

# NAČINI I SUSTAVI UPRAVLJANJA SIGURNOŠĆU PRILIKOM POTRESA NA PODRUČJU GRADA ZAGREBA

---

**Poljanec, Hrvoje**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac  
University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:331399>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-11**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied  
Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Veleučilište u Karlovcu

Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij Sigurnosti i zaštite

Hrvoje Poljanec

**NAČINI I SUSTAVI UPRAVLJANJA  
SIGURNOŠĆU PRILIKOM POTRESA NA  
PODRUČJU GRADA ZAGREBA**

DIPLOMSKI RAD

Karlovac, 2020.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional graduate study of Safety and Protection

Hrvoje Poljanec

**WAYS AND SYSTEMS OF SAFETY  
MANAGEMENT DURING EARTHQUAKES  
IN THE CITY OF ZAGREB**

Final paper

Karlovac, 2020.

Veleučilište u Karlovcu

Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij Sigurnosti i zaštite

Hrvoje Poljanec

**NAČINI I SUSTAVI UPRAVLJANJA  
SIGURNOŠĆU PRILIKOM POTRESA NA  
PODRUČJU GRADA ZAGREBA**

DIPLOMSKI RAD

Mentor : Zoran Vučinić, struc.spec.oec., pred.

Karlovac, 2020.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Specijalistički diplomski stručni studij Sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 2020.

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Hrvoje Poljanec

Matični broj: 0420417017

**Naslov:** Načini i sustavi upravljanja sigurnošću prilikom potresa na području grada Zagreba

**Opis zadatka:** Predmet ovog rada su načini i sustavi upravljanja sigurnošću u kriznim situacijama na konkretnom primjeru potresa koji je pogodio Grad Zagreb i njegovu okolicu 22. ožujka 2020. godine

Zadatak zadan:

19.06.2020.

Rok predaje rada:

21.10.2020.

Predviđeni datum obrane:

11.11.2020.

Mentor:

Zoran Vučinić struc.spec.oec.,pred.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Marijan Brozović dipl.ing.,v.pred.

## **PREDGOVOR**

Diplomski rad može poslužiti kao priručnik za studente i sve koji se bave poslovima sigurnosti i zaštite na radu te djelatnostima vezanima za prevenciju i djelovanje u kriznim situacijama. Materijali za izradu rada prikupljeni su tijekom mjesec dana u knjižnici Veleučilišta u Karlovcu, na internet stranici Grada Zagreba premda se u radu radi o analizi jednog od najrazornijih potresa koji je pogodio Republiku Hrvatsku, točnije Grad Zagreb i okolicu u ožujku 2020. godine. U svrhu izrade rada proučavani su magistarski i doktorski radovi pisani u razdoblju od 2015. do 2020. godine.

Rad je pisan individualiziranim pristupom uz konkretno stečeno znanje osnovne materije od strane autora rada tijekom razdoblja studiranja na Odjelu Sigurnosti i zaštite Veleučilišta u Karlovcu te prikupljen informacijama od strane struke. Rad sadrži detaljnu razradu pojma kriznih situacija i potresa, specifičnosti položaja Republike Hrvatske s posebnim osvrtom specifičnosti položaja Grada Zagreba, nakon čega slijede karakteristika potresa koji je pogodio Grad Zagreb u ožujku 2020. godine te načini i sustavi upravljanja sigurnošću u kriznim situacijama s primjerom navedenog potresa i prijedlozima za unapređenje postojećih načina i sustava upravljanja sigurnošću u kriznim situacijama. Izabranom koncepcijom ne izlazi se iz zadanih okvira, a ujedno se osigurava više prostora za praktičnu namjenu, a to je sačuvati sažeti materijal koji može poslužiti u obrazovanju i usavršavanju svakome tko je dio struke sigurnosti i zaštite na radu.

Rad sadrži tablice, slike i druge korisne sadržaje koji su parcijalno obrađivani u stručnoj literaturi. Rad je rezultat stečenog znanja autora tijekom pohađanja Odjela Sigurnosti i zaštite na Veleučilištu u Karlovcu te proučavanja niza domaćih i inozemnih stručno-znanstvenih materijala. Onima koji budu željeli proširiti svoja znanja iz područja tematike rada na raspolaganju je literatura na kraju rada.

Ovom se prilikom zahvaljujem se svom mentoru Zoran Vučinić, struc.spec.oec.,pred. na prenesenom znanju te ukazanom razumijevanju, usmjeravanju te pomoći prilikom pisanja ovog diplomskog rada. Zahvaljujem se profesorima Veleučilišta u Karlovcu, Odjela sigurnosti i zaštite, kolegama te svojoj obitelji na ukazanom razumijevanju i potpori tijekom razdoblja mog studija.

## SAŽETAK

Kriza je dubok, sveobuhvatan poremećaj u životu pojedinca i zajednice sa snažnim i više ili manje teškim i trajnim posljedicama. Krizna situacija je ozbiljan incident koji utječe na sigurnost ljudi i okoline. Krizna situacija je obilježena gubitkom, stoga duboko prodire u integritet čovjeka osobito ako na nju nije bio spreman. Potresi su krizne situacije koje se najčešće definiraju kao kratkotrajne vibracije tla uzrokovane urušavanjem stijena, magmatskom aktivnošću ili tektonskim poremećajima u litosferi i djelomice u Zemljinu plaštu, a jačina se mjeri Mercalli – Cancani – Seibergovom ljestvicom. Razlikuje se dvanaest stupnjeva potresa. Richterova ljestvica označava seizmičku energiju proizašlu iz potresa i magnitude je od 1 do 10 stupnjeva. Proučavanjem potresa bavi se seizmologija, grana geofizike. Snaga potresnog udarca ovisi o dubini hipocentra, udaljenosti epicentra, značajkama tla, čvrstoći građevina određenog područja i slično. Na Zemlji se godišnje zabilježi više od milijun potresa, uglavnom nezamjetnih ljudskim osjetilima. Svega 20-30 potresa godišnje uzrokuje ljudske žrtve i veću materijalnu štetu. Na području Republike Hrvatske zone seizmičke aktivnosti nisu brojne i uglavnom se vežu uz područje hrvatsko – slovenske granice, područje Dubrovnika i otočja u neposrednoj blizini Dubrovnika te slavonske planine. Svi potresi u Republici Hrvatskoj ubrajaju se u red plitkih potresa. Glavni grad Republike Hrvatske Zagreb pogodilo je nekoliko stotina potresa u razdoblju od 22. ožujka do 14. travnja ove godine od kojih je najrazorniji magnitude 5,5 prema Richteru bio onaj prvi, 22. ožujka u 6 sati i 24 minute koji je uzrokovao ogromnu materijalnu štetu diljem Grada, posebice u samom centru, a odnio je i jednu ljudsku žrtvu. Predmet rada su načini i sustavi upravljanja sigurnošću prilikom potresa na području Grada Zagreba. Tema će se obraditi na primjeru prvog potresa koji je pogodio Grad Zagreb u ožujku ove godine.

**Ključne riječi :** *krizna situacija, potres, seizmologija, epicentar, magnituda, Zagreb.*

## ABSTRACT

A crisis is a deep, pervasive disturbance in the life of an individual and a community with strong and more or less severe and lasting consequences. A crisis situation is a serious incident that affects the safety of people and the environment. A crisis situation is marked by loss, so it penetrates deeply into a person's integrity, especially if he was not ready for it. Earthquakes are crisis situations that are most often defined as short-term soil vibrations caused by rock collapse, magmatic activity or tectonic disturbances in the lithosphere and partly in the Earth's mantle, and the strength is measured by the Mercalli - Cancani - Seiberg scale. There are twelve degrees of earthquake. The Richter scale indicates the seismic energy resulting from an earthquake and has a magnitude of 1 to 10 degrees. Seismology, a branch of geophysics, studies earthquakes. The strength of the seismic impact depends on the depth of the hypocenter, the distance of the epicenter, the characteristics of the soil, the strength of the structures of a particular area and the like. There are more than a million earthquakes a year on Earth, mostly imperceptible to the human senses. Only 20-30 earthquakes a year cause human casualties and greater material damage. In the territory of the Republic of Croatia, seismic activity zones are not numerous and are mainly related to the area of the Croatian - Slovenian border, the area of Dubrovnik and the islands in the immediate vicinity of Dubrovnik and the Slavonian mountains. All earthquakes in the Republic of Croatia are classified as shallow earthquakes. The capital of the Republic of Croatia, Zagreb, was hit by several hundred earthquakes in the period from March 22 to April 14 this year, of which the most devastating magnitude 5.5 according to Richter was the first, on March 22 at 6 hours and 24 minutes, which caused huge material damage throughout the City, especially in the center itself, and took one human victim. The subject of this paper are the methods and systems of safety management during earthquakes in the area of the City of Zagreb. The topic will be discussed on the example of the first earthquake that hit the City of Zagreb in March this year.

