Ukupan stambeni fond	0.0	1.4	4.5	8.7	0	468	1.494	2.878	4.840
Metoda „Kappos“	do 5 spratova	0.0	0.4	1.1	1.8	0	137	368	614	1.928
	≥ 6 spratova	0.0	0.3	0.8	1.4	0	91	269	449	
„ATC-21“	Zidane konstrukcije	0.0	5.6	5.9	8.2	13	1887	1978	2741	7.163
	AB konstrukcije	0.0	0.4	0.5	0.8	0	133	163	248	
SREDNJA VRIJEDNOST BROJA TEŠKO DEGRADIRANIH STANOVA										6.886

Na osnovu sadržaja Tabele VI koja izražava vezu između prosječnog broja stanova u objektima različitog tipa konstrukcije na teritoriji Crne Gore, prema podacima projekta NERA, 2014, moguće je izvršiti konverziju procijenjenog broja teško oštećenih stanova u (približan) broj teško oštećenih objekata određene tipologije, kao što je prikazano u Tabeli LXIIA.

Tabela LXIIA . Približan broj teško oštećenih objekata u određenoj klasi, izveden iz utvrđenog broja degradiranih stanova – na osnovu Tabele LXII, prema podacima projekta NERA, 2014.

Vrsta konstrukcije	Relativan broj objekata u klasi (%)	Prosječan broj stanova u zgradi	Broj teško oštećenih objekata
Zidana od kamena ili cigle	21.0	5	289
Zidana sa AB ojačanjem	20.5	4	353
Sa AB ramom	19.5	43	31
Sa AB zidovima	34.0	116	20
Ostalo (sa AB ramom i seizmičkom zaštitom, drveni objekti, čelične konstrukcije)	5.0	10	34
UKUPAN BROJ TEŠKO OŠTEĆENIH OBJEKATA			727

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 Bar, pri realizaciji zemljotresa sa intenzitetom između VII i X stepeni EMS (zavisno od položaja naselja) iznosio bi oko **438 miliona eura**, što predstavlja oko 19 puta veći potencijalni gubitak od prosječnog godišnjeg budžeta ove opštine (Tabela XLVII).

Ukupan negativan efekat ovakvog zemljotresnog scenarija na cijelu društvenu zajednicu koju obuhvata opština Bar, prikazan je u generalizovanom obliku - u vidu matrica vjerovatnoće i veličine potencijalno prouzrokovanih šteta, kao i obima ljudskih žrtava (tabele LXIII do LXVIII) kao rezultat detaljne analize budućih seizmičkih potencijalnih događaja sa štetnim efektima na području opštine Bar.

d) Procjena vjerovatnoće događanja scenarior zemljotresa

Tabela LXIII. 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 LXIV. 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	
4	Ozbiljna	501-1500	X
5	Katastrofalna	> 1500	

Tabela LXV. 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 LXVI. 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

Tabele LXVII. Posljedice po društvenu stabilnost – ukupna materijalna šteta na ustanovama/ građevinama javnog društvenog značaja

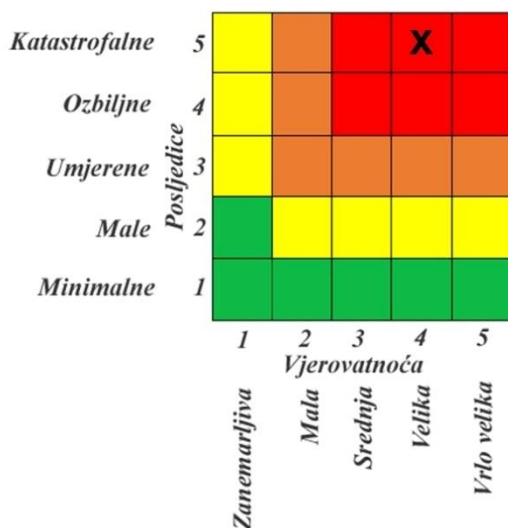
Posljedice po društvenu stabilnost – ukupna materijalna šteta na ustanovama/ građevinama javnog društvenog značaja			
Kategorija	Veličina posledica	Kriterijum	Odabrano
1	Minimalna	< 0,5% budžeta	
2	Mala	0,5-1% budžeta	
3	Umerena	1-3% budžeta	
4	Ozbiljna	3-5% budžeta	
5	Katastrofalna	> 5% budžeta	X

f) Matrice vjerovatnoće i potencijalne posljedice realizacije scenarior zemljotresa

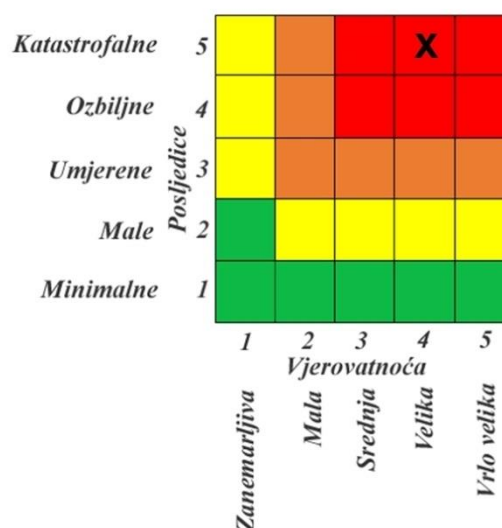
Tabela LXVIII. Legenda za stepen i prihvatljivost rizika (matrice)

