



Pregledni rad

TAKTIKA ZAŠTITE I SPASAVANJA IZ RUŠEVINA U URBANIM SREDINAMA

Dean Sretenović¹, Vladimir M. Cvetković^{2,3,4*}, Vangel Milkovski⁵

¹ Akademija tehničkih strukovnih studija, Beograd, odsek Zemun

² Fakultet bezbednosti, Univerzitet u Beogradu, Gospodara Vučića 50, 11040; vmc@fb.bg.ac.rs

³ Naučno-stručno društvo za upravljanje rizicima u vanrednim situacijama, Dimitrija Tucovića 121, Belgrade, Serbia

⁴ Međunarodni institut za istraživanje katastrofa, Dimitrija Tucovića 121, Beograd, Srbija.

⁵ Škola nacionalne odbrane, Univerzitet odbrane, Beograd, Veljka Lukića Kurjaka 33, 11 000 Beograd

* Korespondencija: vmc@fb.bg.ac.rs.

Apstrakt: Taktika zaštite i spasavanja iz ruševina u urbanim sredinama predstavlja ključnu oblast u taktici zaštite i spasavanja u vanrednim situacijama. Ovaj rad istražuje metode zaštite i spasavanja koje se primenjuju u vanrednim situacijama izazvanim zemljotresima u urbanim sredinama. Cilj rada predstavlja analiza najefikasnijih pristupa zaštite i spašavanja, uzimajući u obzir specifičnosti urbanog okruženja. U radu se detaljno razmatraju tehnike pretrage, identifikacije i spašavanja unutar ruševina, kao i koordinacija između različitih timova i agencija koje učestvuju u hitnim intervencijama. Poseban fokus stavljen je na primenu savremenih tehnologija, uključujući senzore, dronove i robotske sisteme, kako bi se povećala efikasnost i sigurnost operacija spasavanja. Pored toga, analiziraju se i faktori rizika koji utiču na uspešnost operacija spasavanja iz ruševina, uključujući infrastrukturne izazove, komunikacione prepreke i logističke ograničenja. Na osnovu ovih analiza, predstavljaju se preporuke za unapređenje taktika zaštite i spasavanja u urbanim sredinama, sa ciljem smanjenja potencijalnih gubitaka ljudskih života i materijalnih šteta u vanrednim situacijama.

Ključne reči: vanredne situacije, zemljotresi, taktika zaštite i spasavanja, spasavanje iz ruševina, urbano okruženje.

1. Uvod

Ugroženost čoveka i njegove imovine predstavlja neodvojiv deo evolucije ljudskog društva, gde se prirodne i veštačke pretnje menjaju u skladu s napretkom civilizacije (Cvetković, 2019; Cvetković, Adem, & Aleksandar, 2019; Ocal, Cvetković, Baytiyeh, Tedim, & Zečević, 2020; Cvetković & Svrđlin, 2020). Nastojanja čoveka da dominira prirodom često dovode do situacija koje evoluiraju u ozbiljne katastrofe, sve učestalije i raznovrsnije, sa značajnim posledicama. Pojam katastrofe obuhvata događaje, bilo prirodne ili izazvane ljudskim delovanjem, koji imaju potencijal da unište život, prirodni pejzaž i infrastrukturu koju je čovek izgradio (Cvetković, 2020; Cvetković, Bošković, Janković, & Andrić, 2019; Cvetković & Milašinović, 2017; Cvetković & Petrović, 2009; Cvetković, Radovanović, & Milašinović, 2021). S porastom urbanizacije i širenjem naseljenih područja sa razvijenom infrastrukturom, stanovništvo postaje izloženije većim rizicima u slučaju katastrofa. Ključno je pripremiti se za potencijalne urbane katastrofe i obezbediti efikasan oporavak kako bi se minimalizovali gubici (Cvetković & Filipović, 2019; Cvetković et al., 2019; Cvetković, Cvetković et al., 2015; Planić & Cvetković, 2021, 2022). Ubrzani i efikasan odgovor zavisi od razvijenih sposobnosti snaga za spasavanje iz ruševina.

Kategorizacija prostora u urbanim i ruralnim sredinama, kao i definisanje odgovarajućih pojmova, predstavlja dugotrajno proučavano područje s razlikama koje proizlaze iz istorijskih, regionalnih, lokalnih, kulturnih i međunarodnih konteksta. Stvarni primeri poput zemljotresa u Nepal i Ekvadoru, uragana na Haitiju i Filipinima, te poplava u Bangladešu, Balkanu i Zapadnoj Africi, jasno ilustruju ranjivost urbanih sredina u prirodnim katastrofama. Takođe, izazovi kao što su oružani sukobi i nasilje postaju sve značajniji, s više od 50 miliona ljudi širom sveta pogođenih oružanim sukobima u urbanim područjima poput Alepa, Homsa, Luganska, Donjecka, Bangija ili Maidugurija.

U Republici Srbiji ne postoji zvanična definicija ruralnih i urbanih sredina. Za određivanje ovih sredina često se koristi postojeća statistička klasifikacija naselja, koja se oslanja na pravne kriterijume za određivanje gradskih naselja, dok se naselja izvan ove kategorije klasifikuju kao druga naselja, samim tim ih poistovećujući s ruralnim naseljima. Ovaj način klasifikacije je predmet rasprave i neadekvatan, što je povezano s nepostojanjem sela u zvaničnoj statistici Srbije.

Sinonim za urbanu sredinu jeste pojam naselja ili naseljenog mesta, definisan kao svako stalno ili privremeno naseljeno područje u kojem se odvija ili na koje se oslanja neka aktivnost, a koje ima svoje ime, nezavisno od broja kuća (Van Kamp, Leidelmeijer, Marsman, & De Hollander, 2003). Ova definicija isključuje privremena naselja, gde sezonski boravi relativno mali broj stanovnika. Ostala naselja, izuzev privremenih, mogu se klasifikovati u dve osnovne kategorije: gradska i ruralna. Ove kategorije naselja podložne su tipološkoj raznolikosti koja proizlazi iz geografskih, urbanističko-arhitektonskih i drugih faktora.

U okviru urbanih naselja, gradova, postoje različite tipologije kojima se definišu specifičnosti njihove strukture (Horton & Reynolds, 1971). Na primer, veliki metropoli može se razlikovati od manjih gradova ne samo po veličini već i po gustini naseljenosti, organizaciji infrastrukture, prisustvu ključnih institucija i privrednim karakteristikama. Urbanističko-arhitektonska raznolikost takođe može biti rezultat kulturnih i istorijskih faktora, odražavajući različite periode gradskog razvoja. S druge strane, ruralna naselja karakterišu svoje specifičnosti u odnosu na urbana. Ova naselja obuhvataju sela i manja naselja van gradskih područja. Geografski položaj, tipovi poljoprivrednih aktivnosti i tradicionalni obrasci naseljavanja često definišu ruralnu tipologiju naselja. Uzimajući u obzir ove različite tipologije naselja, urbanistički planeri i stručnjaci za razvoj imaju zadatak prilagođavanja strategija i planova kako bi odgovorili na specifičnosti svake kategorije, doprinoseći održivom i ravnotežnom razvoju naseljenih područja.

Klasifikacija katastrofa (Cvetković, 2015; Mlađan & Cvetković, 2013), razlikuje dve osnovne kategorije : prirodne (koje nastaju nezavisno od ljudskog delovanja) i tehnološke (koje mogu biti uzrokovane namera- vano ili nenameravano od strane ljudi). Prirodne katastrofe se, prema fizičkom uzroku, dele na pet podgrupa: (1) geofizičke, (2) meteorološke, (3) hidrološke, (4) klimatološke i (5) biološke, obuhvatajući ukupno 12 tipova i preko 20 podtipova katastrofa. Iako se možda na prvi pogled čini malo, kada velika prirodna katastrofa pogodi ograničeno područje, lokalni broj žrtava može biti izuzetno visok. Postoji nekoliko vrsta prirodnih katastrofa čiji su glavni uzroci: zemljotresi, olujni vetrovi, talasi (i cunamiji), poplave, klizišta, požari, vulkani, pad meteora i drugi (Cvetković, Janković, & Milojević, 2016; Cvetković & Jovanović; Cvetkovic et al., 2021; Cvetković, Radovanović, & Milašinović, 2021; Cvetković, Tanasić, et al., 2021).

U suočavanju s katastrofom, infrastruktura koju je izgradio čovek često se pokazuje kao najslabija karika (Cvetković & Kezunović, 2021). Zgrade, putevi, mostovi i brane postaju najrizičnija mesta kada dođe do katastrofe. U većini slučajeva, dolazi do razaranja građevinskih i drugih infrastrukturnih objekata na ugroženom području. To dovodi do opadanja životnog standarda i kvaliteta života, što zahteva hitnu reorganizaciju života uslovljenu specifičnim okolnostima. Često se suočavamo s problemima evakuacije, neophodnih migracija stanovništva i boravkom u improvizovanim uslovima. U takvim situacijama stvaraju se specifični mehanizmi i oblici ponašanja, gde reakcija ljudi zavisi od različitih faktora (Al-ramlawi, El-Mougher, & Al-Agha, 2020; Chakma, Hossain, Islam, Hasnat, & Kabir, 2020; VCvetković & Janković, 2020; Ócal, 2019; Perić & Vladimir, 2019; Vibhas, Bismark, Ruiyi, Anwaar, & Rajib, 2019; Xuesong & Kapucu, 2019).