**Keywords :** *crisis situation, earthquake, seismology, epicenter, magnitude, Zagreb.*



# SADRŽAJ

ZAVRŠNI ZADATAK.....	I
PREDGOVOR .....	II
SAŽETAK .....	III
ABSTRACT .....	IV
1.UVOD .....	1
1.1.Predmet i cilj rada .....	1
1.2.Izvori podataka i metode prikupljanja.....	1
1.3.Sadržaj i struktura rada.....	2
2.POJAM I ODREDNICE KRIZE I KRIZNE SITUACIJE .....	3
3.POJAM I ODREDNICE POTRESA.....	9
4.POLOŽAJ I KARAKTERISTIKE REPUBLIKE HRVATSKE .....	18
4.1.Položaj i karakteristike Grada Zagreba.....	23
5.NAČINI I SUSTAVI UPRAVLJANJA SIGURNOŠĆU PRILIKOM POTRESA NA PODRUČJU GRADA ZAGREBA .....	28
5.1.Opis i sažeti prikaz razmjera potresa.....	30
5.1.1.Procjena seizmičkog rizika .....	35
5.1.2.Utjecaj na kritičnu infrastrukturu.....	38
5.1.3.Utjecaj na administraciju i upravljanje .....	42
5.1.4.Društveni i ekonomski gubitci te utjecaj na gospodarski sustav.....	52
5.2.Sustav upravljanja sigurnošću .....	56
5.2.1.Elementi upravljanja sigurnošću .....	57

5.2.2.Faze upravljanja sigurnošću .....	59
5.2.3.Procjena rizika nevjerojatnog neželjenog događaja.....	61
6.PRIJEDLOZI ZA BUDUĆE UNAPREĐENJE NAČINA I SUSTAVA UPRAVLJANJA SIGURNOSĆU U KRIZNIM SITUACIJAMA U REPUBLICI HRVATSKOJ.....	65
7.ZAKLJUČAK.....	69
LITERATURA .....	70
PRILOZI.....	71

# **1.UVOD**

## **1.1.Predmet i cilj rada**

Predmet ovog rada su načini i sustavi upravljanja sigurnošću u kriznim situacijama na konkretnom primjeru potresa u koji je pogodio Grad Zagreb i njegovu okolicu 22. ožujka 2020. godine, nakon čega je uslijedilo još stotine slabijih potresa na istom području u narednih tri tjedna. Potres je prirodna pojava koja se može u većini slučajeva predvidjeti, iako ne i prevenirati. Predviđanje potresa omogućuje pravovremenu pripremu za nastanak krizne situacije potresa te svođenje ljudskih žrtava i materijalne štete na najmanju moguću mjeru. Upravljanje incidentima kao što su potresi, prevencija kriznih situacija, krizno komuniciranje te upravljanje kriznim situacijama u pravilu su najsloženiji izazovi s kojima se neka organizacija može susresti, a temelj uspješnog upravljanja nalazi se u smanjivanju vjerojatnosti te otklanjanja uzroka i rješavanja posljedica incidenata prije nego se uopće razviju u krizne situacije. Cilj rada je ukazati na karakteristike potresa, opće značajke i položaj Republike Hrvatske te rizike za nastanak potresa na području Republike Hrvatske te ukazati na važnost pravodobne spremnosti kako bi se na strukturirani način upravljalo svim resursima i događajima u slučaju nastanka potresa kao i na važnost osposobljenosti rane identifikacije incidenta i indikatore krize kako bi se ista prebrodila sa što manje ljudskih žrtava ili bez njih i uz što manju materijalnu štetu po potresom pogođeno područje. Cilj rada je također odgovoriti na pitanje kakav je utjecaj kriznog menadžmenta i prevencije krize, kakav je utjecaj kriznog menadžmenta na prepoznavanje uzroka krize, kakav je utjecaj kriznog menadžmenta na rješavanje krize, kakva je povezanost kriznog menadžmenta i učenja iz kriznih situacija.

## **1.2.Izvori podataka i metode prikupljanja**

Metodama prikupljanja podataka dolazi se do korisnih podataka u procesu istraživanja. Metode označavaju način istraživanja koji autor rada upotrebljava kako bi došao do saznanja, otkrio ili iznio određene misli. U svrhu istraživanja problematike rada korišteni su različiti izvori podataka, od stručnih knjiga do internet stranica područja sigurnosti i zaštite na radu i geofizike, točnije seizmologije te

građevinarstva. Rad istražuje, proučava i analizira sekundarne podatke. Pri prezentaciji podataka korištene su znanstvene metode analize, klasifikacije, indukcije, dedukcije te deskripcije.

### **1.3.Sadržaj i struktura rada**

Ovaj rad čini sedam poglavlja. Prvo poglavlje je uvod raščlanjen na predmet i cilj rada, izvore podataka i metode prikupljanja te sadržaj i strukturu rada. Drugo se poglavlje odnosi na pojam i odrednice krize i krizne situacije, a treće na pojam i odrednice potresa, dok se četvrto poglavlje odnosi na položaj i karakteristike Republike Hrvatske s posebnim osvrtom na položaj i karakteristike Grada Zagreba. Peto se poglavlje odnosi na upravljanje sigurnošću na primjeru nastanka potresa u Gradu Zagrebu dana 22. ožujka 2020. godine kroz kratki opis scenarija te načine i sustav upravljanja sigurnošću. Šesto se poglavlje odnosi na prijedloge za buduće unapređenje načina i sustava upravljanja sigurnošću u kriznim situacijama u Republici Hrvatskoj. Rad završava zaključkom, popisom korištene literature i popisom priloga.

## 2. POJAM I ODREDNICE KRIZE I KRIZNE SITUACIJE

Grčka riječ *krisis* označava izbor, odluku, preokret, opasnost, razlučivanje, odlučivanje [1]. Sama riječ odnosi se na davanje mišljenja, prosudbe, procjene ili odluke. Obilježava neku ključnu ili odlučnu točku ili situaciju, kritični trenutak, prijelomni trenutak, prekretnicu [1]. Tom se riječju prepoznaje nestabilna situacija u društvenim, političkim ili ekonomskim poslovima. Ima blisko značenje s raskrižjem, nekim kritičnim trenutkom kad je potrebno sagledati pretpostavke, hipoteze, predviđanja i inventivno ocijeniti kriznu situaciju [1]. Kriza označava fazu nereda u naizgled normalnom razvoju nekog sustava.

Kriza je vrlo teško stanje nakon kojeg se očekuje razrješenje ili katastrofa. Krize se pojavljuju na individualnoj ili društvenoj razini. Na individualnoj razini predstavljaju povećanu napetost, psihičko opterećenje, izloženost stresu, otežanu orijentaciju u vremenu i prostoru u procesu odlučivanja, odnosno predstavljaju promjenu u uobičajenom funkcioniranju neke osobe [1]. Na društvenoj razini pokazuju prijetecu društvenu situaciju u političkim, ekonomskim, socijalnim i kulturnim sustavima. Predstavljaju prepreku, bitnu promjenu koja ometa normalan rad i izaziva drugu pojavu kao svoju posljedicu [2]. Kao razlog da se izbjegnu izbor ili donošenje odluke najčešće posluži kao opravdanje da sama sebi postane svrhom i zato joj se uglavnom pripisuje negativno značenje.

Krizom se označava vrlo teško stanje nakon kojeg se očekuje ili razrješenje ili katastrofa. Bitno je i povezivanje pojmova krize u različitim znanstvenim disciplinama. Općenito, pojmom kriza u najširem smislu te riječi obuhvaćeno je stanje kojem prijete ono što je vrlo opasno u lošem smislu. Odnosi se na odlučujuću prekretnicu u razvoju ili ostvarivanju politike ili druge društvene djelatnosti, na najvažniji trenutak jednog sustava ili procesa [2]. No kriza nije samo negativna za pojedinca ili društvo. U njoj se nalazi sposobnost za otkrivanje novih mogućnosti koje ne samo da pomažu u svladavanju teškoća nego otvaraju nove mogućnosti razvoja i viši stupanj razvijenosti.

Kriza bilo kojoj osobi i bilo kojem narodu može biti pravi blagoslov jer sve krize donose napredak (procjena stanja, prepoznavanje signala ranog upozorenja, vještine analize, sinteze i kritičkog promišljanja). Valja imati na umu i to da krizne situacije ne

nastaju same od sebe i to je jedan od razloga zašto je izrazito važno uzdići se iznad uzroka krize. Neovisno o zauzimanju jasnog početnog stava, s pouzdanjem u vlastite sposobnosti i mogućnosti, veliku pomoć pruža i timski rad [2]. Obrazac uspjeha timskog rada leži u tome što promjene jačaju otpornost pojedinca, što utječe na snagu ekipe koja velike napore znatno lakše podnosi [1].

Kriznim stanjem označavaju se prilike kada politički sustav ne funkcionira, odnosno usložnjavaju se problemi i prilike u kojima se ne ispunjavaju interesi društva [2]. Prevenirica kriznih situacija ima izrazit značaj. Ključne komponente krize su [1] :

1. Prijetnja,
2. Neizvjesnost,
3. Neodložnost.

Krize nastupaju kad se bitne vrijednosti ili sustavi koji podržavaju život neke zajednice nađu pod prijetnjom. U ovisnosti o stupnju ugroženih vrijednosti života kriza je dublja te, iako automatski ne podrazumijeva žrtve ili štetu, strah se raširi u javnosti. Osjećaj krajnje neodložnosti ovisi o rukovođenju na operativnoj ili strateškoj razini. Opažanje prijetnje u krizi praćeno je visokim stupnjem neizvjesnosti, koja se odnosi i na prirodu i na potencijalne posljedice prijetnje (što se događa, kako se to dogodilo, što je sljedeće i koliko će loše biti) [1]. Neizvjesnost otežava potragu za rješenjima i odnosi se na druge činitelje u procesu krize, kao što su prvi hitni odgovori naroda na krizu kao što je primjerice kriza izazvana potresom. Zajedničko je svim dramatičnim događajima što oni stvaraju nemoguće uvjete za vođe koji rukovode odgovorima na krizu i donose hitne odluke, dok bitne informacije o uzrocima i posljedicama ostaju nedostupne [1].