	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

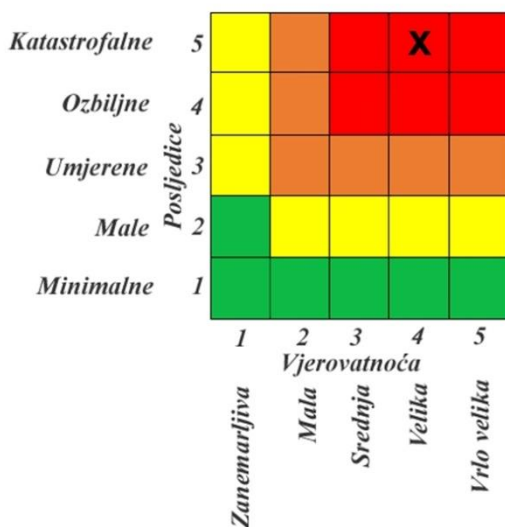
Matrica 1. Rizik po život i zdravlje



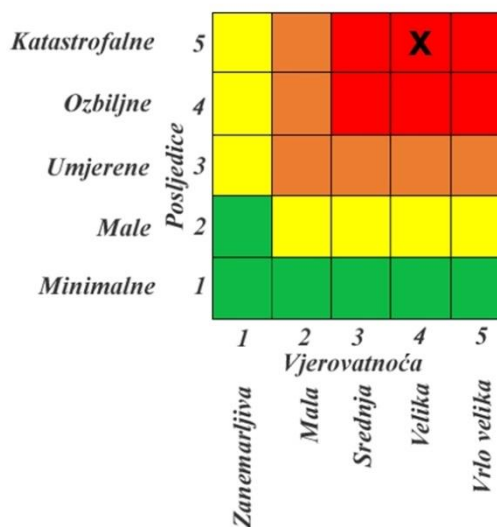
Matrica 2. Rizik po ekonomiju/ekologiju



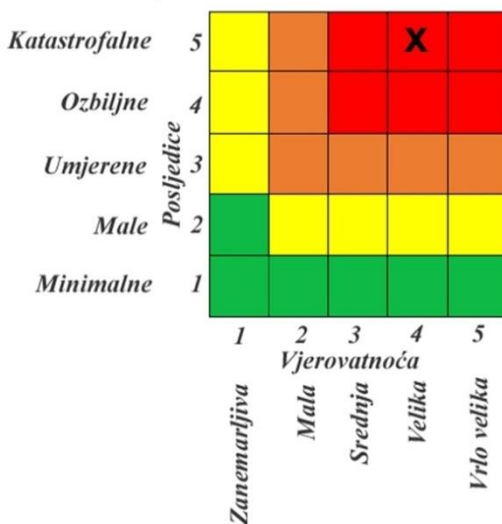
Matrica 3a. Rizik po društvenu stabilnost - ukupna materijalna šteta na kritičnoj infrastrukturi



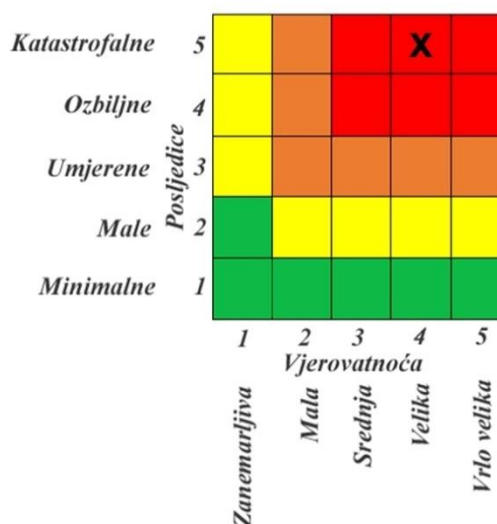
Matrica 3b. Rizik po društvenu stabilnost- ukupna materijalna šteta na ustanovama / građevinama od javnog značaja



Matrica 3. Zbirna matrica 3a i 3b - rizik po društvenu stabilnost



Matrica 4. Ukupan rizik



2.6 Zaključci

Seizmološka analiza scenario zemljotresa, koja je obuhvaćena drugim poglavljem ovog Plana, sadrži prezentaciju i primjenu više savremenih pristupa ovoj problematici, koji su realizovani u većem broju država širom svijeta, sa sličnim seizmičkim karakteristikama prostora i sličnim građevinskim i infrastrukturnim fondom, kao izloženim elementima u dejstvu budućih razornih zemljotresa.

Kroz argumentovanu, stručnu analizu četiri potencijalna seizmička scenarija u kojima bi moglo nastati stanje vanredne situacije stvoreno genezom nekog razornog zemljotresa u budućnosti na području opštine Bar, 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 štetnih posljedica takvog događaja. U ovoj studiji zatim je izvedena detaljna analiza vjerovatnih posljedica koji bi takav događaj imao neposredno na cijelu društvenu zajednicu opštine Bar, ali i posredno – na cijelu Crnu Goru.