Povećana učestalost katastrofa i njihov visok trošak u smislu ljudskih života i obnove delimično se može objasniti činjenicom da savremeno društvo sve više naseljava urbanim i prigradskim područjima. Kada katastrofe pogode nenaseljena područja, prolaze bez značajnih posledica, ali kada zahvate velike koncentracije ljudi i imovine, stvaraju urbane katastrofe (Adamović, Milojević, Nikolovski, & Knežević, 2021; Aktar, Shohani, Hasan, & Hasan, 2021; El-Mougher & Mahfuth, 2021; Olawuni, Olowoporoku, & Daramola, 2020; Thennavan, Ganapathy, Chandrasekaran, & Rajawat, 2020).

Najveći deo gubitaka odnosi se na uništavanje zgrada različite namene i stambenih objekata, što takođe utiče na sposobnost preživelih da se fizički i finansijski oporave. Uticaj katastrofa, poput zemljotresa ili oluja, na građevinski fond otkriva nedostatak odgovarajućih standarda u mnogim zemljama kako bi se sprečile ili barem minimalizovale štete od opasnosti. Zgrada, kao objekat sa krovom i spoljnim zidovima, namenjena je zaštiti od vremenskih i spoljnih uticaja, te za stanovanje, obavljanje delatnosti ili smeštaj stvari. Gubici se posebno odnose na uništavanje zgrada različite namene i stambenih objekata, što značajno utiče na oporavak preživelih (Cvetković, 2022).

Pojedinačni objekat se smatra zasebnim u slučaju zajedničke konstrukcije (npr. spojenih zgrada ili kuća u nizu) ili deljenja protivpožarnim zidom. Ako u zgradama zajedničke konstrukcije nema protivpožarnog zida, objekti se smatraju pojedinačnim ako imaju poseban ulaz, sopstveni sistem održavanja i mogu se koristiti nezavisno.

2. Pojam srušene građevinska strukture

Kada dođe do oštećenja unutrašnjih nosivih konstrukcijskih elemenata zgrade, posledice takvih situacija mogu biti ništa manje od katastrofalnih. Oštećeni nosivi elementi čine osnovnu strukturu zgrade, obebeđujući joj potrebnu čvrstoću i stabilnost. Kada ovi ključni elementi budu narušeni, to može dovesti do ozbiljnog gubitka strukturalne integriteta zgrade, često rezultirajući njenim potpunim urušavanjem. Ovakav ozbiljan scenario može biti izazvan različitim uzrocima, a među najčešćim su građevinske aktivnosti, zemljotresi i požari. Građevinske aktivnosti, ako nisu pažljivo izvedene ili ako se koriste neadekvatni materijali, mogu narušiti integritet unutrašnjih nosivih elemenata. Zemljotresi, kao prirodna pojava, mogu izazvati podrhtavanje tla koje deluje na strukturu zgrade, dovodeći do ozbiljnih oštećenja. Požari, s druge strane, mogu direktno uticati na čvrstoću materijala od kojih su izgrađeni nosivi elementi, oslabljujući ih i smanjujući sposobnost podnošenja tereta (Cvetković, 2022).

Važno je razumeti da ozbiljna oštećenja unutrašnjih nosivih konstrukcijskih elemenata ne samo da ugrožavaju sigurnost ljudi unutar zgrade, već i predstavljaju ozbiljan izazov za spasilačke operacije. U situacijama gde dolazi do oštećenja nosivih elemenata, od ključnog je značaja brza i efikasna reakcija kako bi se minimizirale štete i potencijalno spašavale životi. Ovaj kompleksan izazov zahteva koordinaciju između stručnjaka za građevinsko inženjerstvo, vatrogasaca i drugih hitnih službi kako bi se adekvatno reagovalo na ozbiljne situacije ovog tipa (Planić & Cvetković, 2021).

Jedan od mogućih ishoda je da se unutrašnji konstrukcijski elementi slome, dovodeći do toga da se zgrada sruši u sebe. Paralelno s tim, spoljašnji zidovi se uvlače u strukturu koja pada, čineći situaciju još opasnijom. S druge strane, ukoliko oštećenje konstrukcije potiče od eksplozije ili prirodnih sila, poput ekstremnih vremenskih uslova, zgrada se može srušiti prema spolja. Ovo dovodi do stvaranja manje gustog i više rasutog polja otpada. Uzimajući u obzir specifične okolnosti, važno je napomenuti da zgrade iste klase i vrste konstrukcije mogu pokazivati različite oblike urušavanja. Ovo je posledica raznolikosti uzroka i faktora koji utiču na stabilnost zgrade u datom trenutku. Razumevanje ovih varijacija je ključno kako bi se efikasno planirale i sprovele operacije spašavanja i intervencije u vanrednim situacijama (Cvetković, 2022).

Posebna pažnja treba biti posvećena činjenici da urušene strukture često nisu potpuno uništene, već sadrže praznine ili šupljine u kojima zarobljeni pojedinci mogu preživeti određeni vremenski period. Identifikacija potencijalnih skloništa zahteva poznavanje karakteristika različitih vrsta građevina. U širem kontekstu građevinarstva, termin "struktura" obuhvata sve objekte koji su izgrađeni s međusobno povezanim delovima na fiksnoj lokaciji na tlu. Ovo uključuje ne samo stambene zgrade već i druge građevinske konstrukcije dizajnirane da podnesu određeno opterećenje, čak i ako nisu namenjene za stanovanje. Inženjeri koriste izraz „negrađevinske" strukture kako bi opisali objekte kao što su tuneli, mostovi i slično (Cvetković, 2022).

U situacijama vanrednih događaja, stručnjaci iz oblasti građevinarstva i spasavanja zajedno rade kako bi identifikovali bezbedna područja, pružili pomoć zarobljenima i sproveli akcije spašavanja. Ova saradnja je ključna kako bi se osigurala brza i efikasna reakcija na raznovrsne izazove koje mogu predstavljati urušene strukture različitih tipova. Okvirne zgrade, često poznate i kao skeletne ili okvirne konstrukcije, igraju ključnu ulogu u urbanoj arhitekturi i industriji građevinarstva. Njihova popularnost proizlazi iz efikasnog i ekonomičnog načina raspoređivanja nosivog tereta, pružajući izuzetnu fleksibilnost u organizaciji prostora. Ovakve konstrukcije, obično izrađene od čelika ili armiranog betona, predstavljaju moderni pristup projektovanju zgrada, pružajući stabilnost i otpornost na urušavanje. Osnovna karakteristika okvirnih zgrada je njihova strukturalna fleksibilnost, koja im omogućava da podnesu različite vrste opterećenja, uključujući horizontalna opterećenja uzrokovana vetrom ili zemljotresima. Ova vrsta konstrukcije posebno je pogodna za visoke zgrade i objekte sa širokim otvorenim prostorima, poput trgovinskih centara, sportskih hala ili industrijskih objekata. U okvirne zgrade pokazuju visok stepen otpornosti na oštećenja i strukturalne kvarove. Kada su izložene nepredviđenim događajima kao što su požari, potresi ili eksplozije, ove zgrade mogu zadržati strukturalnu celovitost u određenom stepenu, minimizirajući posledice katastrofa.

Zahvaljujući efikasnosti i sigurnosti okvirnih zgrada, ova vrsta konstrukcije postala je dominantna u urbanom planiranju širom sveta. Njihova široka primena u različitim sektorima čini ih ključnim elementom savremenog građevinskog pejzaža. Ovo naglašava potrebu za stalnim istraživanjima i inovacijama u oblasti građevinskog inženjeringa kako bi se unapredile performanse i održivost ovih struktura. Mnoge građevinske strukture ne predstavljaju zgrade i u ove strukture

ubrajamo mostove, spoemenike, tunele, pristaništa, železničku infrastrukturu, stadioni, sportske dvorane i sl. Vatrogasne i spasilačke službe takođe moraju uzeti u obzir rizik koji predstavljaju privremeni objekti kao što su skele, sajamski tereni, dizalice i privremeni štandovi na događajima, posebno tamo gde je prisutan veliki broj ljudi.

3. Uzroci urušavanja zgrada

Urušavanje zgrade je kompleksan proces koji nastaje kada nosivi elementi konstrukcije, kao što su krov, ploče, grede, stubovi, temelj, ili čak zidovi, ne mogu izdržati teret (mrtvo opterećenje) ili pritisak koji deluje na njih (živo opterećenje). Ova nesposobnost ojačanja strukturalnih komponenti dovodi do slabljenja zgrade, a u kritičnim situacijama može dovesti do potpunog urušavanja. Zgrada se uglavnom ruši kada jedna ili više njenih kritičnih strukturalnih komponenti oslabe. Ove kritične strukturalne komponente uključuju; krov, ploče, grede, stubove, temelj ili ponekad čak i zidovi. Brojni su uzroci urušavanja i oni se mogu klasifikovati u dve grupe: ljudski uzroci i prirodni uzroci. Ljudski uzroci urušavanja zgrada su ljudske greške, nemar itd.. Prirodni uzroci su van uticaja ljudi, kao što su poplava, zemljotres, klizište, mulj itd. Uzroci urušavanja zgrada koje je prouzrokovao čovek najčešće se dešavaju tokom projektovanja, izgradnje i korišćenja zgrade, dok se prirodni uzroci uglavnom javljaju tokom životnog veka zgrade i njenog korišćenja (Cvetković, 2022).

U slučaju urušavanja, često je rezultat kompleksnog mehanizma, gde više faktora doprinosi kritičnom stanju zgrade. Na primer, zgrada sa projektom greške u odnosu na požar povećava verovatnoću urušavanja, posebno ukoliko postoji neadekvatan plan bezbednosti. Identifikacija mehanizma kvara konstrukcije postaje ključna kako bi se prepoznali ključni elementi koji doprinose mogućem urušavanju. Indikativni znaci i simptomi koji ukazuju na slabljenje konstrukcije, kao što su pukotine, deformacije ili promene u strukturalnoj integritetu, igraju presudnu ulogu u oceni rizika i određivanju strategije spasavanja. Svi ovi podaci moraju biti integrisani u sveobuhvatnu procenu kako bi se identifikovali potencijalni rizici i obezbedila adekvatna reakcija.