Pojam krize, kako je ranije već rećeno, odnosi se na neočekivanu i nepoželjnu situaciju koja zahtijeva reagiranje kako bi se prijetnja spriječila. Krize predstavljaju prijelazne faze tijekom kojih više ne vrijede normalni načini funkcioniranja. Rezultat su višestrukih uzroka koji zajedno dovode do prijetnje s razarajućim potencijalom, dok uzroci mogu doći s bilo koje strane, od prirodnih nepogoda do ljudskih pogrešaka, te stoga uzroci krize leže u nemogućnosti sustava da ovlada poremećajem [2]. Krize su zapravo jedinstvena kombinacija slabosti sustava, unutarnjih patogenea i klimatskih faktora, političke i društvene prirode [1]. Sprećavanje

i zaustavljanje osobito je teško kada dođe do nepoznatih i nezamislivih događaja koji se nalaze u srži mnogih kriza. Tada ne preostaje drugo nego potpuno odgovorno predati se razmišljanju o *neugodnim iznenađenjima*.

Kriza nije samo događaj sam po sebi, odnosno objektivno događanje u svijetu, već i događaj za ljude, odnosno subjektivna percepcija i ocjena objektivnog događaja koja podrazumijeva odnos između subjekta i objekta [1]. Za svladavanje kriznih situacija značajno je sljedeće [1] :

1. opažanje, razumijevanje i razmatranje karakteristika činjeničnog stanja kriznog područja,
2. proučavanje uzroka i posljedica (specifične tradicije, stupanj razvoja, društvene i političke prilike),
3. utvrđivanje metode rada za svladavanje krizne situacije (interesi društva, uvjeti za povećanje životnog standarda i društvenog razvoja, učvršćivanje privrede, davanje važnosti kulturi, obrazovanju i istraživanju, zdravstvu i socijalnoj zaštiti te zaštiti ranjivih skupina stanovništva, praćenje odnosa vojnih izdataka i troškova za obrazovanje/zdravstvo, razmjena informacija, sloboda izražavanja, kreativnost, kritičko mišljenje, javno i stručno problematiziranje važnih i nepopularnih pitanja dobrovoljnim neslaganjem u nastojanju da se problem riješi, inicijative relativno neovisne o vlasti, uspostava stručnih i sposobnih timova u kojima su upravljači rukovođeni javnim, a ne privatnim interesima, usklađivanje mogućnosti s ciljevima, demistifikacija politizacije, oslobađanje od ideoloških naslaga, izbavljenje društva iz stega siromaštva, straha, poniznosti i pokornosti, obrazovanje samosvjesnih i slobodnih pojedinaca),
4. kontrola kriznih situacija,
5. ostvarivanje pretpostavki mira.

Uz nastanak krize, odnosno krizne situacije često se veže pojam katastrofe koji označava koban događaj ili slijed događaja s najtežim posljedicama, nenadan i velik preokret, iznenadnu nesreću. Katastrofe su ireverzibilni i porazni rezultati loše upravljanih izvanrednih situacija, pri čemu je u praksi često doista teško, pa i nemoguće razgraničiti izvanrednu situaciju, krizu i katastrofu [1].

Ujedinjeni narodi izvanrednu situaciju (osim rata) tretiraju kao posljedicu katastrofa, a definira se kao ozbiljan raspad funkcioniranja društva koji prouzrokuje ljudske, materijalne gubitke ili gubitke prirodnog okruženja, čime se jednoj zemlji onemogućuje da koristi svoje resurse za opstanak života u pogođenoj sredini [1]. Nisu svi požari, potresi, epidemije i slično katastrofe, već samo oni koji nadilaze mogućnosti zajednice da adekvatno reagira i zbog čega traži pomoć drugih.

Prema uzroku i karakteru nastanka, izvanredni događaji obuhvaćaju [1] :

1. elementarne nepogode, odnosno djelovanje prirodnih sila na koje čovjek ne može utjecati (potresi, poplave, suše, vulkanske erupcije i slično),
2. nesreće i katastrofe - posljedica ljudske aktivnosti, bez obzira na to jesu li izazvane svjesno ili nesvjesno (požari, eksplozije, terorističke akcije i slično),
3. ratne sukobe - bez obzira na vrstu rata i cilj koji se njime želi postići,
4. u izvjesnim situacijama, pojavu jednog ili više slučajeva izrazito zaraznih oboljenja (velike boginje, kuga, ebolski virus i slično), nove ili nedovoljno poznate zarazne bolesti (SARS), epidemije zaraznih bolesti koje karakteriziraju eksplozivnost, masovnost, visok letalitet i brzo prenošenje, čak i izvan granica zemlje (pandemije gripe, kolere, aktualnog korona virusa i slično) i čije su ekonomske i društvene posljedice velike.

Osnovne kategorije u koje se dijele izvanredne situacije su [1] :

1. prirodne – brzo razvijajuće, javljaju se iznenada, često uz oskudna upozorenja,
2. tehnološke – brzo razvijajuće; rezultat su industrijskih akcidenata, akcidenata pri transportu ili uslijed poremećaja tehničkih sustava; javljaju se iznenada, uz malo upozorenja,
3. sporo razvijajuće – nedostatak hrane ili glad i nestašica nastala uništavanjem usjeva od strane štetočina (katastrofe izazvane zagađenjem ili degradacijom životne sredine),
4. kompleksne – izvanredne političke situacije, prirodne slučajnosti i slično, a karakterizira ih duža politička nestabilnost i obično visoka razina nasilja,
5. stalne izvanredne situacije – rezultat široko rasprostranjenog siromaštva, a mogu se pogoršati uslijed raznih prirodnih slučajeva,



6. masovne migracije – uzrokovane posljedicama prethodno navedenih izvanrednih situacija.

Uglavnom, kad pojedina pojava postigne određeni intenzitet, postaje kolektivni stres, a kada taj intenzitet postane vrlo velik, govori se o katastrofi. Krizna situacija uvijek ima svoju objektivnu dimenziju (određuje tijek krize) i subjektivnu dimenziju (određuje kako taj proces percipira socijalna zajednica pogođena krizom) [2]. Kako se u kriznim situacijama uvelike mijenja psihosocijalna struktura i pojedinaca i socijalne skupine, ponašanje ljudi bitno je za teoriju i praksu. Krizološka istraživanja bave se pojavama i situacijama koje u pravilu nije moguće predvidjeti, što je dodatna metodološka teškoća [1].

Sve veća potreba društva je da promišlja i prosuđuje, planira i predviđa svoje aktivnosti na temelju stručnih i znanstvenih spoznaja te da ih stalno provjerava uvjetuje multidisciplinarni profil stručnih, profesionalnih znanja. Ključne teorijske i metodološke odrednice razmatranja krize su [3] :

1. kako utvrditi što, tko, gdje, koliko i kako određujuće utječe na krizu,
2. kako utvrditi intenzitet i smjer utjecaja,
3. sagledati kritičku analizu dominantnih teorijskih pristupa i objašnjenja,
4. razumjeti stvarnu provjeru mogućnosti i ograničenja u povijesno i situacijski promjenjivom ambijentu.

Cilj se postiže pouzdanim teorijsko-metodološkim stajalištem za analizu, razumijevanje i tumačenje [3]. Pristupom objašnjenja putem znanja prestaje strah, jednostavno iz razloga što se rasuđivanjem nepoznato ne uvažava, već se svladava.

Promišljanje prirode, čovjeka i društva kroz pojmove krize, menadžmenta i katastrofe u predmetnom istraživačkom polju kriznog menadžmenta razvija se uz pomoć specifične vrste mišljenja koje ima namjeru biti istinito. Rezultati dosadašnjih teorijskih promišljanja i istraživanja pomažu u proučavanju suvremenih spoznajnih metoda. Isticanje važnosti istine o predmetu istraživanja nužno je da bi bilo upotrebljivo, kao što u misaonom procesu pojmovi pomažu da se prođe iza pojavnosti i odgovarajućim načinom objasni dio objektivne stvarnosti koja se proučava, da se steknu saznanja i da se dođe do spoznaje o prirodi, čovjeku i

društvu [3]. Naime širina istraživačke teme nema isti značaj u različitim društvenim trenucima u kojima se pojavljuje. Upravo stoga što aktualna zbivanja, od lokalnih do regionalnih, na mahove ostavljaju dojam da se ništa ne može učiniti i da nema izlaza, pred samu znanost postavljaju se određeni zahtjevi [1]. Pasivnim promatranjem događanja ne može se znati ništa konkretno.

Teorijska saznanja i empirijska verifikacija određenih oblika društvenih pojava u kriznim situacijama postoje, no unatoč tomu sama tema dosad je parcijalno istraživana [1]. Složenost međunarodnih političkih i ekonomskih odnosa višestruko se preslikava, od intenzivno manifestnih do latentnih i napetih načina i pojavnosti, na područjima malih zemalja i njihovih lokalnih sredina, promatrano od funkcioniranja društva i gospodarstva, preko određenih oblika društvenih pojava do dosegnutog obrazovnog, zdravstvenog, socijalnog i kulturnog stupnja, i ne manje važnosti stvarne kvalitete života ljudi [1].

Određivanjem prirode i sadržaja zastoja moguće je uočiti i uzroke nerazvijenosti. Tim putem izdvajaju se posebna i zajednička obilježja kriznih pojava i procesa. Niz je razloga koji ukazuju na društveni značaj izučavanja problema kriznog menadžmenta, kao i na potrebu valjanog rješavanja kriznih pojava i procesa. Pronalaženje izlaza iz nepredvidljivih situacija izazov je za znanstveno-nastavnu disciplinu kriznog menadžmenta. Putem analiza, razumijevanja i tumačenja prilika i okolnosti istraživači kriznog menadžmenta daju znatan doprinos rješavanju kriza na osnovama općeg dobra, općeprihvaćenih humanističkih vrijednosti i međuljudske povezanosti [1]. Jedan od značajnih ciljeva ostaje ulaganje u obrazovanje te stjecanje znanja u raznim disciplinama. Kvaliteta rada istraživača kriznog menadžmenta pokazala se i u isticanju značaja usklađenog razvoja raznih znanstvenih područja i polja.