Kako je naglašeno u prethodnom tekstu, realizacija ovog Plana ostvarena je u uslovima vrlo oskudnih podataka kojima – isključivo zbog neadekvatne reakcije odgovarajućih administrativnih organa opštine Bar na zahtjeve za njihovo dostavljanje. Međutim, zahvaljujući velikom stručnom i profesionalnom naporu radnog tima koji je realizovao Plan, kroz prilagođavanje i primjenu većeg broja verifikovanih metodologija procjene ugroženosti svih potencijalno ranjivih elemenata izloženih dejstvu najnepovoljnijeg scenario zemljotresa, koji su obuhvatili 6 različitih pristupa u procjeni potencijalnih šteta stambenog fonda i 7 metodologija u evaluaciji potencijalnog obima ljudskih žrtava u slučaju događanja takvog ili sličnog zemljotresa, kao i procjenu stepena potencijalnih oštećenja infrastrukturnih sistema i veličine ekonomskih gubitaka, ovaj Plan zaštite i spašavanja je rezultirao objektivnom i argumentovanom procjenom takvog scenarija, uz konkretizovanje veličine potencijalnih gubitaka. Na taj način su stvoreni objektivni i solidni uslovi za kvalitetno i pravovremeno planiranje uspješnog odgovora na potencijalne vanredne situacije koje mogu biti izazvane razornim zemljotresima u budućnosti.

S obzirom na vrlo visoke vrijednosti očekivanih intenziteta u budućim seizmičkim događajima na teritoriji opštine Bar i njenom širem okruženju, kao i procijenjeni značajan obim žrtava i materijalnih gubitaka, očigledno je da ova opština mora preduzeti hitne mjere za minimiziranje tih potencijalnih štetnih efekata – kroz realizaciju brojnih preventivnih aktivnosti značajnih za ublažavanje evidentnog seizmičkog rizika, koji je eksplicitno izražen u ovom Planu.

2.7 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.
- Cavaliere 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.
- Elnashai A. and Sarno L. (2015): *Fundamentals of Earthquake Engineers - from Source to Fragility*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Erdik M., Sesetyan K., Demircioglu M., Zulfikar C., Hancilar 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 Atila 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, ΣIGMA2*.
- FEMA (2018): Seismic Performance Assessment of Buildings. Volume 1 – Methodology; Second Edition.**
- 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., Bonnin 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.
- Geološki zavod, Ljubljana (1981): *Karta seizmičke mikrojejonizacije opštine Bar, razmjera 1:5.000*. Geološki zavod Crne Gore, Podgorica.
- 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.
- Glavatovic 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 srodnim oblastima, Građevinski fakultet Univerziteta Crne Gore.
- Glavatović B. (1988): Određivanje položaja Mohorovičićeve granice inverzijom regionalne komponente Bouguerove anomalije uz primjenu QR-algoritma i spline-interpolacije. Acta Seismologica Iugoslavica, No. 14.
- Glavatović B. (1985): Izveštaj 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 seizmickog 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.
- 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 Ptilakis 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), UNDP/UNESCO, Praha, 362 p.
- Karnik V. (1971): Seismicity of the European area. Part 2 (1801-1900), UNDP/UNESCO, 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. I, 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.
- Bardet J. and Tobita T. (2001): NERA-ERA - A Computer Program for Nonlinear Earthquake site Response Analyses of Layered Soil Deposits. University of Southern California, Department of Civil Engineering.
- 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.
- PPNOP (2018): Prostorni plan posebne namjene za obalno područje Crne Gore. Knjiga 1 - Analiza i ocjena postojećeg stanja. Vlada Crne Gore, Ministarstvo održivog razvoja i turizma.
- PUP opštine Bar 2020. (2018): Prostorno-urbanistički plan opštine Bar, 2020. godine, Knjiga I - Plan prostornog razvoja teritorije opštine Bar.
- 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.
- Geološke karte 1:100.000, za listove Bar, Budva i Ulcinj (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.
- UNDP/UNESCO (1985) Building Construction Under Seismic Conditions in the Balkan Region UNDP/UNESCO/UNIDO Project RER/79/015 - Volume 4: Post-earthquake Damage Evaluation and Strength Assessment of Buildings Under Seismic Conditions.
- Vučić Lj. i Glavatić 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 Glavatić 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...).

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
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.
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.
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.

1.2. Industrijski i privredni objekti, turistički objekti

Faza	Mjere zaštite	Aktivnosti
PRVA FAZA	PREVENTIVNA ZAŠTITA	<ul style="list-style-type: none"> - Izrada planova zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspekcijski 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.
DRUGA FAZA	SPAŠAVANJE	<ul style="list-style-type: none"> - Zasjedanje 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.
TREĆA FAZA	OTKLANJANJE POSLEDICA	<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.

1.3. Kritična infrastruktura

Faza	Mjere zaštite	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; - Definisane puteva evakuacije i redovno izvođenje vježbi evakuacije; - Izrada uputstava za evakuaciju i zbrinjavanje zaposlenih; - Instalirane Sisteme 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.
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.
TREĆA FAZA	OTKLANJANJE POSLEDICA	<ul style="list-style-type: none"> - Saniranje objekata kritične infrastrukture; - Uklanjanje ruševina i nestabilnih dijelova građevine; - Uspostavljanje prohodnost prilaznih puteva; - Sanacija vodovodne, elektro i telekomunikacione mreže; - Procjena štete; - Održavanje javnog reda i mira; - Ponovno uspostavljanje funkcionisanja objekata kritične infrastrukture.

1.4. Obrazovni objekti i ustanove

Faza	Mjere zaštite	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;
DRUGA FAZA	SPAŠAVANJE	<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. - 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;
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;

1.5. Zdravstveni objekti

Faza	Mjere zaštite	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; - Definisane putave 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;
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.
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.