Razlozi za urušavanje strukture mogu varirati i uključivati različite faktore. Požari, eksplozije, projektne greške, geološka nesigurnost tla, ekstremni vremenski uslovi ili njihova kombinacija mogu predstavljati pretnju stabilnosti zgrada. Na primer, požar može oslabiti čelične konstrukcije, dok geološka nesigurnost tla može izazvati pomeranje

temelja. Razumevanje ovih raznolikih uzroka od suštinske je važnosti za efikasno upravljanje rizikom od urušavanja zgrada i pravilno planiranje preventivnih mera kako bi se smanjila opasnost od ozbiljnih incidenata. Efekti požara mogu oslabiti podove i potporne stubove, potisnuti zidove kroz proširenje čeličnih greda, dok voda koja se koristi u gašenju požara može povećati nametnuto opterećenje zgrade. Čelična konstrukcija iako ostavljena nakon požara može biti značajno oslabljena.

Eksplozivi, kada se detoniraju, stvaraju udarni talas, koji se sastoji od visoko kompresovanih čestica vazduha koje uzrokuju većinu oštećenja na strukturama zgrada (Bošković & Cvetković, 2017). Ako eksplozija potiče iznutra zgrada rezultujući nadpritisak raznese podne, krovne i zidne panele i čak može oštetiti čelične konstrukcijske elemente do te mere da dođe do progresivnog rušenja zgrade. U slučaju eksterne eksplozije, udarni talas se odbija i pojačava, a zatim prodire kroz otvore, podvrgavajući zidne i podne površine velikim pritiscima. Udarni talas pokreće krhotine veoma velikom brzinom i, u velikoj eksploziji, može izazvati kratkotrajno podrhtavanje tla visokog intenziteta. U nekim slučajevima oštećenja usled eksplozije, zgrada se može srušiti u pravcu ka spolja, gde će se krhotine raširiti na širokom području sa smanjenjem gustine, udaljavajući se dalje od centra eksplozije (V. Cvetković & Kezunović, 2021)

Projektne greške mogu prouzrokovati slabosti delova konstrukcije koje mogu kasnije da propadnu usled delovanja požara, ekstremnih vremenskih uslova ili drugog velikog opterećenja. Zgrada koja se ruši ili renovira može se urušiti ako se ukloni previše nosivih zidova ili podova bez uzimanja u obzir uticaja na druge strukturne elemente. Podjednako, materijali ispod propisanog standarda koji se koriste u građevinarstvu ili loša izrada tokom faze izgradnje može rezultirati uružavanjem zgrade ukoliko ona bude izložena dodatnim silama.

Geološka slabost tla može prouzrokovati urušavanje zgrada usled pomeranja slojeva na kojima su postavljeni temelji, npr. zemljotresa, sleganja itd. (Cvetković, Tanasić, et al., 2021). Ovo kretanje može da izazove preveliki stres na konstrukciju preopterećujući je i izazivajući rušenje. Pored navedenog postoji mogućnost da tlo na kojem je zgrada izgrađena može da oslabi do te mere da nije u stanju da izdrži težinu zgrade. Uzrok pomeranja tla može biti i velika količina vode koja uzrokuje da tlo gubi svu kohezivnost i čvrstoću i zgrada bukvalno tone u zemlju.

Ekstremni vremenski uslovi kao što su veoma velike brzine vetra mogu premašiti „projektovane granice“ zgrade (Cvetković, Gačić, & Jakovljević, 2015; Wang & Gaffen, 2001). Snage vetra deluju na spoljašnjost zgrade i najčešće uzrokuju podizanje krova. Velike poplave, posebno tamo gde je zgrada poplavljena tekućom vodom, izaziva sličan pritisak i takođe može delovati na temelje. Obilne padavine takođe mogu izazvati poplave u zatvorenim prostorima, a vazdušni pritisak može uticati na kretanje gasova. Jaki vetrovi mogu uticati na nesigurne delove zgrada u nesigurnim položajima. Vetar i voda mogu nanositi različite predmete na strukturu i na taj način je dodatno oslabiti i povećati verovatnoću urušavanja. Sneg i voda koji leže na horizontalnim krovnim površinama povećavaju opterećenje na konstrukciju i mogu biti uzrok urušavanja.

4. Vrste ruševina

U procesu rušenja zgrada, gubitak stabilnosti igra ključnu ulogu, dovodeći do značajnih promena u osnovnom obliku i integritetu konstrukcije. Ova transformacija nastaje usled delovanja različitih sila koje zajedno izazivaju slabljenje strukture. Oslabljena struktura postaje manje otporna na sile i terete kojima je izložena, što pokreće proces stalnih promena dok ne postigne novu stabilnu formu. Nastanak ruševina često je praćen nizom karakterističnih obrazaca, svaki sa svojim specifičnostima u vezi s opasnostima i mogućnostima pretrage i spašavanja. Razumevanje ovih obrazaca je od suštinskog značaja kako bi se pružila efikasna pomoć i reagovalo na hitne situacije. Konačni oblik ruševina može biti rezultat kombinacije različitih faktora, uključujući vrstu konstrukcije, materijale korišćene u izgradnji i intenzitet sile koja je uzrokovala rušenje (Nettleton, Martin, Hencher, & Moore, 2005).

U okviru kategorizacije ruševina, mogu se identifikovati tri osnovne vrste: unutrašnje ruševine koje se dešavaju unutar zgrade, spoljašnje ruševine koje zahvataju spoljne strukture ili fasade, i totalne ruševine koje obuhvataju potpuno srušenu konstrukciju. Razumevanje ovih različitih kategorija ruševina omogućava stručnjacima za spasavanje da pravilno procene situaciju, identifikuju potrebu za intervencijom i usmeravaju resurse tamo gde su najpotrebniji u cilju spašavanja života i minimiziranja štete. Unutrašnje ruševine svrstavaju se u četiri kategorije: a) pljosnata ruševina, b) kosa ruševina, v) "V" ruševina i g) konzolna ruševina. Pljosnata ruševina (palačinka kolaps) podrazumeva da postoji kvar u nosivim zidovima ili gornji sprat pokvari i pada

horizontalno na pod ispod. Termin "palačinka kolaps" koji se koristi na Zapadu prvi put je upotrebljen da opiše rušenje zgrade u Bronksu u Njujorku u avgustu 1980. godine. Struktura oslabljena vatrom je prouzrokovala da podovi sukcesivno padaju jedan na drugi, slažući se. U ovom slučaju cela zgrada je uništena. U zloglasnijem i katastrofalnijem urušavanju ovaj efekat je uočen do krajnosti tokom uništenja kula blizakinja Svetskog trgovinskog centra u Njujorku u septembru 2001. godine. Dodatna težina uzrokuje da ovaj i naredni spratovi propadnu i padnu na niži nivo (ne uvek na nivo tla) (Hürlimann et al., 2019).

Urušavanje objekta na ovaj način se ponekad naziva progresivnim kolapsom i pogrešno se smatra totalnom ruševinom. Kosa ruševina se dešava kada je jedan kraj poda poduprt fragmentiranim strukturnim elementom ili krhotinama, dok suprotni kraj ostaje povezan sa stubom. Ugao između ankerisanog poda i stuba je obično između 45 i 55 stepeni, a veza se vrši samo preko dobijene čelične armature. Obrazac kose ruševine se često kombinuje sa pljosnatom ruševinom i stvara praznine trouglastog oblika gde se mogu pronaći potencijalni preživeli. „V“ ruševina podrazumeva teška opterećenja odozgo izazivna urušavanjem na datoj tački nivoa poda. Prekomerno opterećenje uzrokuje da sredina konstrukcije ne izdrži pritisak. Ovo stvara trouglaste praznine koje mogu delovati kao sigurno utočište. U drugom slučaju, moguće je urušavanje kada se pod odvoji od spoljašnjih nosećih zidova, ali je i dalje podržan jednim ili više unutrašnjih zidova ili pregrada. Praznine se stvaraju u blizini centra strukture i liče na slovo "A" ili na šator. Konzolna ruševina podrazumeva da konstrukcijski oslonci propadaju u blizini spoljnih zidova, ali ostaju na licu mesta na unutrašnjem nosivom elementu.

Spoljne ruševine se svrstavaju kao ruševine pod uglom od 90° , "zavesa" ruševine i ruševine spolja/iznutra. Ruševina pod uglom od 90° podrazumeva pad zida građevine napolje na rastojanje koje je najmanje jednako njegovoj visini. Krhotine će se širiti kako zid udari o tlo. "Zavesa" ruševina je jedan od tri tipa kolapsa zidanih zidova, ovo se dešava kada se spoljašnji zid od zida spusti kao zavesa koja se olabavi na vrhu. Urušavanje furnira od cigle, šupljine od cigle ili zidanog kamenog zida često se dešava na način pada zavesa. Kada glavni tok vazdušne platforme udari u zid od furnira iz neposredne blizine, to može da izazove urušavanje cigle.