### 3. POJAM I ODREDNICE POTRESA

Potres se najčešće definira kao iznenadna i kratkotrajna vibracija tla uzrokovana urušavanjem stijena (urušni potres), magmatskom aktivnošću (vulkanski potres) ili tektonskim poremećajima (tektonski potres) u litosferi i dijelom u Zemljinu plaštu [6]. Potres je endogeni proces do kojeg dolazi uslijed pomicanja tektonskih ploča, a za posljedicu ima podrhtavanje Zemljine kore zbog oslobađanja velike količine energije [6].

Postoje dvije mjere koje opisuju potres [6] :

1. magnituda,
2. jakost (intenzitet).

Magnituda potresa predstavlja energiju oslobođenu prilikom potresa. Izražava se stupnjevima Richterove ljestvice, koja ima vrijednosti od 0 do 9 [6]. Intenzitet potresa ovisi o više čimbenika kao što su količina oslobođene energije, dubina hipocentra, udaljenosti epicentra i građi Zemljine kore. Njegov učinak može se iskazati pomoću Mercalli-Cancani-Siebergove ljestvice koja ima 12 stupnjeva, a temelji se na razornosti i posljedicama potresa [6].

Proučavanjem potresa bavi se seizmologija, grana geofizike. Sprava koja se koristi za mjerenje i bilježenje potresa naziva se seizmograf, a zapis koji ostaje je seizmogram. Seizmologija je relativno mlada znanost, koja se vrlo brzo razvijala tek od početka 20. stoljeća. Riječ seizmologija prvi je sredinom 19. stoljeća upotrijebio irski znanstvenik Robert Mallet (1810. – 1881.), a prvi upotrebljivi seizmografi konstruirani su nešto poslije u Italiji, Japanu i Njemačkoj (seizmometrija) [6].

Razvoj teorije rasprostiranja elastičnih valova prethodio je razvoju mjernih instrumenata, pa su glavne vrste potresnih valova na seizmogramima utvrđene mnogo godina nakon što je njihovo postojanje teorijski predviđeno [6]. Godine 1828. prvi je put uzet u obzir jakost (intenzitet) potresa za označavanje šteta na građevinama [6]. U seizmološkoj su se praksi do danas održale različite makroseizmičke ljestvice, koje svrstavaju opažene učinke potresa na gređevine, ljude, životinje, predmete i okolicu u određeni broj stupnjeva, te tako određuju jakost potresa na tome mjestu.

Potkraj 19. stoljeća bila su osnovana prva nacionalna seizmološka društva i tzv. povjerenstva (1878. u Švicarskoj, 1880. u Japanu i Hrvatskoj), dok je 1905. godine bila osnovana Međunarodna udruga za seizmologiju, koja je 1951. godine prerasla u današnju Međunarodnu udruhu za seizmologiju i fiziku unutrašnjosti Zemlje, a Hrvatska je njezin član od osamostaljenja [6]. U svijetu je 20-ih godina 20. stoljeća radilo oko 150 seizmoloških postaja, te je bio osnovan Međunarodni seizmološki centar, koji i danas prikuplja podatke sa seizmoloških opservatorija diljem svijeta [6]. U europsko-mediteranskoj zoni od 1975. godine djeluje regionalna seizmološka organizacija [6]. Tijekom 50-ih godina 20. stoljeća u svijetu je djelovalo oko 700 seizmoloških postaja, a danas ima više od 8 500 međunarodno registriranih postaja [6].

Nagli razvoj računala u drugoj polovini 20. stoljeća omogućio je rješavanje složenih numeričkih problema povezanih s teorijom širenja i modeliranja elastičnih valova u heterogenom i anizotropnom sredstvu, ali i znatan napredak u razvoju seizmografa, koji se danas temelje isključivo na digitalnom prikupljanju podataka. Seizmologija razmatra pojave koje se mjere u iznimno velikim rasponima. Najmanji pomaci tla koji se mjere reda su veličine  $10^{-8}$  metara, dok pomaci kod velikih potresa prelaze desetak metara, a period im je od tisućinke sekunde približno do 1 sat [6]. Tipični seizmografi danas prikupljaju između 60 i 600 podataka svake sekunde u neprekinutom radu, pa godišnje svaka postaja prikupi prosječno oko 12 Gb podataka [6].

U Hrvatskoj se seizmologija počela brzo razvijati nakon velikoga potresa u Zagrebu 1880. godine, kada je Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti osnovala tzv. Potresni odbor, u radu kojega se posebno isticao Mijo Kišpatić [6]. Na prijelazu iz 19. u 20. stoljeća proučavanjem potresa sve se više bavio Andrija Mohorovičić, koji se smatra utemeljiteljem suvremene seizmologije u Hrvatskoj. On je 1906. u zgradi na Griču br. 3 osnovao zagrebačku seizmološku postaju, nabavio najbolje seizmografe i opservatorijske ure, uspostavio službu točnoga vremena, te je time osnovao zagrebačku seizmološku školu i postavio čvrste temelje za njezin uspješan razvoj [6].

Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu jedan je od rijetkih u svijetu na kojem se studij seizmologije može započeti već na dodiplomskoj razini, a njegovu Geofizičkom zavodu, kojemu je Mohorovičić bio na čelu 30 godina, povjerena je i zadaća uspostave Seizmološke službe Republike Hrvatske, koja se brine o osnovnoj

mreži seizmografa i prikuplja podatke o seizmičnosti Republike Hrvatske [6]. U Republici Hrvatskoj se seizmolozi još bave istraživanjem kvantifikacije potresa, potresne ugroženosti i opasnosti, pojačavanja seizmičkih valova, anizotropije brzina, građe Zemljine kore i drugim. Osnovni podatci o svim poznatim potresima na području današnje Republike Hrvatske čuvaju se u Hrvatskom katalogu potresa, u kojem se za više od 27 000 potresa u razdoblju od 373. pr. Kr. do 2006. godine navode lokacija, vrijeme, intenzitet i magnituda kao najvažniji parametri za procjenu potresne opasnosti koja je nužna pri projektiranju građevina [6].

Već od davnine ljudi znaju da pojedine životinje mijenjaju ponašanje uoči potresa jer životinje mogu svojim vrlo diferenciranim živčanim sustavom i osjetilima uočiti promjene u magnetizmu, vibracije tla i slične pojave koje prethode potresu, ali samo nekoliko minuta ili nekoliko sati prije izbijanja katastrofe. Međutim, promjene u ponašanju životinja nisu ni tipičan ni pouzdan znak da bi se na temelju njih mogao primjerice evakuirati grad ili područje s milijunskim stanovništvom. Znanstvena istraživanja radi prognoziranja potresa provode se u mnogim zemljama, osobito u Japanu, SAD-u i Rusiji, no do danas ni jedan potres nije pretkazan znanstvenim metodama.

Najrazoriniji svjetski potresi bili su [2] :

1. 2015. - 25. travnja - u razornom potresu u Nepal u koji je najteže pogodio glavni grad Kathmandu poginulo je više od 4 400 ljudi, a preko 8 000 je ranjeno.
2. 2005. - 27. svibnja - potres koji je pogodio indonezijski otok Javu i stari kraljevski grad Yogyakarta. Epicentar potresa jakosti 6,2 stupnja Richterove ljestvice bio je 37 kilometara jugozapadno od grada Yogyakarta u Indijskom oceanu. Poginulo je više od 5 800 ljudi, a preko 20 000 njih je ozlijeđeno. Nakon potresa pojačala se i aktivnost vulkana Merapi.
3. 2005. - u potresu jakosti 7,6 stupnjeva po Richteru u sjevernom Pakistanu i sjeverozapadnoj Indiji (Kašmir) poginulo je 80 000 ljudi, najviše u Pakistanu.
4. 2004. - 26. prosinca - potres u Indijskom oceanu jedan od najjačih potresa ikad zabilježenih s jačinom od 9 stupnjeva po Richteru s epicentrom na obali Indonezijskog otoka Sumatre koji je pokrenuo velik tsunami koji je odnio 300 000 života.

5. 1990. - u potresu jakosti 7,7 stupnjeva po Richteru koji je pogodio zapadni Iran smrtno je stradalo od 40 000 do 50 000 ljudi.
6. 1978. - u iranskoj pokrajini Horasan poginulo je 25 200 ljudi, a razrušen je Tabas i stotinjak sela u okolici gdje je ukupno poginulo oko 15.500 ljudi.
7. 1977. - u Rumunjskoj poginula 1 541 osoba, a 11 275 osoba bilo je ranjeno. Razrušeno je 32 897 kuća i 736 industrijskih objekata.
8. 1976. - potres u Tangshanu najdestruktivniji potres modernih vremena, procjenjuje se da je u njemu stradalo oko 245 000 ljudi.
9. 1963. - u potresu koji je 26. srpnja teško oštetiio Skoplje (Makedonija) smrtno je stradalo 1 070 osoba.
10. 1960. - za potresa u Agadiru (Maroko) smrtno stradalo 12 000 ljudi. Grad je bio potpuno razrušen.
11. 1960. - potres kod Valdivije (Veliki čileanski potres) je najsnažniji potres ikad zabilježen na Zemlji, a magnituda je bila 9,5 stupnjeva.
12. 1556. - potres u Shaanxiju je najsmrtonosniji potres u povijesti čovječanstva za koji se procjenjuje da je odnio 830 000 ljudskih života u Kini.
13. 1939. - katastrofalno pomicanje tla izazvano potresom u pokrajini Chilhan (Čile) pri čemu je poginulo 30 000 ljudi.
14. 1939. – potres u Erzincanu (Turska) poginulo 33 000 ljudi.
15. 1935. - potres u gradu Quetti (Pakistan) odnio 60 000 života.
16. 1932. - u katastrofalnom potresu koji je nakon 12 godina ponovno pogodio sjevernu Kinu (pokrajina Gansu) poginulo je 70 000 ljudi.
17. 1923. - u Tokiou i Yokohami razoreno je 123 000 kuća, a 450 000 kuća uništeno je u požaru koji je izbio nakon potresa; poginulo 145 000 ljudi.
18. 1920. - više od 180 000 ljudi poginulo je u katastrofalnom potresu koji je pogodio kinesku pokrajinu Gansu.
19. 1915. - potpuno razrušen talijanski grad Avezzano, a smrtno je stradalo 30 000 ljudi.
20. 1908. - u Messini na Siciliji (Italija) katastrofalni potres odnio je 75 000 ljudskih života.
21. 1906. - u Kaliforniji (SAD) nastala pukotina (rasjed) duga 350 kilometara, a tlo se pomaknulo za 7 metara duž rasjeda. Najveća šteta prouzročena je u San Franciscu, gdje je nakon potresa nastao požar pri čemu su smrtno stradale 452 osobe.