1.6. Elektroprivredni objekti i prenosni sistemi

Faza	Mjere zaštite	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.
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.
TREĆA FAZA	OTKLANJANJE POSLEDICA	<ul style="list-style-type: none"> - Osposobljavanje za rad elektroprivrednih i objekata prenosnog sistema; - Uklanjanje ruševina i nestabilnih građevina; - Sanacija i obezbjeđivanje prohodnosti puteva do navedenih objekata; - Održavanje javnog reda i mira; - Procjena štete.

1.7. Objekti vodosnabdijevanja i vodovodna mreža

Faza	Mjere zaštite	Aktivnosti
PRVA FAZA	SPAŠAVANJE	<ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Izrada preduzetnih planova; - Inspekcijski nadzor prilikom gradnje novih objekata za vodosnabdijevanje, kao i prilikom izgradnje vodovodne mreže; - Redovna kontrola od strane inspektora MUP-Direktorata za zaštitu i spašavanje;
PRVA FAZA	PREVENTIVNA ZAŠTITA	<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 vodoizvoristima 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.
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.
TREĆA FAZA	OTKLANJANJE POSLEDICA	<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 Bara; - Održavanje javnog reda i mira; - Procjena štete.

1.8. Putna i željeznička infrastruktura

Faza	Mjere zaštite	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.
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.
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;

1.9. Sportski objekti

Faza	Mjere zaštite	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; - 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;
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.
TREĆA FAZA	OTKLANJANJE POSLEDICA	<ul style="list-style-type: none"> - Sanacija sportskih objekata; - Uklanjanje ruševina i nestabilnih djelova; - Održavanje javnog reda i mira; - Procjena štete.

1.10. Objekti kulture i kulturna dobra

Faza	Mjere zaštite	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 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;
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 kulturnih spomenika;
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.

1.11. Zelene i javne površine

Faza	Mjere zaštite	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.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

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;
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.

1.12. Evakuacija

Faza	Mjere zaštite	Aktivnosti
PRVA FAZA	PREVENTIVNA ZAŠTITA	<ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspekcijski 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;
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;
TREĆA FAZA	OTKLANJANJE POSLEDICA	<ul style="list-style-type: none"> - Normalizacija saobraćaja; - priprema izvještaja o preduzetim aktivnostima; - Informisanje građana o preduzetim aktivnostima.

1.13. Medicinska pomoć

Faza	Mjere zaštite	Aktivnosti
PRVA FAZA	PREVENTIVNA ZAŠTITA	<ul style="list-style-type: none"> - Izrada plana zaštite i spašavanja od zemljotresa; - Inspekcijski 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;
DRUGA FAZA	SPAŠAVANJE	<ul style="list-style-type: none"> - Proširivanje zdravstvenih punktova u mjesnim zajednicama; - Formiranje medicinskih timova u slučaju vanredne situacije. - 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;
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.

1.14. Pružanje humanitarne pomoći

Faza	Mjere zaštite	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;
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;
TREĆA FAZA	OTKLANJANJE POSLEDICA	<ul style="list-style-type: none"> - Ukidanje privremenih objekata namijenjenih za dijeljenje humanitarne pomoći; - Izrada izvještaja i informisanje građana o sprovedenim aktivnostima.

1.15. Gašenje požara koji nastaju kao posledica zemljotresa

Faza	Mjere zaštite	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.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

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;
TREĆA FAZA	OTKLANJANJE POSLEDICA	<ul style="list-style-type: none"> - Ukidanje privremenih objekata namijenjenih za dijeljenje humanitarne pomoći; - Izrada izvještaja i informisanje građana o sprovedenim aktivnostima.

1.16. Hemijski akcidenti

Faza	Mjere zaštite	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 opštine Bar; - 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;
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;

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

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; - Procjena štete; - Plan revitalizacije objekata.
-------------------	------------------------------	--

1.17. Epidemije, epizotije, epifitotije

Faza	Mjere zaštite	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 Barske opštine; - Edukacija građana; - Konstantno praćenje i upozoravanje na moguće opasnosti; - Inspekcijski 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;
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; - Prihvatanje, smještaj i zbrinjavanje stoke na mjestima predviđenim za evakuaciju; - Uklanjanje uginule stoke i dezinfekcija mjesta na kojima je boravila;
TREĆA FAZA	OTKLANJANJE POSLEDICA	<ul style="list-style-type: none"> - Sanacija objekata ili prostora na kojima je došlo do pojave zaraznih bolesti kod ljudi, životinja ili biljaka; - Uklanjanje ruševina i nestabilnih djelova iz objekata u kojima se uzgaja stoka; - Normalizacija saobraćaja; - Održavanje javnog reda i mira; - Procjena štete; - Dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija prostora i objekata; - Plan revitalizacije objekata

1.18. Asanacija terena

Faza	Mjere zaštite	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 opštine Bar; - Formiranje baze podataka o kritičnim lokacijama u gradu; - Izrada nasipa, potpornih zidova i utvrda na putnim pravcima; - Edukacija građana;
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;
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

Nosioci aktivnosti koji su dužni da realizuju prethodno navedene mjere zaštite i spašavanja su:

- Tim za zaštitu i spašavanje opštine Bar;
- MUP – Direktorat za zaštitu i spašavanje;
- Sekretarijat za komunalne poslove i saobraćaj;
- Komunalna policija;
- Komunalne djelatnosti DOO;
- Vodovod i kanalizacija DOO;
- Ostali subjekti koji su opremljeni adekvatnom mehanizacijom, mašinama i vozilima po odluci Tima za zaštitu i spašavanje opštine Bar;
- Vlasnici i menadžment privrednih društava;
- Jedinica za gašenje požara iz vazduha (avio-helikopterska jedinica);
- Uprava policije - PJ Bar;
- Uprava za inspeksijske poslove;
- CGES;
- CEDIS;
- Društva za telekomunikacione usluge;
- Opšta bolnica "Blažo Orlandić";

- Zavod za hitnu medicinsku pomoć;
- Dom zdravlja i područne ambulante;
- Crveni krst;
- Volonteri;
- Uprava pomorske sigurnosti i upravljanja lukama;
- Lučka kapetanija Bar;
- Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma;
- Ministarstvo prosvjete, nauke, kulture i sporta;
- Ministarstvo kulture i medija;
- Direktorat za kulturnu baštinu;
- Ministarstvo vanjskih poslova;
- Željeznička infrastruktura Crne Gore;
- Izvođači i podizvođači na predmetnim lokacijama;
- Direkcija za saobraćaj;
- Direkcija za željeznice;
- Turistička organizacija Bar;
- Zavod za hidrometeorologiju i seizmologiju;
- Geološki zavod Crne Gore;
- Timovi za hemijske, biološke, radiološke i nuklearne nesreće;
- Agencija za zaštitu životne sredine;
- CETI;
- Zavod za hidrometeorologiju i seizmologiju;
- Institut za javno zdravlje;
- Veterinarske ambulante i poljoprivredne apoteke;
- Uprava za bezbjednost hrane, veterinu i fitosanitarne poslove;
- Uprava za šume;
- Uprava za vode.

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 Bar organizuje se **Tim za zaštitu i spašavanje opštine Bar**.

Tim za zaštitu i spašavanje opštine Bar 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 Glavni grad.

Sastav Tima za zaštitu i spašavanje opštine Bar dat je u Prilogu 1.

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 Bar 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 lokalne uprave („Sl. list CG-Opštinski propisi”, br. 40/18) 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 je angažovano 40 zaposlenih, od čega je 30 vatrogasaca. 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 opštine Bar od specijalističkih jedinica Crveni krst 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 Tima za zaštitu i spašavanje opštine Bar.

Na području opštine Bar postoji preduzetna jedinica formirana u okviru Luke Bar.

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.

Pregled ljudskih i materijalnih resursa Službe zaštite i spašavanja Bar dat je u Prilogu 2.

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 opštine Bar, a koje su opremljene ljudskim i materijalnim resursima koji se mogu angažovati za zaštitu i spašavanje u slučaju pojave klizišta i odrona, a to su:

- Služba zaštite i spašavanja Bar
- Sekretarijat za lokalnu samoupravu
- Sekretarijat za finansije
- Sekretarijat za urbanizam i prostorno planiranje
- Sekretarijat za komunalne poslove i saobraćaj
- Komunalne djelatnosti DOO
- Vodovod i kanalizacija DOO
- CEDIS – Elektrodistribucija opštine Bar
- CGES AD
- Zavod za hitnu medicinsku pomoć
- JZU Dom zdravlja Bar
- JZU Opšta bolnica Bar
- Veterinarska stanica
- Uprava policije – PJ Bar
- Uprava pomorske sigurnosti
- Vojska CG – Mornarica Bar
- Marina Bar
- Barska plovidba
- Crveni krst Bar
- „Sportsko – rekreativni centar“ DOO
- „Lovstvo“ DOO
- JP „Kulturni centar“
- Luka Bar AD

Pregled ljudskih i materijalnih resursa državnih organa, organa državne i lokalne uprave koji bi se mogli angažovati u slučaju potrebe saniranja posledica od klizišta i odrona dat je u Prilogu 3.

4. Mobilizacija, rukovođenje i koordinacija pri akcijama zaštite i spašavanja od klizišta i odrona

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 proglasi 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 Tim za zaštitu i spašavanje opštine Bar, 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 Bar posjeduje jednu stabilnu i 22 mobilne 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 službe zaštite i spašavanja Bar, 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.

Tim za zaštitu i spašavanje opštine Bar 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 Bar (Uprava policije, Crveni krst, specijalističke jedinice i dr.). Organizacijom evakuacije, asistencijom i logistikom rukovodiće grupa za evakuaciju, zbrinjavanje i snabdijevanje osnovnim potrebštinama. 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 opštine Bar data su u Prilogu br.6.

8. Informisanje građana i javnosti

Pravovremeno i tačno informisanje je od velike važnosti ukoliko dođe do klizišta i odrona. 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 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 Timu za zaštitu i spašavanje opštine Bar i Operativnom štabu, radi dalje informisanosti nadležnih i građana.

Na području opštine Bar aktivan je lokalni radio – difuzni cenar- Radio Bar.

Zahvaljujući dobroj pokrivenosti barske opštine 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 Bar.