Ruševina unutra/spolja podrazumeva urušavanje spoljašnjeg zida koji se horizontalno raspada. Vrh se sruši unutra, nazad na vrh strukture;

dno se urušava prema spolja prema ulici. Na ovaj način se urušavaju objekti sa drvenom konstrukcijom i okvirom, a urušavanje krova od drvene rešetke može izazvati sekundarno urušavanje prednjeg zida na ovaj način. Totalna ruševina je najteži oblik strukturalnog kvara i javlja se kada su se svi podovi srušili na nivo tla ili podruma i svi zidovi su se srušili na pod. Pored navedenih obrazaca ruševina postoje i mnogi drugi koji zavise od uzroka urušavanja koji se ne uklapaju u ove u ove jednostavne kategorije. Ti drugi obrasci su nagnuti totalni kolaps (zgrada koja pada kao celina na jednu stranu), rasprostranjeno višeslojno urušavanje (zgrada koja se širi ravno na jednu stranu) ili potonuće (gde tlo zgrade popušta i ona efektivno tone u celini ili delimično), kao i drugi potencijalni scenariji.

5. Spasavanje iz ruševina

Spasavanje iz ruševina u urbanim sredinama pogođenim katastrofama predstavlja kompleksan proces specijalističkog odgovora koji je jasno definisan različitim normativno-pravnim okvirima. Ovaj proces ima za cilj bezbedno izvlačenje žrtava iz urušenih građevinskih konstrukcija i drugih mesta zahvaćenih katastrofama. Uključuje niz specifičnih mera i postupaka koji se razlikuju od drugih intervencija, s obzirom na jedinstvene izazove koje predstavljaju materijali kao što su čelik, armirani beton i drugi koji karakterišu različite zgrade i konstrukcije.

Spasavanje iz ruševina obuhvata širok spektar radnji, uključujući pretragu, izvlačenje i pružanje prve pomoći onima koji su stradali. Osnovni cilj ovog procesa je smanjenje ljudskih žrtava i očuvanje materijalnih dobara koja su ugrožena pod ruševinama. Da bi se postigao ovaj cilj, države organizuju specijalizovane snage zaštite i spasavanja, opremaju ih odgovarajućom opremom i pružaju im potrebne veštine. Ove specijalne snage imaju ključne zadatke koji uključuju izviđanje i raskrčivanje ruševina, izvlačenje ugroženih ljudi i dobara iz ruševina, kao i obezbeđivanje oštećenih građevinskih struktura. Njihova efikasnost igra ključnu ulogu u smanjenju rizika i posledica nastalih usled katastrofa.

U nekadašnjem sistemu civilne zaštite SFRJ postojale su posebne specijalizovane jedinice za spasavanje. Osnovna namena ovih jedinica sastavljenih od obveznika civilne zaštite i tehničkih sredstava tadašnjih privrednih organizacija bila je spasavanje iz ruševina, oštećenih i polavljenih zgrada i drugih objekata i kontaminiranih područja.

Jedinice za spasavanje bile su organizovane u odeljenja, vodove i čete sa nadležnostima na različitim nivoima od mesne zajednice do nivoa opštine i većih privrednih subjekata. Takav koncept organizacije jedinica civilne zaštite pretrpeo je znatne izmene do današnjih dana (Cvetković, 2022).

Suštinske promene u prirodi pretnji nacionalnoj bezbednosti i odbrani, radikalno izmenjen sadržaj, sredstva i načini suprotstavljanja bezbednosnim pretnjama i potreba uspostavljanja savremenih snaga koje treba da imaju sposobnosti da odgovore novim zahtevima određujuće su uticala na definisanje mesta i uloge jedinica za urbano spasavanje i traganje kao dela sistema zaštite i spasavanja u konceptu totalne odbrane Republike Srbije. Po svojoj suštini koncept totalne odbrane predstavlja oblik odbrambeno- bezbednosnog organizovanja ne samo države u užem smislu, nego i društva u celini. Za primenu koncepta totalne odbrane podjednaku ulogu imaju svi kapaciteti i resursi države. Podela zadataka i odgovornosti doprinosi većoj efikasnosti i efektivnosti a jedinstveno razumevanje koncepta omogućava lakše upravljanje i realizaciju zadataka na nacionalnom i međunarodnom nivou. Savremena iskustva iz prakse mnogih zemalja pokazuju da su jedinice za spasavanje iz ruševina organizovane, osposobljene i opremljene po određenim standardima za realizaciju operacija urbanog traganja i spasavanja (Urban search and rescue - USAR).

Urbano traganje i spasavanje predstavlja posebnu vrstu operacija posebno organizovanih, obučeni i opremljeni snaga koje u koordinaciji sa ostalim snagama na nacionalnom i, po ukazanoj potrebi međunarodnom nivou, obuhvata traženje žrtava (ljudi i životinja) u pogodnim područjima i lociranje, pristup, medicinski stabilizaciju i izvlačenje žrtava iz ugroženog područja. Sve složenije metode i procedure, kao i sposobnost angažovanja ovih snaga van nacionalnih granica, doveli su do potrebe za standardizacijom na međunarodnom nivou, što je najočiglednije u ulozi Međunarodne savetodavne grupe Ujedinjenih nacija za traganje i spasavanje (United Nations' International Search and Rescue Advisory Group - INSARAG) u velikim elementarnim nepogodama. INSARAG je jedinstvena platforma u razvoju metodologije za međunarodne snage za urbano traganje i spasavanje (UTIS).

INSARAG je globalna mreža od više od 90 zemalja i organizacija pod kišobranom Ujedinjenih nacija. INSARAG se bavi pitanjima vezanim za urbanu potragu i spasavanje, sa ciljem da uspostavi minimalne međunarodne standarde za snage za spasavanje i metodologiju za

međunarodnu koordinaciju u odgovoru na zemljotrese na osnovu Smernica INSARAG-a odobrenih Rezolucijom Generalne skupštine Ujedinjenih nacija 57/150 iz 2002. godine „Jačanje efikasnosti i koordinacije međunarodne pomoći za potragu i spasavanje u gradovima“ (Stojanović, 1984). Primena ovih standarda u razvoju jedinica za spasavanje iz ruševina u Republici Srbiji moguće je razviti zahtevanu sposobnost i time povećati efikasnost i efektivnost celokupnog sistema zaštite i spasavanja i civilne zaštite. INSARAG okvir delovanja jedinica za urbano traganje i spasavanje počiva na spoznaji da su naponi traganja i spašavanja hronološki i kontinuirani, i da počinju odmah nakon pojave katastrofe velikih razmera. Delovanje obuhvata sve nivoe organizovanja snaga, počevši od spontanijih akcija ugrožene zajednice neposredno nakon katastrofe, dopunjene u početku od strane lokalnih službi za hitne slučajeve, a zatim od nacionalnih spasilačkih timova.

U slučaju potrebe u operacije traganja i spasavanja mogu se uključiti i međunarodni timovi kao podrška nacionalnim spasilačkim naporima. Svaki novi nivo reagovanja zahteva veću sposobnost spasavanja i ukupni kapacitet, ali mora da se integriše i podrži odgovor koji već funkcioniše u slučaju katastrofe. Da bi se osigurala interoperabilnost između različitih nivoa organizovanja snaga za urbano traganje i spasavanje, od vitalnog je značaja da procedure, tehnički jezik i informacije budu zajednički i da se dele kroz sve nivoe okvira za angažovanje tokom operacija urbanog traganja i spasavanja.

6. Razvoj sposobnosti snaga za urbano traganje i spasavanje

Formiranje, opremanje, obučavanje i organizovanje jedinica za spasavanje iz ruševina zahtevaju poseban pristup koji može da počiva na opšteprihvaćenom modelu razvoja sposobnosti sistema odbrane Republike Srbije. Taj opšti pristup počiva na modelu planiranja razvoja zasnovanog na sposobnostima koji predstavlja kombinacija načela više pristupa u planiranju. Kako su snage Sistema za civilnu zaštitu deo ukupnih snaga na nacionalnom nivou, logično je da zbog potrebne integracije i razvoja interoperabilnosti³⁶ različitih snaga (vojne snage, policijske snage, snage civilne zaštite...), proces njihovog razvoja treba da bude deo ukupnih stratejskih usmerenja za sistem nacionalne bezbednosti i odbrane i da se odvija po opšteprihvaćenom konceptualnom pristupu u planiranju zasnovanom na sposobnostima. Opređenje za ovakav pristup je rezultat razumevanja prednosti ovakvog načina razvoja sposobnosti. Naime, ovaj način planiranja u obzir uzima neizvesnost u pogledu budućih stanja stvarnosti koja nas

okružuje. Ovaj model planiranja je ukorenjen u ponašanju čovjeka kao racionalnog aktera i njegovoj prirodi mišljenja za rešavanje problema. U osnovi ovoga pristupa u planiranju su tri promenljive: ciljevi (šta treba da se uradi), koncepti (način na koji treba nešto da se uradi) i snage (sa čime nešto treba uraditi). Ciljevi su nameravni rezultati delovanja dostupnih snaga po unapred utvrđenim konceptima (načinima).

Termin „koncept“ je relativno novijeg datuma koji se koristi u različitim naučnim oblastima i praksi. Takva činjenica ukazuje na različitost u njegovom definisanju. Razvoj sposobnosti snaga za UTiS najpribližniji je razvoju sposobnosti odbrambenih i vojnih snaga, pa postojeći način definisanja i upotrebe pojma koncept u vojnim snagama može poslužiti kao dobra osnova za razmatranje predmeta ovoga rada. Na osnovu analitičkog i spoznajnog osvrta na dostupne izvore koji se bave određivanjem predmetno-jezičkog značenja termina „koncept“ može se utvrditi da ima više značenja: 1. (lat. *conceptum, concipere*) zamisliti, shvatiti; 2. plan, nacrt, skica, prvi pismeni sastav nekog dela; 3. (lat. *conceptus*) pojam, sposobnost shvatanja i moć poimanja.