22.1902. - na otoku Martinik, u gradu Saint Pierre, stradalo 28 000 osoba od potresa i provale vulkana.

Tektonski potresi su najčešći i do njih dolazi u čak 90% slučajeva, a uzrokovani su tektonskim gibanjem [1]. Takvi su potresi najjači i zahvaćaju veća područja. Mjesto nastanka potresa u dubini Zemlje naziva se žarište (fokus) ili hipocentar potresa. Ono može biti neposredno ispod površine pa sve do dubine od 750 kilometara, iako potres s dubljim žarištem do sada još nije zabilježen [6]. Ako je hipocentar u dubini do 70 kilometara, potres je plitak, srednje duboki hipocentar nalazi se između 70 i 300 kilometara, a duboki hipocentar na više od 300 kilometara ispod Zemljine površine [1].

Potresne vibracije šire se od hipocentra na sve strane progresivnim elastičnim potresnim valovima (potresni valovi). Najbrži su longitudinalni valovi (lat. *undae primae* ili P-valovi), koji osciliraju u smjeru širenja, stežući i rastežući materijal kroz koji prolaze. Transverzalni valovi (lat. *undae secundae* ili S-valovi) vibriraju okomito na smjer širenja, 1,7 puta su sporiji od P-valova, a šire se samo kroz čvrste stijene [2]. Dugi valovi (lat. *undae longae* ili L-valovi) najsporiji su, čine ih kružna i vodoravna komponenta, a djelovanje im je slabo.

Potres je najjači u epicentru (mjesto na površini Zemlje neposredno iznad hipocentra) i u njegovoj najbližoj okolini (epicentralno područje). Krivulja ovisnosti trajanja putovanja potresnoga vala do pojedinoga mjesta u epicentralnoj udaljenosti naziva se hodokrona [6]. Snaga potresnog udarca ovisi o dubini hipocentra, udaljenosti epicentra, značajkama tla (u čvrstim stijenama potres je slabiji nego u nevezanom tlu), prisutnosti podzemne vode, čvrstoći građevina i drugom.

Jakost potresa je mjera za potres prema ocjeni učinka potresa na ljude, građevine i prirodu, a određuje se s pomoću iskustvenih makroseizmičkih ljestvica koje vrijede samo za određena područja. Prvu takvu ljestvicu izradio je Giacomo Gastaldi 1564. godine te je od tada izrađen niz ljestvica za određivanje i uspoređivanje jakosti potresa od kojih su najistaknutije [6] :

1. ljestvica P. B. Egena od 6 stupnjeva (1828.),
2. ljestvica Michelea Stefana de Rossija i Françoisia Alphonsea Forela od 10 stupnjeva (1883.),
3. ljestvica F. Omorija od 7 stupnjeva (1900.).

Godine 1917. Međunarodno seizmološko udruženje predložilo je za opću uporabu Mercalli-Cancani-Siebergovu (MCS) ljestvicu od 12 stupnjeva (Mercallijeva ljestvica) [6]. Na njoj se temelji i Medvedev-Sponheuer-Karnikova (MSK) ljestvica iz 1964. godine, također od 12 stupnjeva [6]. Tablica 1 prikazuje podjelu potresa prema Mercallijevoj ljestvici. Linije koje odjeljuju područja jednake jakosti potresa nazivaju se izoseiste [2]. U instrumentalnoj seizmologiji jakost potresa određuje se na osnovi magnitude (M), veličine koja se izračunava na temelju zapisa seizmografa.

Tablica 1. Podjela potresa prema Mercallijevoj ljestvici [2]

STUPANJ POTRESA	NAZIV POTRESA	UČINAK POTRESA
1.	Nezamjetljiv potres	Bilježe ga samo seizmografi
2.	Vrlo lagan potres	U višim katovima stambenih zgrada osjete ga samo osjetljivi (senzibilni) ljudi
3.	Lagan potres	Podrhtavanja tla osjeti više ljudi u zgradi
4.	Umjeren potres	U zgradama ga osjeti više ljudi, na otvorenom pojedinci. Trese vrata i pokućstvo.
5.	Prilično jak potres	Osjeti ga više ljudi na otvorenom prostoru. Njišu se predmeti koji slobodno vie. Zaustavlja ure njihalice.
6.	Jak potres	Ljudi bježe iz zgrada, ruše se predmeti i pomiče pokućstvo. Zvone manja crkvena zvona. Lagano se oštećuju pojedine dobro građene kuće.
7.	Vrlo jak potres	Crijepovi se kližu s krova, ruše dimnjaci. Ruše se slabije građene građevine, a na drugima nastaju oštećenja.
8.	Razoran potres	Znatno oštećuje oko 25% zgrada, pojedine kuće se ruše do temelja, a ostale su uglavnom neprikladne za



		stanovanje. U tlu nastaju pukotine, na padinama klizišta.
9.	Pustošni potres	Oštećuje oko 50% zgrada. Mnoge se zgrade ruše, većina ostaje neupotrebljiva. U tlu nastaju velike pukotine, na padinama klizišta i odroni.
10.	Uništavajući potres	Teško oštećuje oko 75% zgrada. Veliki broj dobro građenih kuća se ruši do temelja. Urušavaju se špilje, pojavljuju podzemne vode.
11.	Katastrofalan potres	Gotovo se sve zgrade ruše do temelja. Tlo se odronjava, stijene otkidaju i ruše.
12.	Veliki katastrofalan potres	Sve građeno ljudskom rukom ruši se do temelja, Reljef mijenja izgled.

Richterova ljestvica ili magnitudna ljestvica (ML) definirana je jednim brojem kojim se označava seizmička energija proizišla iz potresa. Ljestvica se procjenjuje prema logaritamskom zapisu najveće amplitude zapisane za specifičnom uređaju koji se zove Wood-Andersonov seizmograf [6]. Omjeri jačine potresa nisu usporedni s brojčanim iznosom (stupnjevima) Richterove ljestvice, pa tako primjerice potres jakosti 4,0 prema Richterovoj ljestvici ima 100 puta veću amplitudu i 1000 puta veću energiju od potresa koji iznosi 2,0 stupnja [6]. Učinkovita granica mjerenja za lokalne magnitude ML iznosi oko 6,8 stupnjeva [6].

Ljestvicu je 1935. godine definirao američki seizmolog Charles F. Richter [1]. Tablica 2 prikazuje Richterovu ljestvicu magnituda potresa. Richterova ljestvica izravno ovisi o energiji  $E$  oslobođenoj u žarištu potresa, prema relaciji [1]:

$$\log E = 4,8 + 1,5 \times M$$

odnosno :

$$M = 2/3 (\log E - 4,8)$$

Navedeno omogućuje precizno daljinsko ocjenjivanje učinka potresa, jer je za mnoga područja na Zemlji utvrđen odnos između iznosa magnitude i potresnih razaranja, odnosno MCS-ljestvice.

Tablica 2. Richterova ljestvica [2]

<b>RICHTEROVE MAGNITUDE</b>	<b>OPIS POTRESA</b>	<b>UČINCI DJELOVANJA POTRESA</b>	<b>UČESTALOST POJAVE</b>
Ispod 2,0	Mikro	Ne osjeća se.	Oko 8 000 na dan
2,0 – 2,9	Manji	Ne osjete se, ali bilježe seizmografi.	Oko 1 000 na dan
3,0 – 3,9	Manji	Osjete se, rijetko uzrokuju štetu.	49 000 na godinu
4,0 – 4,9	Lagani	Osjete se podrhtavanja, značajna oštećenja rijetka.	6 200 na godinu
5,0 – 5,9	Umjereni	Nastaje šteta na slabijim građevinama, manja na modernima.	800 na godinu
6,0 – 6,9	Jaki	Izaziva štete u naseljenim područjima 160 km od epicentra.	120 na godinu
7,0 – 7,9	Veliki	Uzrokuje golemu štetu i tisuće kilometara od epicentra.	18 na godinu
8,0 – 8,9	Razarajući	Uništava većinu objekata u krugu od nekoliko tisuća kilometara.	1 na godinu
9,0 – 9,9	Razarajući		1 u 20 godina
10,0 +	Epski	Nikada nisu zabilježeni.	Ekstremno rijetki (nepoznati)

Na Zemlji se godišnje zabilježi više od milijun podrhtavanja tla, odnosno potresa uglavnom nezamjetljivih za ljudska osjetila. Samo 20 do 30 potresa godišnje uzrokuju