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 desilo klizište ili odron;
- regulisanje kretanja ljudi i vozila u užoj i široj zoni područja klizišta i odrona 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 pogođenog zemljotresom, 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 klizištem i odronom, 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 opštine Bar. Takođe, opština Bar prati i sprovodi aktivnosti u skladu sa "Strategijom za smanjenje rizika od katastrofa sa Dinamičkim planom aktivnosti za sprovođenje strategije za period 2018-2023. godina" od 21.12.2017. godine i shodno tome opredjeljuje finansijska sredstva.

Resursi za odgovor na zemljotrese kojima raspolažu službe i sekretarijati na području opštine Bar 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

1. Tim za zaštitu i spašavanje u opštine Bar

Članovi tima	Kontakt tel.
1. Dušan Raičević, Predsjednik Opštine, Lokalna uprava Bar	068/333-068
2. mr Pera Pavlica Dragišić, Načelnica PJ Bar, MUP direktorat za zaštitu i spašavanje	067/112-146
3. Aco Vulević, v.d. komandira, Služba zaštite Opštine Bar	068/884-946
4. Stevo Pejović, direktor, DOO "Komunalne djelatnosti"	067/267-274
5. Mladen Đuričić, direktor, DOO "Vodovod i kanalizacije"	069/610-010
6. Mladen Bulatović, direktor sektora bezbjednosti, AD "Luka Bar"	067/335-959
7. Žarko Lukšić, pomoćnik direktora, Uprava pomorske sigurnosti	069/666-483
8. Nikoleta Nikčević, v.d. direktora, Turistička organizacija Bar	069/091-190
9. dr Zoran Vojinović, spec. epidemiolog, JZU Opšta bolnica Bar	069/617-117
10. Dušica Burić, glavna sestra, JZU Dom zdravlja Bar	069/334-258
11. Zorica Crnčević, sekretar OO Crveni krst Bar	067/248-407
12. Vesna Šoškić, direktorica Radio Bar	
13. Predstavnik Vojske CG – Mornarica Bar	067/185-279
14. Siniša Stojović, komandir, Uprava policije – PJ Bar	
15. Vladimir Kaščelan, Jugopetrol – AD Kotor	069/063- 502
16. Željko Stojović, direktor Marina Bar	067/402-044
17. Mirsad Tršić, v.d. direktora Barska plovidba	069/129-487
18. Vido Dabanović, sekretar, Sekretarijat za imovinu, zastupanje i investiciju	069/328-278
19. Dejan Škerović, načelnik, Lokalna uprava Bar – Služba za vršenje komunalnog nadzora –	069/032-267
20. Svetana Gažević, sekretar, Sekretarijat za lokalnu samoupravu	067/222-727
21. Ivana Backović, sekretar, Sekretarijat za finansije	067/624-625
22. Nikoleta Pavičević, sekretar, Sekretarijat za uređenje prostora	069/617-117
23. Marina Trceta, v.d. sekretara, Sekretarijat za privredu	030/301-430
24. Violeta Bjelić, sekretar Tima, Služba zaštite i spašavanja	068/884-961
25. Drina Brežanin, turistička inspektorka, Uprava za inspekcijske poslove Crna Gora	068/872-735
26. dr Ljiljana Jovičević, spec. epidemiolog, JZU Dom zdravlja Bar	068/891-035

2. Ljudski i materijalni resursi službe zaštite i spašavanja

Naziv društva:	Služba zaštite i spašavanja Bar	
Ukupno zaposlenih:	40	
Vatrogasci – spasioci	30	
Komunikacija u Službi:	Uređaj:	Komad
TETRA sistem	Stabilne radio stanice	1
	Mobilne radio stanice	22
Specijalizovana vozila sa PP opremom:	Naziv vozila:	Komad
	Scania 80	1
	Mercedes Atego 1328	1
	Mercedes Atego 1523	1
	Mercedes Vario 815	1
	Mercedes Unimog U500	2
	Ford Ranger	1
Materijalni resursi:	Naziv sredstva:	Komad
Lična sredstva:	1. Zaštitna uniforma za tehničke intervencije	40
	2. Radna uniforma	40
	3. Zaštitni šlem	40
	4. Zaštitne rukavice za tehničke intervencije	40
	5. Zaštitne obuća/čizme	40
Kolektivna sredstva:	1. Izolacioni aparatai sa kompromovanim vazduhom za zaštitu disajnih organa	20
	2. Alat za razvaljivanje blind vrata	1
	3. Baterijska testera	1
	4. Baterijske lampe	10
	5. Brusilica velika	1
	6. El.pneumatska bušilica	1
	7. Motorne šege	5
	8. Pumpe za vodu motorne	4
	9. Spasilačko korito	1
	10. Spinalna daska	1
	11. Spasilačka oprema za spasavanje iz dubina i sa visina	2
	12. Električna pumpa za vodu	1
	13. Baterijski alat za tehničke intervencije – razupirač	2
	14. Baterijski alat za tehničke intervencije – sjekač	2
	15. Baterijski alat za tehničke intervencije – klip	2
	16. Rezervne boce za izolacione aparate	20

3. Pregled ljudskih i materijalnih resursa organa lokalne samouprave, privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika

Naziv društva:	Luka Bar AD	
Ljudski resursi:	Ukupno:	19
	Muškarci:	
	Žene:	
	Osposobljeni za pružanje prve pomoći:	
Materijalni resursi:	Naziv sredstva:	
	Vatrogasno vozilo Mercedes Actros	
	Vatrogasno vozilo Iveco Eurocargo voda – pjena	
	13,2 kW agregat	
	Podesivi reflektori za osvjjetljenje	
	Dva izolaciona aparata	