Uvidom u dostupnu literaturu koja obrađuje planiranje razvoja odbrambenih i vojnih snaga zasnovano na sposobnostima, vidljivo je da ne postoji opšteprivačena definicija koncepta i da se u različitim priručnicima za razvoj koncepata, oni definišu kao: „Opšte predloženo rešenje koje obuhvata potpunu i jasnu ideju o tome kako je neki problem moguće rešiti ili kako se može iskoristiti neka prilika sa ciljem dostizanja zahtevanih sposobnosti u datom kontekstu“ ili „...Koncepti omogućavaju realistično usmerenje na postojeće ili projektovane vojne izazove ili prilike, zahtevane sposobnosti radi odgovora tim izazovima i različita potencijalna rešenja. Bez konceptualnog osnova proces razvoja sposobnosti možda neće biti u potpunosti integrisan i sinhronizovan, rezultiraće neefikasnošću a odluke o razvoju mogu biti neodgovarajuće.“

U savremenom bezbednosnom okruženju postoje različiti izazovi, rizici i pretnje koji mogu da ostvare uticaj na definisane ciljeve. Priroda i karakter izazova, rizika i pretnji ukazuju da su u najvećem broju slučajeva kompleksni i nepredvidivi. Ova činjenica opredeljujuće utiče na razvoj snaga i njihovih sposobnosti za pravovremeni i adekvatan odgovor. U vremenu brzih promena u bezbednosnom okruženju je vrlo teško unapred sa velikim procentom tačnosti utvrditi vreme nastanka i ispoljavanja mogućih izazova, rizika i pretnji, pa odgovori kojima se

definišu načini upotrebe snaga u sistemu nacionalne bezbednosti i odbrane i dostizanju ciljeva, isto tako ne mogu biti određeni sa velikim procentom preciznosti. U uslovima skupih i dugotrajnih priprema pogrešno donošene odluke o razvoju snaga i njihovih sposobnosti za adekvatan odgovor na eventualne izazove, rizike i pretnje mogu da dovedu do bespotrebnog trošenja ograničenih budžetskih sredstava. Zbog toga je vrlo važno nakon određivanja ciljeva, definisati ideje o mogućim načinima upotrebe snaga i njihovim potrebnim sposobnostima koje se izgrađuju, razvijaju i održavaju preko određenih činilaca sposobnosti (propisi, obuka, organizacija, oprema, kadrovi i interoperabilnost) u dužem vremenskom periodu. Razvoj činilaca zahteva određena budžetska sredstva koja se moraju planirati i dodeljivati u skladu sa potrebama izgradnje zahtevanog nivoa sposobnosti.

7. Operacijske komponente snaga za urbano traganje i spasavanje

Operacijske komponente predstavljaju sposobnost snaga za urbano traganje i spasavanje, da u predviđenom vremenu i po određenim standardima i uslovima ostvaruju željene operativne efekte, kombinacijom snaga, sredstava i načina izvršenja. Upravljanje predstavlja mogućnost efikasnog planiranja, organizovanja, vođenja i kontrole operacija snaga UTiS radi ostvarivanja postavljenih ciljeva odnosno izvršavanja dodeljenih misija i zadataka. Razvoj sposobnosti upravljanja treba da bude usmeren na skraćivanje vremena reagovanje, za donošenje i prenošenje odluka, pravovremeno generisanje, pripremu i upućivanje snaga u zonu izvođenja operacija, kao i obezbeđivanje efikasnog planiranja i vođenja operacija.

Potruga predstavlja mogućnost efikasne fizičke pretrage po ugroženoj lokaciji koju izvode snage za UTiS sistematskim kretanjem, osluškivanjem poziva za pomoć i razgovorom sa preživelim. Obuhvata i potragu sa specijalno obučanim psima i elektronsku opremu za prisluškivanje i seizmiku. Ova tri osnovna tipa pretrage omogućavaju snagama za potragu da se fokusiraju na najvažnije potencijalne mogućnosti spasavanja. Spasavanje predstavlja mogućnost izvlačenja najvećeg broja žrtava u najkraćem vremenskom periodu, dajući prioritet tehničkim spasavanjima kojima lokalni resursi ne mogu pristupiti. Na osnovu rezultata pretrage, snage za UTiS moraju da odrede prioritete na lokacijama za spasavanje i da odrede koji resursi će biti posvećeni mestu za spasavanje na osnovu potencijalnog uspeha.

Generalno, spasavanje ima prioritet na osnovu verovatnoće ostvarivanja realizujući zadatke od lakših ka složenijim. Plan spasavanja će obezbediti da se svi napori sprovedu na sistematičan i koordinisan način, koristeći najsavremenije obaveštajne podatke o žrtvama i ruševinama.

Medicinska podrška predstavlja mogućnost pružanja medicinske nege povređenim u uslovima ograničenog pristupa u ruševinama. Redovne procedure trijaže i lečenja koje se svakodnevno koriste u bolničkom okruženju postaju problematične u situacijama sa ograničenim pristupom pacijentu, neuobičajenim položajem pacijenta i lošim osvetljenjem. Pružanje medicinske nege ovim pacijentima dok su još uvek zaraobljeni je suštinska aktivnost jer spasavanje može potrajati mnogo sati. Sam proces spasavanja može predstavljati rizik za pacijente i potreban je medicinski doprinos da bi se sprečili štetni uticaji tokom i nakon procesa spasavanja. Prepoznavanje i ublažavanje opasnosti je osnovni skup veština za pružaoce medicinskih usluga. Opasnosti mogu uključivati one koje se odnose na strukturu (npr. sekundarni kolaps, labavo podnožje, oštri predmeti, itd.), okruženje (npr. nizak nivo kiseonik, isparljivi gasovi, toplota, itd.) i same pacijente (npr. izmenjen mentalni status, telesne tečnosti predstavljaju specifične izazove u ovoj sredini). Bez adekvatne obuke, kondicije i opreme za reagovanje na ove scenarije, zdravstveni radnici mogu lako postati sekundarne žrtve tokom spasilačkih napora.

Logistička podrška predstavlja mogućnost snaga za urbano traganje i spasavanje da u predviđenom vremenskom periodu, pod određenim uslovima i sa raspoloživim resursima, zbrinjava, održava, snabdeva i premešta ljudstvo i opremu, radi obezbeđenja povoljnih uslova za efikasnu upotrebu tokom urbanog traganja i spasavanja. Zbog potencijalno dugotrajne prirode incidenta koji uključuje operacije UTiS potrebne su velike količine specijalizovanih modula i opreme za podršku aktivnostima.

Logistička podrška za UTiS čini veliki skup različitih aktivnosti, kao što su: predviđanje, sticanje i naručivanje neophodnih resursa potrebnih za izvođenje operacije spasavanja, praćenje statusa imovine, skladištenje i čuvanje resursa, uspostavljanje i koordinacija područja logističkih pozicija i operacija distributivnih tačaka u okviru opslužnog područja (područja spasilačke operacije), razmeštanje, premeštanje resursa unutar područja operacije spasavanja, upravljanje transportom i saobraćajem kontrolne jedinice u zoni operacije, uključujući između ostalog izradu plana saobraćaja, postavljanje prioriteta,

koordinaciju saobraćaja i praćenje saobraćaja, naručivanje i nabavku resursa i usluga prevoza, izradu rasporeda za saobraćaj (red), određivanje rezervoara goriva, ulja i vode, izrada mapa servisnog područja, izrada smernica za reagovanje osoblja, ponovna upotreba ili odlaganje materijala, demobilizacija u okviru oblasti operacije spasavanja, i dokumentovanje svih transakcija (Dembińska, Jedliński, & Marzantowicz, 2018).

8. Operacijske sposobnosti snaga za urbano traganje i spasavanje

Osnovne operacijske sposobnosti snaga za UTiS uključuju spasavanje iz urušene strukture, spasavanje u ograničenom prostoru, spasavanje u rovovima i spasavanje pod visokim/niskim uglom. Spasavanje iz urušene strukture predstavlja širok spektar aktivnosti uključujući delimično i potpuno srušene strukture. Ove konstrukcije mogu biti od lakog drveta uokvirene konstrukcije, srednje drvene/zidane konstrukcije ili teške armiranobetonske konstrukcije. Spasilačko osoblje koje reaguje na scenarije srušene strukture obučeno je za sledeće situacije: inicijalna procena stabilnosti strukture; podupiranje zgrade za hitne slučajeve radi zaštite osoba koje reaguju u hitnim slučajevima; spasavanje užetom; pakovanje i transfer pacijenta.

Spasavanje u ograničenom prostoru ima ograničena sredstva za ulazak ili izlazak (rezervoari, kante za skladištenje, trezori i jame). Pretnje koje se odnose na zatvorene prostore, kao što su opasni gasovi, predstavljaju jedinstvenu pretnju za žrtve i osobe koje reaguju. Operacije spasavanja u zatvorenom prostoru mogu zahtevati posebnu dozvolu u zavisnosti od okolnosti. Spasavanje iz rovova: Rov je uski iskop napravljen ispod površine zemlje gde je dubina veća od širine, ali širina nije veća od 15 stopa (4,5 metara). Spasavanje u rovu uključuje podupiranje stranica rova i iskopavanje zarobljene žrtve iz urušenog jarka. Spasavanje u rovovima je jedna od najopasnijih spasilačkih aktivnosti. Spasavanje pod velikim uglom i pod niskim uglom uključuje operacije spasavanja u kojima je teret pretežno podržan užadima za osiguranje, dok spasavanje pod niskim uglom uključuje teret koji se nalazi na ravnoj ili blago nagnutoj površini.