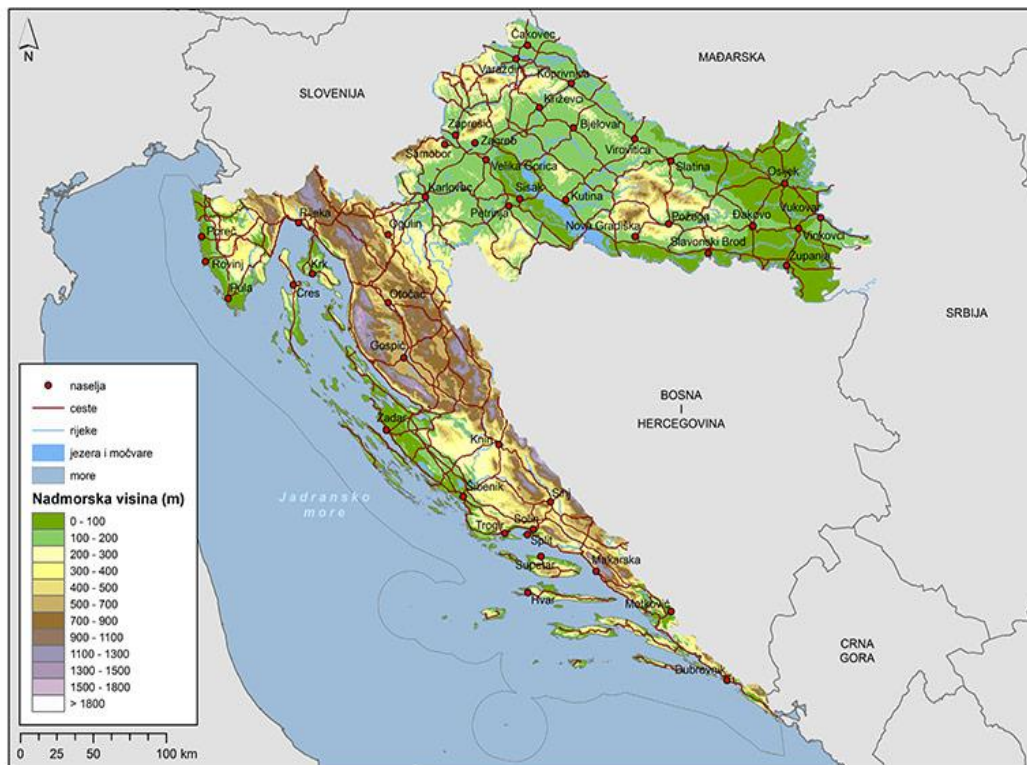
ljudske žrtve, pa i stotine tisuća mrtvih. Gotovo 95% potresa javlja se u dva uska pojasa [6] :

1. cirkumpacifičkom - obod Tihog oceana (tzv. Pacifički vatreni krug),
2. mediteransko-transazijskome - od Azora preko Sredozemnoga mora, Male Azije, Kavkaza, Armenskoga gorja, Pamira i Himalaje do Indonezije.

Na području Republike Hrvatske zone seizmičke aktivnosti nisu brojne i uglavnom se vežu uz područje hrvatsko – slovenske granice, područje Dubrovnika i otočja u neposrednoj blizini Dubrovnika te slavonske planine.

## 4. POLOŽAJ I KARAKTERISTIKE REPUBLIKE HRVATSKE

Republika Hrvatska površinom od 56.542 km<sup>2</sup> (bez Jadranskog mora) po veličini je srednje velika europska država smještena na obali Jadranskog mora i graniči sa Slovenijom, Mađarskom, Srbijom, Bosnom i Hercegovinom, Crnom Gorom te na moru s Italijom. Slika 1 prikazuje geografski položaj Republike Hrvatske.



Slika 1. Geografski položaj Republike Hrvatske [7]

S obzirom na površinu Republika Hrvatska ima vrlo dugu granicu od ukupno 2.374,9 km od čega [4] :

1. granica sa Bosnom i Hercegovinom iznosi 1.011,4 km,
2. granica sa Slovenijom iznosi 667,8 km,
3. granica sa Mađarskom iznosi 355,5 km,
4. granica sa Srbijom iznosi 317,6 km,
5. granica sa Crnom Gorom iznosi 22,6 km.

Dužina obale koja teritorijalno pripada Republici Hrvatskoj iznosi 5.835,3 km od čega 1.777,3 km otpada na kopnene obale te 4.058 km obale 1.158 otoka, hridi i grebena [4]. Republika Hrvatska proteže se od Žabnika (46°33'N 16°22'E) na sjeveru do

otoka Galijula (42°23'N 12°21'E) na jugu te od Rađevca (45°12'N 19°27'E) na istoku do rta Lako (45°29'N 13°30'E) na zapadu [4]. Udaljenost od sjevera do juga je 458 km, a udaljenost od istoka do zapada 464 km, dok su površina Republike Hrvatske i oblik potkove rezultat su burnih događaja tijekom povijesti.

Reljef Republike Hrvatske može se podijeliti u tri cjeline [4] :

1. Nizinska Hrvatska,
2. Gorska Hrvatska,
3. Primorska Hrvatska.

Prosječna temperatura zraka ravničarskog dijela kontinentalne Hrvatske za siječanj je od -2°C do 0°C, a nešto hladnije, do -6°C, je u kontinentalnom gorju i planinskoj Hrvatskoj [4]. Temperatura zraka u siječnju obala Istre i Kvarnerskog primorja je od 4°C do 5°C, dok je dalmatinska obala toplija, do 6°C [4]. U unutrašnjosti Istre i dalmatinskom zaleđu siječanjске temperature su niže od onih na obali, od 2°C do 4°C [4]. Prosječna srpanjska temperatura zraka kontinentalne Hrvatske je 20°C do 22°C, a svježije je u kontinentalnom gorju, do 15°C [4].

Osvježanje se ljeti lako pronalazi u planinskoj Hrvatskoj na visinama iznad 700 m, gdje su prosječne temperature u srpnju niže od 18°C [4]. Obala Istre i Kvarnerskog primorja u srpnju je topla, od 22°C do 24°C [4]. Temperature zraka južnije, u Dalmaciji, su od 24°C do 26°C na obali i u dolini Neretve, a niže u zaleđu, do 24°C [4]. Najviše prosječne temperature većinom su zabilježene u srpnju, a najniže u siječnju. Najniža temperatura zraka zabilježena je u Gračacu od -34,6°C (2003.), a najviša u Karlovcu od +42,4°C (1950.) [4].

Državni je teritorij administrativno podijeljen na 20 županija i Grad Zagreb te na 124 grada, 426 općina i 6.751 naselje [4]. Prostorni razmještaj stanovništva izrazito je neravnomjeran. Najnaseljeniji je sjeverozapadni dio zemlje, gdje na oko 15% površine državnoga teritorija živi gotovo 40% ukupnoga stanovništva [5]. Iznad prosječnu i prosječnu naseljenost imaju područje Istočne Slavonije, Istre i Primorja te Južne Dalmacije. U Republici Hrvatskoj prevladavaju manja naselja te disperzna naseljenost, na što ukazuje i prosjek od 657 stanovnika po naselju [4]. Veća i koncentrirana naselja karakteristična su za istočnu Hrvatsku, Međimurje i Splitsku makroregiju.

Posebno se izdvajaju četiri velika gradska središta [4] :

1. Zagreb (691.724),
2. Split (175.140),
3. Rijeka (143.800),
4. Osijek (90.411).

U navedenim gradskim središtima živi oko četvrtina stanovništva i koji su središta razvoja na širem gravitacijskom području. Po kvaliteti, brojnosti i raznovrsnosti, fond spomenika kulture u Republici Hrvatskoj ima izuzetno značenje. Prema podacima u Registru nepokretnih spomenika kulture upisano je 358 povijesnih cjelina i 4.010 spomenika graditeljske baštine, od čega je 42 na listi kulturnih dobara nacionalnog značaja te 6 lokacija pod zaštitom UNESCO-a [4].

Sukladno Zakonu o zaštiti prirode zaštićena područja u Republike Hrvatske obuhvaćaju 11,32% kopnene površine dok šume prekrivaju 47% teritorija Republike Hrvatske [5]. Ukupna površina poljoprivrednog zemljišta iznosi 3.137 milijuna ha [4]. Republika Hrvatska, s 0,71 ha poljoprivrednog, odnosno s 0,45 ha obradivog zemljišta po glavi stanovnika, ulazi u skupinu zemalja koje su razmjerno bogate poljoprivrednim zemljištem [4].

U Republici Hrvatskoj ceste su podijeljene na javne i nerazvrstane. Sukladno Zakonu o cestama (Narodne novine 84/11, 22/13, 54/13, 148/13 i 92/14) pravne osobe koje upravljaju javnim cestama su društvo Hrvatske autoceste d.o.o. i koncesionari, društvo Hrvatske ceste d.o.o. i Županijska uprava za ceste. Društvo Hrvatske autoceste d.o.o. i koncesionari upravljaju autocestama, društvo Hrvatske ceste d.o.o. državnim cestama, a Županijska uprava za ceste županijskim i lokalnim cestama. Jedinica lokalne samopurvave upravljaju nerazvrstanim cestama. Sukladno Odluci o razvrstavanju javnih cesta (Narodne novine 66/15) ukupna duljina javnih (kategoriziranih) cesta u 2018. godini iznosi 26.868,9 km [4].

Sukladno Odluci o razvrstavanju pruga (Narodne novine 03/14) ukupna građevinska duljina svih željezničkih pruga u Republici Hrvatskoj iznosi 2.722,54 km, a od toga je 2.468,54 km jednokolosiječkih i 254 km dvokolosiječkih [4]. U Republici Hrvatskoj postoji sedam velikih pomorskih luka. Glavna luka s najvećim prometom je Rijeka koja je nedovoljno kvalitetno povezana sa zaleđem. Ovisno o značaju i položaju,

unutarnji plovni putovi u Republici Hrvatskoj su klasificirani kao međunarodni, međudržavni i državni. Sveukupna duljina plovnih putova u Republici Hrvatskoj iznosi 804,10 km [4]. Republika Hrvatska ima deset međunarodnih aerodroma, od kojih je osam otvoreno za javni promet.