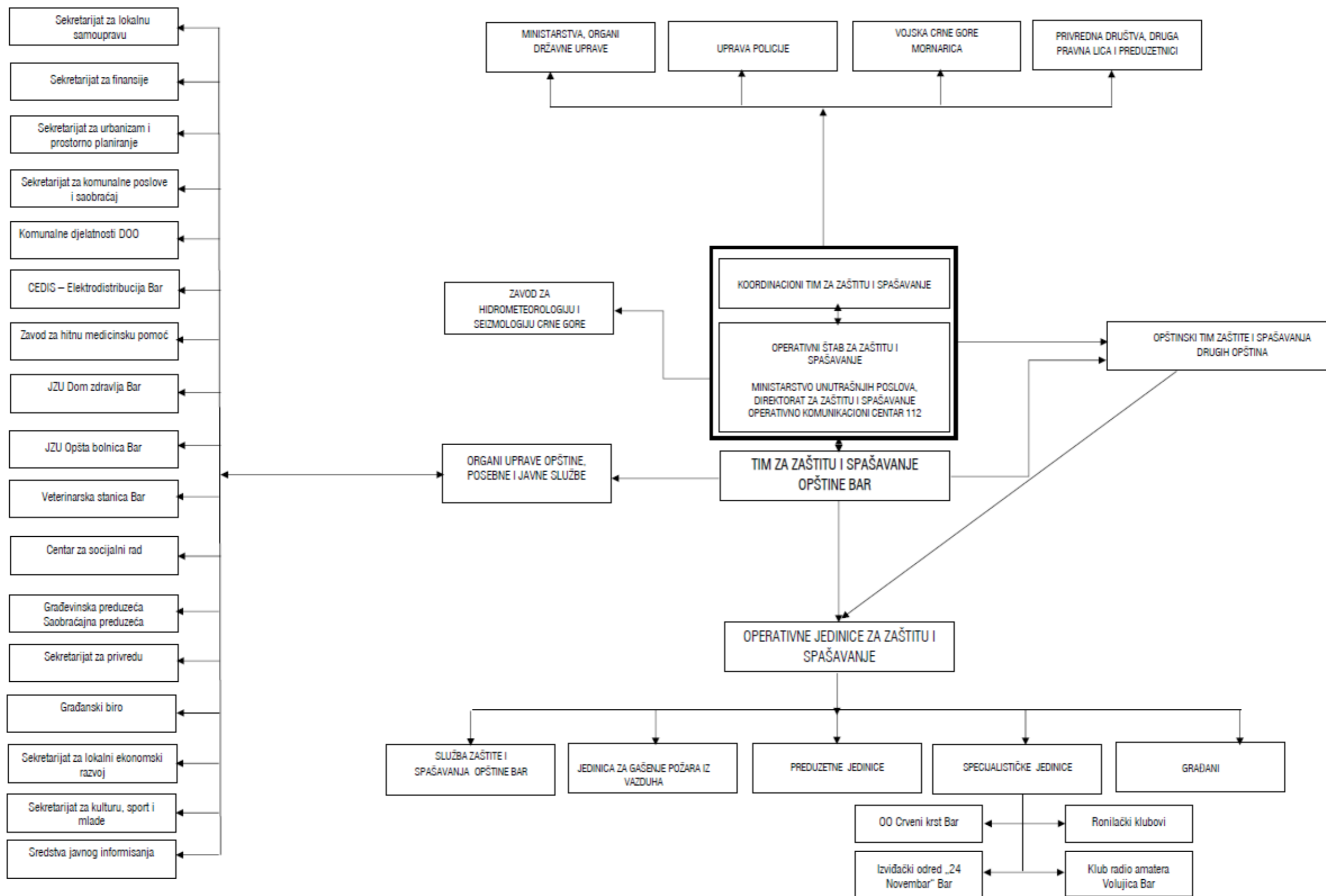
Naziv društva:	Vodovod i kanalizacija DOO Bar	
Ljudski resursi:	Ukupno:	171
	Muškarci:	
	Žene:	
	Odgovorno lice:	Mladen Đuričić, tel. 069 610010
	Osposobljeni za pružanje prve pomoći:	
Materijalni resursi:	Naziv sredstva:	Komada:
Vozila	Vozila B kategorije	24
	Vozila C kategorije	9
Kamioni i ostale mašine za transport	1. Mercedes 814-kiper 2. TAM 130T L- (cistijerna za vodu) 3. TAM 190T 15-kanal Yeta (za održavanje atm. i fek.mreže) 4. Iveco Daily-furgon (kombi radionica) 5. Daimler sprinter-311 CDI (kombi radionica) 6. Iveco Daaily 65C 15-kiper 7. Mercedes Actros-2035(za održavanje atm. i fek.mreže) 8, Mercedes Atego 1215(cistijerna za crpljenje) 9. Mercedes Atego 1518(cistijerna za vodu) 10. Humer WL 360-prikolica	
Rovokopači, bageri, utovorivači i ostale kombinovane mašine	1. Rovo kopač Torpedo 2. Rovo kopač ICB-I	
Dizalice, kranovi i pomoćne mašine (agregati, pumpe)	Pumpe	5 kom
	agregat	1 kom
	mobilni kompresor	1 kom
Broj terenskih kuhinja auto-prikolice	1 auto prikolica	