9. Planiranje i izvođenje operacija urbanog traganje i spasavanja

Planiranje operacija urbanog traganja i spasavanja je proces koji treba da obezbedi sistematičan i koordinisan način upotrebe snaga, koristeći dostupne podatke o žrtvama i zgradama u kombinaciji sa obučanim i informisanim osobljem za pretragu. Planiranje uključuje izradu plana operacije na osnovu procena ugroženog područja dobijenog izviđanjem ugrožene oblasti i procenu urušenih građevina sa težištem na izvorima opasnosti i određivanjem prioriteta za potencijalne žrtve. Plan operacije težišno treba da sadrži: ciljeve i prioritete pretrage; procedure i taktike pretrage; dodeljene resurse; dostupne karte, skice, planove zgrada i crteže; bezbednosna pitanja; osnovne elemente koordinacije i komunikacije.

Plan pretrage se implementira (a) obaveštavanjem celog osoblja, (b) raspoređivanjem osoblja za pretragu, (c) procenom operativne efikasnosti i (d) revizijom plana prema potrebi. Postoje dve osnovne vrste pretrage: početna pretraga koja je brža potrebu i prvenstveno se izvodi vizuelnim pregledanjem ugroženog područja uz upotrebu službenih pasa. Glavna pretraga koja je temeljitija od početne pretrage. Ona se načelno sastoji od detaljnih operacija pretraživanja sa elektronskom opremom podržanom specijalno obučanim psima i fizičkim elementima. Prioriteti pretrage se zasnivaju na: vrste i veličine ugroženog područja; broj potencijalnih žrtava; stanja objekata; doba dana nastanka događaja; pitanja bezbednosti; dostupnost radnog prostora; dostupnosti informacija sa lica mesta; dostupnost resursa; ograničenost resursa u upotrebi.

Operacija urbanog traganja i spasavanja su kompleksne i njihov sadržaj je specifičan. Različite aktivnosti u toku urbanog traganja i spasavanja mogu se načelno podeliti u nekoliko faza. Redosled faza u operaciji treba da obezbedi efektivnost i efikasnost delovanja snaga. Stojanović navodi petofaznu taktiku sa sledećim fazama: izviđanje i zbrinjavanje površinskih i lako zatrpanih žrtava, pretraživanje lako oštećenih zgrada i neposredno izvlačenje povređenih iz ruševina, ispitivanje, pretraživanje i spasavanje iz teže oštećenih zgrada, ispitivanje, pretraživanje i spasavanje i raskrčivanje radi spasavanja iz teže oštećenih zgrada i potpuno raskrčivanje ruševina. Savremena INSARAG metodologija podrazumeva četiri faze u operacijama urbanog traganja i spasavanja.

Faza I: Procena ugroženog područja. U ovoj fazi potrebno je identifikovati moguća delove područja sa žrtvama i izvršiti procenu stabilnosti konstrukcije i potencijalne opasnosti po spasilačko osoblje. Svi

komunalni sistemi moraju biti procenjeni i kontrolisani radi bezbednosti ugroženih lica i spasilaca. Jedinica(e) koja prva stigne treba da izvrši kompletnu procenu bezbednosti čitavog područja. Ova procena bi trebalo da uključi šestostrani pristup ukupnoj ugroženoj površini (prednji, zadnji, bočni, gornji i donji deo srušene konstrukcije) i posebno bi trebalo da uključi potragu za žrtvama, status komunalnih preduzeća, vidljiv požar, stepen urušavanja i očigledne opasnosti. Ostatak ruševine bi trebalo pregledati da bi se videlo kako se može podići i stabilizovati. U ovom trenutku, preostale gornje delove zgrade treba proveriti da li postoje opasnosti od visećih konstrukcija i utvrditi potencijal za sekundarni kolaps. Procenom treba utvrditi informacije o korišćenju zgrade, broju stanara, broju zarobljenih žrtava i njihovoj verovatnoj lokaciji. Istovremeno, kako se procenjuju prioriteti za procenu bezbednosti koji su gore navedeni, sistem komandovanja incidenta treba automatski da se aktivira. Ovo je faza operacije u kojoj se projektuju potrebe za sve vreme trajanja. Zbog produženog vremena potrebnog za dobijanje određenih resursa, standardna je praksa da se odgovor određenih spoljnih resursa zahteva odmah po proceni, iako se ti resursi neće koristiti do treće ili četvrte faze operacije. Kako se iz faze procene prelazi u faze pretrage, potraga i uklanjanje žrtava na površini (i takođe onih žrtava koje se mogu lako izvući) mesta urušavanja je završeno. Prema statistikama, polovina ljudi spasenih iz urušenih zgrada nalazi se u ovoj fazi (Stojanović, 1984). Uklanjanje svih površinskih žrtava što je brže i bezbednije moguće. Tokom ove faze mora se primeniti izuzetna pažnja kako bi se osiguralo da spasioci ne postanu žrtve. Osoblje ne bi trebalo da bude zavedeno spoljašnjim izgledom konstrukcije – ono što izgleda kao nagomilana gomila otpada, u stvarnosti bi moglo da nema nikakvu istinsku podršku a do sekundarnog kolapsa moglo bi doći bez upozorenja.

Faza II: Pretraga praznina i dostupnih prostora. Sve praznine i dostupni prostori nastali kao rezultat kolapsa moraju se pretražiti i istražiti u potrazi za živim žrtvama. Tokom faze može se koristiti sistem zvučnog poziva. Samo obučeni psi ili posebno obučeno spasilacko osoblje treba da se koristi u prazninama i pretraživanjima pristupačnog prostora. U ovoj fazi potrebno je doneti odluku o daljem toku operacije. Ako se utvrdi da je reč o spasavanju, onda faktor vremena postaje kritičan, i spasioci mogu očekivati da će biti izloženi određenoj količini izračunatog rizika. Vrsta građevinske konstrukcije koja je urušena imaće značajan uticaj na ovu odluku zbog činjenice da će vrsta građevinskog materijala koji je uključen diktirati vrste potrebnih alata i specifične taktike za izvlačenje žrtava, kao i potrebno

vreme za izvlačenje. Ova faza uključuje različite aktivnosti kao što su: podizanje/premeštanje teških predmeta, probijanje betona ili čelika, kopanje rovova, pretraživanje, spasavanje konopcem, identifikacija ili lociranje zarobljenih žrtava (Emergency Support Function #9 Urban Search and Rescue, City and County of San Francisco).

Traganje ispod ruševina srušenih zgrada je zapravo borba protiv vremena, jer je vreme snažno povezano sa šansama za preživljavanje zarobljenih žrtava, tako da nijedna aktivnost sama po sebi nije dovoljno efikasna da obezbedi da je sprovedena potpuna pretraga. Stoga je svaki tehnološki ili organizacioni napredak više nego dobrodošao. U većini slučajeva, odgovor lokalne zajednice karakterišu spontani pokušaji spasavanja preživelih opremljenih jednostavnim alatima ili golim rukama. Ipak, najpopularnije operativne metode za lociranje zarobljenih žrtava su fizička pretraga praznina, zvučni poziv, upotreba kamera za pretragu i fiberoptike/boroskopa, infracrvena/termalna slika, elektronski uređaji za prisluškivanje i pretraga psima. Svaki metod pretrage ima prednosti i nedostatke. Fizičku pretragu praznina mogu obavljati neobučeni ljudi bez potrebe za posebnom opremom. Ovakav vid pretrage smatra se opasnim jer ne postoji mogućnost pravilne i precizne lokacije žrtava usled ograničenog pristupa prazninama. Metoda zvučnog pozivanja ima iste prednosti i može se koristiti u kombinaciji sa uređajima za slušanje.

Faza III: Delimično uklanjanje ostataka. Korišćenjem posebnih alata i tehnika može biti neophodno nakon lociranja žrtve radi nesmetanog i bezbednog pristupa šrtvi. Informacije o lokaciji žrtve pre kolapsa mogu biti od pomoći tokom delimične faze uklanjanja krhotina. Prikupljanje informacija o drugim mogućim lokacijama žrtava može znatno poboljšati efikasnost operacija.

Faza IV: Opšte uklanjanje ostataka. Ova faza se obično sprovodi nakon što su uklonjene sve pronađene žrtve. Izuzeci bi bili 1) kada se dobiju informacije koje ukazuju na mogućnost drugih žrtava koje nisu prvobitno locirane i 2) kada velike količine krhotina ometaju rad. Odluka o upotrebi teške opreme tokom ove faze mora se ozbiljno razmotriti, posebno kada postoji mogućnost da u ruševinama još ima živih žrtava.

10. Vrste snaga za izvođenje operacija urbanog traganje i spasavanja

U zavisnosti od razvijenih sposobnosti snage za operacije urbanog traganja i spasavanja kategorišu se kao laki, srednji i teški timovi (INSARAG Guidelines Volume II). Laki timovi imaju osnovne ili minimalne sposobnosti u smislu opreme za spasavanje, znanja i kompetencija, a ne moraju nužno imati svih pet ključnih operacijskih komponenti. Ovi timovi obično su u stanju da pomognu u površinskoj potrazi i spasavanju žrtava neposredno nakon iznenadne katastrofe i pojave ruševina. Zbog svojih ograničenja, ovi timovi se ne raspoređuju na međunarodnom nivou. Uglavnom su organizovani na lokalnom nivou u skladu sa procena i sredstvima za njihovo organizovanje i opremanje.

Srednji timovi poseduju sposobnosti za svih pet operacijskih komponenti i sposobnost da sprovedu složene tehničke operacije potrage i spasavanja u ruševinama od teškog drveta i/ili ojačane zidane konstrukcije, uključujući konstrukcije ojačane i/ili izgrađene konstrukcijskim čelikom. Oni takođe obavljaju operacije montiranja i dizanja. Očekuje se da srednji timovi imaju operativnu sposobnost da rade samo na jednom ugroženom mestu.