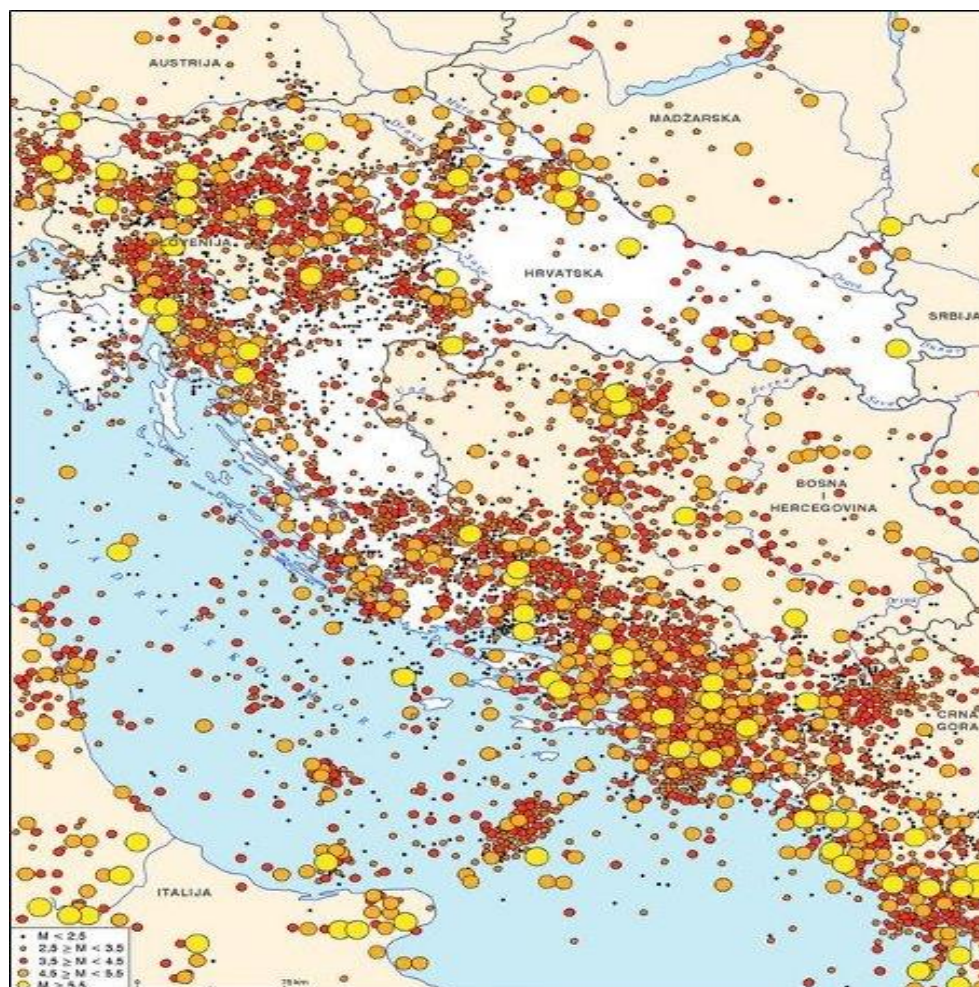
Potres se najčešće očituje kao podrhtavanje tla zbog naglog oslobađanja energije u Zemljinoj kori. Uzroci oslobađanja energije mogu biti različiti, ali s obzirom na važnosti u pogledu utjecaja na ljudsku okolinu, posebice graditeljsku baštinu, u kontekstu potresnog inženjerstva se u pravilu razmatraju potresi povezani s teorijom tektonskih ploča, odnosno potresi koji nastaju zbog tektonskih promjena [4]. Pojava potresa pripada skupini prirodnih rizika koji se ne mogu predvidjeti, a s određenom se vjerojatnošću mogu dogoditi u bilo kojem trenutku. Osim s podrhtavanjem tla seizmički rizik može biti povezan i s drugim događajima poput likvefakcije i pojave klizišta ili tsunamija.

Budući da potrese nije moguće spriječiti, provođenje mjera za ublažavanje posljedica potresa i pripremljenost društvene zajednice u slučaju njegove pojave od iznimne su važnosti. unatoč nezaustavljivom tehnološkom napretku i značajnim iskoracima u građevinsko-tehničkoj regulativi ova prirodna pojava u trenutku može dovesti do uništenja dijelova gradova ili cijelih naselja [4]. Posljedice pojave jakog potresa mogu obuhvatiti oštećenja ili rušenje svih vrsta postojećih građevina, među kojima posebnu pozornost treba usmjeriti na stambene zgrade, vrijednu kulturno-spomeničku baštinu, objekte od posebne važnosti (bolnice i industrijske objekte, te kritične točke prometne i komunalne infrastrukture), pa se moguća pojava potresa mora povezati sa značajnom izravnom i neizravnom štetom na imovini, uz opasnost od ozbiljnih ozljeda i mogućeg gubitka ljudskih života [5].

Potres u naseljenom području, posebice ako se radi o regionalnom središtu ili području od strateške važnosti, može izazvati potpuni poremećaj gospodarskih i društvenih odnosa u zajednici. U posljednjim desetljećima ustanovljeni su zamjetni gospodarski i društveni gubici diljem svijeta, a temeljem raspodjela direktnih gubitaka zbog prirodnih katastrofa i dalje je uočljiv trend povećanja [4]. Gotovo dvije trećine ekonomskih gubitaka nastalo je zbog geofizičkih događaja, uglavnom razornih potresa [6]. Važno je naglasiti da su zbog prirodnih katastrofa u odnosu na direktne gubitke u postocima BDP-a najviše pogođene zemlje sa srednjim dohotkom, u

usporedbi sa zemljama s niskim i visokim dohotkom, a Republika Hrvatska je prema gospodarskim kriterijima klasificirana kao zemlja s višim srednjim dohotkom [6].

S obzirom na potrese s najvećim posljedicama, u Republici Hrvatskoj su zabilježena dva potresa stupnja X prema ljestvici Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS), 361. godine na otoku otok Pagu, kada je grad Cissa propao u more te 1667. godine u Dubrovniku, kada je poginulo 3.000 ljudi, te 21 potres stupnja IX, od kojih se posljednji dogodio 1996. godine na Stonu, a najpoznatiji 1880. godine u Zagrebu [6]. Važno je istaknuti da su u Republici Hrvatskoj područja najjače seizmičke aktivnosti ujedno i područja najveće naseljenosti, odnosno posebne gospodarske i društvene važnosti (područje Zagreba, Rijeke, Splita i Dubrovnika). Slika 2 prikazuje epicentre potresa na području Republike Hrvatske zabilježeni do 2020. godine.



Slika 2. Epicentri potresa na području Republike Hrvatske zabilježeni do 2020. godine [6]

S obzirom da Republika Hrvatska pripada mediteransko-transazijskom pojasu visoke seizmičke aktivnosti, prema Europskoj karti seizmičkog hazarda jedna je od seizmički



ugroženijih država u Europi, a gotovo cijelo područje Republike Hrvatske je izrazito podložno pojavi potresa. Više od 30% površine, odnosno oko 60% stanovništva je izloženo jačim potresima s očekivanim značajnim posljedicama. Izloženost važnih regionalnih središta ukazuje na moguće katastrofalne posljedice, posebice u slučaju grada Zagreba (veliki postotak oštećenosti stambenih građevina, industrijske i komunalne infrastrukture, problemi u komunikaciji i državnoj administraciji, neprotočne prometnice, veliki broj povrijeđenih i mrtvih, nedovoljni kapaciteti za zbrinjavanje ozlijeđenih i evakuiranih i slično) te sekundarne katastrofalne opasnosti i posljedice [6].

Suvremene karte seizmičkog hazarda su izrađene u novije vrijeme temeljem statističkih analiza raspoloživih povijesnih podataka i složenim seizmičkim proračunima za teritorij Republike Hrvatske, a objavljene su 2012. godine te uvrštene u hrvatski Nacionalni dodatak važećih Europskih propisa za projektiranje potresne otpornosti konstrukcija [6].

Na području Republike Hrvatske ima nekoliko zona veće seizmičke aktivnosti. U priobalnom dijelu takva se zona proteže od hrvatsko-slovenske granice do područja južno od Dubrovnika. U Jadranskom moru ističe se područje s više epicentara južno od Lastova [6]. Druga se zona proteže od slovenske granice zapadno od Karlovca preko Žumberačkoga gorja i Medvednice do Bilogore [6]. Aktivna je i zona od Pokuplja prema Banjoj Luci (BiH) [6]. Manje su aktivna seizmička područja slavonske planine Psunj, Papuk, Krndija i Dilj [6]. Ostali središnji i istočni dijelovi Hrvatske seizmički su još manje aktivni. Svi potresi na području Republike Hrvatske ubrajaju se u red plitkih potresa.

#### **4.1. Položaj i karakteristike Grada Zagreba**

Zagreb je glavni grad Republike Hrvatske i ujedno najveći hrvatski grad prema broju stanovnika. Prvi pisani spomen Zagreba datira iz 1094. godine kada je na Kaptolu osnovana biskupija, što govori da je tu i ranije postojalo naselje. Grad Zagreb prostire se na površini od 641 km<sup>2</sup> [6]. Povijesno gledajući, grad Zagreb je izrastao iz dva naselja na susjednim brežuljcima, Gradeca i Kaptola, koji čine jezgru današnjeg grada, njegovo povijesno središte.