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

Pumpe za vodu	5 Honda Ø 3"
Elektroagregati do 5 kW	1
Kobre	1

Materijalni resursi:	Naziv sredstva:	Komada:
Ostala sredstva i oprema:	Hitachi basilica 1100 wat	1
	Motorna testera Stihl 180	1
	Motorna testera Stihl 290	1
	Motorna kosilica Stihl 120	1
	Zaštitne čizme	9
	Sigurnosna gas maska	6
	Tronožac sa čekrkom i amortizerom udarca	1
	Lampe sa zaštitom od požara	3
	Uređaj za detekciju gasa X-AM 2500 I 5000	2
	Konopac sa sigurnosnom zakačkom L-5 m	3

5. Organizaciona šema djelovanja



6. 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 OSTANETE 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



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**.

7. Pregled skloništa na teritoriji opštine Bar

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 opštine Bar:

Skloništa koja koristi MUP:

Red. br.	Lokacija skloništa (adresa)	VRSTA		Površina (m ²)	Katastarska parcela	List nepokretnosti
		Javna blokovska i kućna	Skloništa u preduzećima i ustanovama			
1.	Blokovsko sklonište A-2 u suterenu u zgradi br. 1	*		148 m ²	5709/11	LN 2325
2.	Javno sklonište F na ulazu 1 u zgradi br.1 u suterenu Novi Bar	*		2x 225m ²	5808	LN 1638
3.	Javno sklonište B u suterenu zgrade br. 10 (prvi ulaz)	*		225 m ²	5777	LN 2309

Skloništa koja su u državnom vlasništvu:

Red. br.	Lokacija skloništa (adresa)	Površina (m ²)	Kat.parc.	List nepokretnosti	Vlasnik shodno LN	Stanje skloništa kratak opis	Da li je izdato ili ne?	NAPOMENA
1.	Blokovsko sklonište A2, Topolica II, Bar, zgrada A, izgrađeno 1990.god.	148 m ² korisne površine	5709 Br.2, zgrada 1	2325	RCG	Uslovno. Prilaz otežan, uske stepenice, FVU ne radi, nema mokri čvor,suvo	NE	Predlog da se koristi za potrebe Direktorata za zaštitu i spašavanje.
2.	Blokovsko sklonište E14, Topolica II, Bar, izgrađeno 1995.god.	225 m ²	5709 Br.2, zgrada 2	2329	RCG	Uslovno. Nema opremu,suvo ali vlaži,dobar prilaz,ima mokri čvor. Funkcionalno je.	NE	Sklonište nelegalno koristi fizičko lice
3.	Blokovsko sklonište H24, Topolica II, Bar	200 m ²	5709 Br.334 Zgrada 1	2323	RCG	Uslovno. Nema opremu,vlaži, uske stepenice	NE	Koristi ga MUP-Direktorat za upravne unutrašnje poslove- PJ Bar
4.	Blokovsko sklonište S- Sutomore-Bar	286 m ²	2000	111	RCG	Uslovno, preuređeno za diskoteku	DA	
5.	Javno sklonište "F", Topolica I-Bar. Izgrađeno 1988.god.	2x225 m ² (dvije polovine po 225 m ²)	1.zgrada 1 2.zgrada 1	1638	RCG	Uslovno. Dobar prilaz, vlaži.	DA	

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA OD ZEMLJOTRESA

6.	Javno sklonište "B", Topolica I-Bar Izgrađeno 1987.god.	225 m ²	5777 Zgrada 10, broj 6	2309	RCG	Uslovno. Dobar prilaz, vlaži i plavi.	DA	
7.	Sklonište u zgradi "Tri kule" - Kula II, ul. Vladimira Rolovića, Bar	245 m ²	5711 Zgrada 2. br.166	2285	RCG	Uslovno. Sklonište pretvoreno u magacinski prostor od strane vlasnika poslovnih prostora – funkcionalno	NE	Koristi ga firma DOO "Džemo", bez zakupa
8.	Sklonište u zgradi "Tri kule" - Kula I, ul. Vladimira Rolovića, Bar	245 m ²	5711 Zgrada 3. br.167	2285	RCG	Uslovno. Sklonište pretvoreno u magacinski prostor od strane vlasnika poslovnih prostora – funkcionalno	NE	Koristi ga Robna kuća "2.decembar", iznad skloništa, bez zakupa
9.	Sklonište u zgradi E-8, ul. Jovana Tomaševića, Bar	331 m ² + 96 m ²	5757 Zgrada 2 br.30 Zgrada 2 Br.31	1107	RCG	Uslovno. Dio skloništa pretvoren u magacinski prostor od strane vlasnika poslovnog prostora.	NE	Koristi ga fizičko lice

8. Radna grupa za izradu plana

1. Prof. dr Branislav Glavatović, dipl. inž. geol.
2. Slobodan Dakić, dipl. inž. građ.
3. Mr Marija Jovanović, dipl. fizičar
4. Blagoje Konatar, dipl. inž. maš
5. Mr Bojana Zindović, dipl. inž. hem. teh.
6. Mr Radoje Bogdanović, dipl. inž. maš.
7. Mr Ivana Raičević, dipl. inž. el.

GRAFIČKA DOKUMENTACIJA