Teški timovi se sastoje od pet gore navedenih komponenti i imaju sposobnost za složene tehničke operacije traganja i spasavanja u srušenim ili pokvarenim konstrukcijama, posebno onima koje uključuju konstrukcije ojačane i/ili izgrađene čeličnim konstrukcijama. Oni takođe moraju da obavljaju operacije montiranja i dizanja. Očekuje se da ovi timovi imaju opremu i ljudstvo za rad u tehničkom kapacitetu na mesta istovremeno. Drugo mesto anagžovanja se definiše kao bilo koja oblast rada koja zahteva od tima da preraspodeli osoblje i opremu na drugu lokaciju, što će sve zahtevati nezavisnu logističku podršku. Generalno, zadatak ove vrste bi trajao duže od 24 sata.

Zaključak

Sagledavajući sve aspekte taktike zaštite i spasavanja iz ruševina u urbanim sredinama, moguće je istaći ključne zaključke i smernice za dalji razvoj ove oblasti. Taktika zaštite i spasavanja iz ruševina predstavlja specifičan i kompleksan deo sistema zaštite i spasavanja, a njen značaj postaje sve izraženiji u savremenom društvu suočenom s različitim pretnjama prirodnog i ljudskog porekla. Jedan od ključnih zaključaka je da su urbanizacija i rast broja visoko naseljenih područja postavili nove izazove pred snage zaštite i spasavanja. Učestalost i raznolikost katastrofa u urbanim sredinama čini neophodnim stalno unapređenje taktika i procedura kako bi se odgovorilo na specifične izazove koje takvi događaji nose sa sobom. Ovaj rad je istakao da

priprema za velike urbane katastrofe i efikasan oporavak predstavljaju ključne elemente u minimiziranju gubitaka tokom i nakon katastrofa.

Taktika zaštite i spasavanja iz ruševina zahteva integraciju različitih disciplina, uključujući inženjere, medicinsko osoblje, vatrogasce, i druge stručnjake. Međunarodna saradnja i standardizacija, kao što je evidentirano kroz ulogu INSARAG-a, postaju od suštinskog značaja kako bi se osigurala koordinacija i doslednost u pristupu širom sveta. Ova saradnja omogućava i efikasnu reakciju u situacijama kada je lokalnim resursima teško samostalno odgovoriti na izazove katastrofe.

Efikasnost operacija zaštite i spasavanja direktno zavise od spremnosti i obučenosti timova. Stalno sprovođenje vežbi, simulacija i redovno ažuriranje standarda postaju imperativ kako bi timovi bili pripremljeni za sve scenarije. Osim toga, upotreba najsavremenijih tehnologija, poput dronova i sistema za praćenje, dodatno unapređuje sposobnosti pretrage, identifikacije i spašavanja iz ruševina.

Oснаživanje lokalnih zajednica i edukacija građana o postupcima bezbednosti u slučaju katastrofe čini se kao ključan aspekt. Povećanje svesti i obrazovanje građana o preventivnim merama doprinosi bržem i organizovanijem odgovoru na rizike i izazove nastale usled katastrofa. Napredak u oblasti zaštite i spasavanja iz ruševina je očigledan, ali istovremeno je potrebno naglasiti da je ova oblast dinamična i da zahteva stalno prilagođavanje novim okolnostima i tehnologijama. Sistem praćenja i evaluacije performansi, zajedno sa sposobnošću brze reakcije kroz fond za hitne situacije, može značajno doprineti unapređenju sistema.

Ukupno, taktika zaštite i spasavanja iz ruševina u urbanim sredinama zahteva sveobuhvatan, multidisciplinarni pristup kako bi se odgovorilo na kompleksnost savremenih izazova. Dalji napredak u istraživanju, obuci i opremanju timova, kao i jača međunarodna saradnja, ključni su faktori koji će omogućiti uspešno suočavanje sa izazovima u oblasti zaštite i spasavanja iz ruševina u budućnosti.

U cilju unapređenja oblasti, preporučuje se: stalno praćenje i ažuriranje standarda i procedura vezanih za spasavanje iz ruševina, uzimajući u obzir nove tehnologije, materijale i metodologije. Ovo će obezbediti da snage za spasavanje budu u korak s najnovijim razvojem u oblasti; redovno sprovođenje vežbi i simulacija za snage za spasavanje kako bi se održala visoka razina pripremljenosti. Ove vežbe mogu simulirati

različite scenarije katastrofa i omogućiti efikasnu koordinaciju među timovima; jačanje međunarodne saradnje u oblasti spasavanja iz ruševina, uz pridržavanje međunarodnih standarda poput INSARAG-a. Ovo će poboljšati koordinaciju u međunarodnim hitnim situacijama i osigurati doslednost u pristupu. Preporučuje se: investiranje u obuku i opremanje lokalnih timova za spasavanje, posebno u visoko rizičnim urbanim područjima. Ovo će omogućiti brži odgovor u ranim fazama katastrofe i smanjiti zavisnost od spoljne pomoći; aktivna integracija najsavremenijih tehnologija, poput bespilotnih letelica (dronova), senzora i softvera za analizu podataka, kako bi se poboljšala preciznost pretrage, identifikacija i izvlačenje iz ruševina; uspostavljanje sistema praćenja i evaluacije performansi timova za spasavanje. Periodična evaluacija i analiza izvedbe tokom stvarnih situacija pružiće povratne informacije za poboljšanja u radu; razvoj efikasnih sistema komunikacije između timova za spasavanje, vlasti, i drugih relevantnih agencija. Ova poboljšanja će osigurati brzu i koordinisanu reakciju u hitnim situacijama; sprovođenje obrazovnih programa u lokalnim zajednicama kako bi se povećala svest o postupcima bezbednosti u slučaju katastrofe. Osnaživanje građana doprinosi bržem odgovoru i smanjenju rizika; osnivanje fonda za brze reakcije koji bi obezbedio finansijska sredstva za hitno reagovanje u slučaju katastrofe, uključujući opremanje timova za spasavanje i nabavku neophodne opreme. jača saradnja između timova za spasavanje i stručnjaka iz drugih disciplina poput inženjera, urbanista i medicinskog osoblja. Ovo će pružiti sveobuhvatan pristup rešavanju problema nastalih usled katastrofe.

Reference

1. Adamović, M., Milojević, S., Nikolovski, S., & Knežević, S. (2021). Pharmacy response to natural disasters. *International Journal of Disaster Risk Management (IJDRM)*, 3(2), 25-30.
2. Aktar, M. A., Shohani, K., Hasan, M. N., & Hasan, M. K. (2021). Flood Vulnerability Assessment by Flood Vulnerability Index (FVI) Method: A Study on Sirajganj Sadar Upazila. *International Journal of Disaster Risk Management*, 3(1), 1-14.
3. Al-ramlawi, A., El-Mougher, M., & Al-Agha, M. (2020). The Role of Al-Shifa Medical Complex Administration in Evacuation & Sheltering Planning. *International Journal of Disaster Risk Management*, 2(2), 19-36.
4. Bošković, D., & Cvetković, V. (2017). Procena rizika u sprečavanju izvršenja krivičnih dela eksplozivnim materijama - Risk

- assessment in preventing the execution of crimes with explosive materials. In: Kriminalističko-policijska akademija, Beograd.
5. Chakma, U. K., Hossain, A., Islam, K., Hasnat, G. T., & Kabir. (2020). Water crisis and adaptation strategies by tribal community: A case study in Baghaichari Upazila of Rangamati District in Bangladesh. *International Journal of Disaster Risk Management*, 2(2), 37-46.
 6. Cvetkovic, V. M., Ocal, A., Lyamzina, Y., Noji, E. K., Nikolic, N., & Milosevic, G. (2021). Nuclear Power Risk Perception in Serbia: Fear of Exposure to Radiation vs. Social Benefits. *Energies*, 14(9).
 7. Cvetković, V. (2015). Fenomenologija prirodnih katastrofa – teorijsko određenje i klasifikacija prirodnih katastrofa - Phenomenology of natural disasters - theoretical definition and classification of natural disasters. *Bezbednost, policija i građani*.
 8. Cvetković, V. (2019). Risk Perception of Building Fires in Belgrade. *International Journal of Disaster Risk Management*, 1(1), 81-91.
 9. Cvetković, V. (2020). Upravljanje rizicima u vanrednim si tu acijama. Beograd: Naučno-stručno društvo za upravljanje rizicima u vanrednim situacijama.
 10. Cvetković, V. (2022). Taktika zaštite i spasavanja u katastrofama (Disaster protection and rescue tactics). In: Naučno-stručno društvo za upravljanje rizicima u vanrednim situacijama, Beograd.
 11. Cvetković, V. M. Uticaj demografskih faktora na očekivanje pomoći od policije u prirodnim katastrofama. *Srpska nauka danas*, 8.
 12. Cvetković, V. M., & Jovanović, M. Ispitivanje faktora uticaja na percepciju javnosti o mitski zasnovanom ponašanju ljudi u uslovima katastrofa.
 13. Cvetković, V. M., & Milašinović, S. (2017). Teorija ugroženosti i smanjenje rizika od katastrofa. *Kultura polisa*, 14(33), 217-228.
 14. Cvetković, V. M., & Petrović, D. (2009). Integrisano upravljanje u prirodnim katastrofama. *Disasters*, 15(1), 29-35.
 15. Cvetković, V. M., Dragičević, S., Petrović, M., Mijalković, S., Jakovljević, V., & Gačić, J. (2015). Knowledge and perception of secondary school students in Belgrade about earthquakes as natural disasters. *Polish journal of environmental studies*, 24(4), 1553-1561.
 16. Cvetković, V. M., Janković, B., & Milojević, S. (2016). Bezbednost učenika od posledica prirodnih katastrofa u školskim objektima. *Ecologica*, 23(84), 809-815.

17. Cvetković, V. M., Radovanović, M. P., & Milašinović, S. M. (2021). Disaster risk communication: Attitudes of Serbian citizens. *Sociološki pregled*, 55(4), 1610-1647.
18. Cvetković, V. M., Radovanović, M. P., & Milašinović, S. M. (2021). Komunikacija o rizicima od katastrofa: stavovi građana Srbije. *Sociološki pregled*, 55(4).
19. Cvetković, V. M., Tanasić, J., Ocal, A., Kešetović, Ž., Nikolić, N., & Dragašević, A. (2021). Capacity Development of Local Self-Governments for Disaster Risk Management. *International journal of environmental research and public health*, 18(19), 10406.
20. Cvetković, V., & Filipović, M. (2019). Percepcija rizika o zemljotresima u Republici Srbiji - teorijsko-empirijska studija - Earthquake risk perception in Serbia: theoretical-empirical study. *Vojno delo*, 71(2), 142-157.
21. Cvetković, V., & Janković, B. (2020). Private security preparedness for disasters caused by natural and anthropogenic hazards. *International Journal of Disaster Risk Management*, 2(1).
22. Cvetković, V., & Kezunović, A. (2021). Bezbednosni aspekti zaštite kritične infrastrukture u antropogenim katastrofama: studija slučaja Beograda (Security aspects of critical infrastructure protection in anthropogenic disasters: a case study of Belgrade). In *Zbornik radova: Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu*.
23. Cvetković, V., Adem, O., & Aleksandar, I. (2019). Young adults' fear of disasters: A case study of residents from Turkey, Serbia and Macedonia. *International journal of disaster risk reduction*, 35, 101095.
24. Cvetković, V., Bošković, D., Janković, B., & Andrić, S. (2019). Percepcija rizika od vanrednih situacija [Elektronski izvor]. In: *Beograd: Kriminalističko-policijski univerzitet*.
25. Cvetković, V., Gačić, J., & Jakovljević, V. (2015). Impact of climate change on the distribution of extreme temperatures as natural disasters - Uticaj klimatskih promena na distribuciju ekstremnih temperatura kao prirodnih katastrofa. *Vojno delo*, 67(6), 21-42.
26. Cvetković, V., Kevin, R., Shaw, R., Filipović, M., Mano, R., Gačić, J., & Jakovljević, V. (2019). Household earthquake preparedness in Serbia – a study from selected municipalities. *Acta Geographica*, 59(2), 27-43.
27. Cvetković, V., Kevin, R., Shaw, R., Filipović, M., Mano, R., Gačić, J., & Jakovljević, V. (2018). Household earthquake preparedness in Serbia – a study from selected municipalities. *Acta Geographica*, 59(1), 27-43.

28. Dembińska, I., Jedliński, M., & Marzantowicz, Ł. (2018). Logistic support for a rescue operation in the aspect of minimizing the ecological footprint as an environmental requirement within sustainable development on the example of a natural disaster. *LogForum*, 14(3), 355-370.
29. Dembińska, I., Jedliński, M., & Marzantowicz, Ł. (2018). Logistic support for a rescue operation in the aspect of minimizing the ecological footprint as an environmental requirement within sustainable development on the example of a natural disaster. *LogForum*, 14(3), 355-370.
30. El-Mougher, M. M., & Mahfuth, K. (2021). Indicators of Risk Assessment and Management in Infrastructure Projects in Palestine. *International Journal of Disaster Risk Management*, 3(1), 23-40.
31. Functional urban areas – methodology and classification, Published in February 2021 by Stats NZ Tatauranga Aotearoa Wellington, New Zealand, cr. 8.
32. Horton, F. E., & Reynolds, D. R. (1971). Effects of urban spatial structure on individual behavior. *Economic geography*, 47(1), 36-48.
33. Hürlimann, M., Coviello, V., Bel, C., Guo, X., Berti, M., Graf, C., . . . Yin, H.-Y. (2019). Debris-flow monitoring and warning: Review and examples. *Earth-Science Reviews*, 199, 102981.
34. Konaev, M. (2019). *The future of urban warfare in the age of megacities*. Institut français des relations internationales.
35. Mlađan, D., & Cvetković, V. (2013). Classification of emergency situations. Arcibald Rajs conference.
36. Nettleton, I. M., Martin, S., Hencher, S., & Moore, R. (2005). Debris flow types and mechanisms. *Scottish road network landslides study*, 45-67.
37. Öcal, A. (2019). Natural Disasters in Turkey: Social and Economic Perspective. *International Journal of Disaster Risk Management*, 1(1), 51-61.
38. Ocal, A., Cvetković, V., Baytiyeh, H., Tedim, F., & Zečević, M. (2020). Public reactions to the disaster COVID-19: A comparative study in Italy, Lebanon, Portugal, and Serbia. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 11(1), 1864-1885.
39. Olawuni, P., Olowoporoku, O., & Daramola, O. (2020). Determinants of Residents' Participation in Disaster Risk Management in Lagos Metropolis Nigeria. *International Journal of Disaster Risk Management*, 2(2), 1-18.

40. Perić, J., & Vladimir, C. M. (2019). Demographic, socio-economic and psychological perspective of risk perception from disasters caused by floods: case study Belgrade. *International Journal of Disaster Risk Management*, 1(2), 31-43.
41. Planić, J., & Cvetković, V. (2021). Earthquake Risk Perception in Belgrade: Implications for Disaster Risk Management.
42. Planić, J., & Cvetković, V. (2022). Fenomenološke i etiološke dimenzije katastrofa izazvanih zemljotresom: Phenomenological and etiological dimensions of earthquake disasters. *Zbornik radova Naučno-stručnog društva za upravljanje rizicima u vanrednim situacijama i Međunarodnog instituta za istraživanje katastrofa (Collection of Papers, Scientific-Professional Society for Disaster Risk Management and International Institute for Disaster Research)*, 140-156.
43. Thennavan, E., Ganapathy, G., Chandrasekaran, S., & Rajawat, A. (2020). Probabilistic rainfall thresholds for shallow landslides initiation – A case study from The Nilgiris district, Western Ghats, India. *International Journal of Disaster Risk Management*, 2(1).
44. Van Kamp, I., Leidelmeijer, K., Marsman, G., & De Hollander, A. (2003). Urban environmental quality and human well-being: Towards a conceptual framework and demarcation of concepts; a literature study. *Landscape and urban planning*, 65(1-2), 5-18.
45. Vibhas, S., Bismark, A. G., Ruiyi, Z., Anwaar, M. A., & Rajib, S. (2019). Understanding the barriers restraining effective operation of flood early warning systems. *International Journal of Disaster Risk Management*, 1(2), 1-19.
46. Vladimir, C., & Svrđlin, M. (2020). The vulnerability of women from the consequences of a natural disaster: A case study of Svi-lajnac. *Bezbednost*, 62(3), 43-61.
47. Wang, J. X., & Gaffen, D. J. (2001). Trends in extremes of surface humidity, temperature, and summertime heat stress in China. *Advances in Atmospheric Sciences*, 18(5), 742-751.
48. Xuesong, G., & Kapucu, N. (2019). Examining Stakeholder Participation in Social Stability Risk Assessment for Mega Projects using Network Analysis. *International Journal of Disaster Risk Management*, 1(1), 1-31.
49. Зора Живановић, Прилог дискусији о типологији насеља Србије, *Demografija* 15 (2018): 33-49, UDK: 911.37(497.11), doi:10.5937/demografija1815033Z
50. Национална стратегија заштите и спасавања у ванредним ситуацијама, "Службени гласник РС", 86/2011

51. Уредба о јединицама цивилне заштите, намени, задацима, мобилизацији и начину употребе, "Службени гласник РС", 84/2020, члан 5. став 7

Review article

TACTICS OF SEARCH AND RESCUE OPERATIONS IN URBAN ENVIRONMENTS

Dean Sretenović¹, Vladimir M. Cvetković^{123*}, Vangel Milkovski⁴

¹ Academy of Technical Vocational Studies, Belgrade, Department of Zemun

² Faculty of Security, University of Belgrade, Gospodara Vučića 50, 11040;
vmc@fb.bg.ac.rs

³ Scientific-Professional Society for Risk Management in Emergency Situations,
Dimitrija Tucovića 121, Belgrade, Serbia

³ International Institute for Disaster Research, Dimitrija Tucovića 121, Belgrade,
Serbia.

⁴ School of National Defense, University of Defense, Belgrade, Veljka Lukića
Kurjaka 33, 11 000 Belgrade

* Correspondence: vmc@fb.bg.ac.rs.

Abstract: Tactics of search and rescue operations in urban environments represent a crucial area within the tactics of protection and rescue in emergency situations. This paper explores methods of protection and rescue applied in emergency situations caused by earthquakes in urban environments. The aim of the paper is to analyze the most effective approaches to protection and rescue, taking into account the specificities of the urban environment. The paper extensively discusses techniques for searching, identifying, and rescuing within debris, as well as coordination between different teams and agencies involved in emergency interventions. Special focus is placed on the use of modern technologies, including sensors, drones, and robotic systems, to enhance the efficiency and safety of rescue operations. Furthermore, risk factors affecting the success of debris rescue operations, including infrastructure challenges, communication barriers, and logistical constraints, are analyzed. Based on these analyses, recommendations are presented to improve tactics of protection and rescue in urban environments, with the aim of reducing potential loss of human lives and material damages in emergency situations.

Keywords: emergency situations, earthquakes, tactics of protection and rescue, debris rescue, urban environment.