Zagreb se nalazi se na jugozapadnom rubu Panonske nizine na prosječnoj nadmorskoj visini od 122 m, podno južnih padina Medvednice, na lijevoj i desnoj obali rijeke Save [6]. Specifičan geografski položaj grada na mjestu spajanja alpske, dinarske, jadranske i Panonske regije, omogućio je da Zagreb postane most između srednjoeuropskog i jadranskog područja. Klima u Zagrebu je umjerena kontinentalna. Ljeta su vruća i suha s prosječnim temperaturama od 20 °C, dok su zime hladne s prosječnim temperaturama od 1 °C [6].

Područje Grada Zagreba, osim naselja Zagreb, obuhvaća i 69 drugih naselja [7]. Šire područje grada okuplja više od milijun stanovnika. Prema podacima iz 2019. godine u Zagrebu živi 802.338 stanovnika. Prosječna starost stanovnika je 39,7 godina. Prema narodnosti većinu stanovnika čine Hrvati (oko 92 %), a od nacionalnih manjina najznačajnije skupine su Srbi, Slovenci, Bošnjaci i Albanci [7].

Prema vjeri većina Zagrepčana izjašnjava se katolicima (87%), a ostale najznačajnije vjerske zajednice su pravoslavna, islamska, Evangelička crkva, Reformirana kršćanska (kalvinska) crkva kao povijesne protestantske konfesije, Adventistička crkva, Baptistička crkva, židovska zajednica i Jehovini svjedoci [7]. Oko 4% Zagrepčana izjašnjava se agnosticima, a 3,5 % ateistima [7].

Najveće gradske četvrti Zagreba su [7] :

1. Trešnjevka (više od 120 000 stanovnika),
2. Novi Zagreb (više od 110 000 stanovnika),
3. Dubrava (blizu 100 000 stanovnika).

Kao najveći i glavni grad, Zagreb je kulturno, znanstveno, političko, obrazovno, gospodarsko i upravno središte Republike Hrvatske i Zagrebačke županije. Zahvaljujući ulozi najvećeg prometnog centra u Republici Hrvatskoj, razvijenoj industriji s dugom tradicijom i znanstvenim i istraživačkim ustanovama, Zagreb je gospodarski najrazvijeniji grad u državi. Grad Zagreb je kao glavni grad Republike Hrvatske posebna teritorijalna, upravna i samoupravna jedinica koja ima položaj grada.

Sve glavne autoceste prolaze kroz Zagreb i granaju se prema raznim dijelovima Hrvatske. Možda najvažnija od njih je autocesta A1 Zagreb - Split - Dubrovnik, koja je u potpunosti završena do Ploča. Druga glavna trasa je na koridoru X Transeuropskih autocestnih mreža, A3 Bregana - Zagreb - Lipovac, koja spaja

sjevernu Europu s Turskom preko Balkana i Grčke. Zadnji dio te dionice od Županje do graničnog prijelaza Bajakovo sa Srbijom dovršen je na ljeto 2006. godine [7].

Treća glavna trasa je autocesta A6 (E65) Zagreb - Rijeka, koja spaja glavni grad s najbližom velikom lukom na Jadranu. Uz te tri glavne grane tu su još i autoceste A4 Zagreb - Goričan koja se u Mađarskoj nastavlja na autocestu prema Budimpešti, te autocesta A2 Zagreb - Macelj, koja pripada Phyrnskoj autocesti od Nürnberga u Njemačkoj do Beograda u Srbiji (od Zagreba do Lipovca/Bajakovo Phyrnska autocesta nosi ime A3) [7]. Također veliki značaj ima autocesta A11 Zagreb - Sisak.

Zagreb je također veliko željezničko čvorište. Dva od tri najvažnija europska koridora u Hrvatskoj prolaze kroz Zagreb, a to su [7] :

1. Paneuropski Željeznički koridor V (krak b) - od Botova do Rijeke,
2. Paneuropski Željeznički Koridor X - najvažniji željeznički pravac u Republici Hrvatskoj.

U Zagrebu se spajaju i pruge za Karlovac i Sisak. Razvijen je i prigradski putnički promet Zagreba. Teretni promet se vrši obilazno. Zagreb posjeduje i veliki teretni kolodvor.

Zračna luka *Franjo Tuđman* najveća je i najprometnija zračna luka u zemlji. Nalazi se na teritoriju grada Velike Gorice. Putnička zgrada i platforma dovršene su 1959. godine, a u jesen iste godine zračna je luka otvorena za civilni zračni promet. Godine 2008. raspisan je međunarodni arhitektonski natječaj za novi terminal zračne luke čija je izgradnja počela 2013. godine [7]. U funkciji je od ožujka 2017. godine [7]. Pored Zračne luke *Franjo Tuđman*, u Lučkom postoji i manji športski aerodrom, *Zračno pristanište Lučko*.

Javni gradski prijevoz u Zagrebu čini mreža tramvajskih i autobusnih linija, gradsko-prigradski vlakovi te taksi vozila. Glavninu javnog prijevoza u Zagrebu obavlja Zagrebački električni tramvaj (ZET), koji je operator tramvajskog i autobusnog prometa, a brine se i o uspinjači i žičari, koja je trenutno izvan funkcije te se očekuje izgradnja nove. ZET je podružnica gradskog trgovačkog društva Zagrebački holding d.o.o.

Prvi električni tramvaj pušten je u promet u kolovozu 1910. godine [7]. Današnja tramvajska mreža ima ukupnu dužinu od 116 km (širina tramvajskog kolosjeka je 1000 mm) [7]. Promet je organiziran u 15 dnevnih i 4 noćne linije. Autobusni promet ZET-a trenutno se sastoji od 120 autobusnih linija, od toga 69 gradskih i 51 prigradskih [7].

Uspinjača ZET-a spaja zagrebački Gornji i Donji grad. S prugom dugom samo 66 metara poznata je i kao najkraća žičana željeznica na svijetu namjenjena javnom prometu. Službeno je puštena u pogon u listopadu 1890. godine [7]. Danas je zaštićena kao spomenik kulture, a također je jedna od turističkih atrakcija u Zagrebu.

Žičara *Sljeme* puštena je u promet 1963. godine, a za promet je zatvorena sredinom 2007. godine nakon kvara na elektromotoru za koji je procijenjeno da je neisplativ za saniranje [7]. U tijeku su pripreme za izgradnju nove moderne sljemenske žičare. Žičara je bila u funkciji prijevoza izletnika na vrh Medvednice. U Zagrebu danas ima oko 1.150 taksi vozila, a vožnja taksijem dostupna je 24 sata dnevno [7]. Prvi autotaksi u Zagrebu pojavio se na Trgu Bana Jelačića u lipnju 1901. godine [7].

Gradsko-prigradskim željezničkim prijevozom koristi se radnim danom u prosjeku oko 70.000 putnika [7]. Glavna željeznička linija prometuje na relaciji Savski Marof - Zagreb Glavni kolodvor - Dugo Selo. Hrvatske željeznice uvele su ovu liniju 1992. godine [6]. Uz ovu liniju, drugi važni prigradski smjerovi su prema Velikoj Gorici te Jastrebarskom, a zajedno s lokalnim vlakovima iz smjera Zaboka, Novske, Karlovca i Koprivnice. Godine 2013. je po uzoru na velike europske metropole pušten u rad sustav javnih bicikala [6]. Zagrepčanima je na raspolaganju više od 100 bicikala, na ukupno trinaest lokacija u gradu [7].

S obzirom na svoju povijest i značaj, Zagreb je bogat spomenicima i arhitekturom. Središtem Zagreba smatraju se povijesne četvrti Gornji grad i Kaptol, te Donji Grad, u kojima je iznimna raznolikost arhitekture od baroka do današnjih dana. Centar je okružen sa sjeverne strane rezidencijalnim četvrtima s višom razinom stanovanja, a s juga bivšim radničkim četvrtima koje proživljavaju snažnu reurbanizaciju [6]. Izgledom i uređenjem, Zagreb je tipičan srednjoeuropski grad [6].

Istočno od središta grada, u četvrti Maksimir, smjestio se park Maksimir, povijesni perivoj osnovan u 18. stoljeću te oblikovan po uzoru na engleske romantičarske

parkove [7]. U njemu se nalazi Zoološki vrt grada Zagreba. U sjevernom dijelu grada je glavno zagrebačko groblje Mirogoj izrađeno krajem 19. i početkom 20. stoljeća prema projektu arhitekta Hermanna Bolléa, a iznimnom se ljepotom odlikuju tamošnje arkade u kojima su pokopane znamenite ličnosti iz hrvatske povijesti [7].

U južnom dijelu Zagreba je športsko-rekreacijski centar Jarun, s umjetnim jezerom uređenim za kupanje te veslačkom stazom. Na nasuprotnoj obali Save, u naselju Lanište, nalazi se najveća športska dvorana u Hrvatskoj - Arena Zagreb. Sve brojnije nove poslovne i stambene zgrade, zagrebački neboderi, također su doprinos urbanoj vizuri hrvatskog glavnog grada.

Popularno izletišta Zagrepčana je planina Medvednica, poznata po vrhu Sljeme, na kojoj se nalazi srednjovjekovna utvrda Medvedgrad. Gimnastička dvorana Dom Hrvatskog sokola u centru grada, a otvorio ju je Franjo Bučar 1883. godine [7]. Sveučilište u Zagrebu je drugo najstarije u Republici Hrvatskoj nakon zadarskog (1396.) i među najstarijima u Europi [7]. Sveučilište u Zagrebu osnovano je 1669. godine, a fakulteti i akademije Sveučilišta pokrivaju sva znanstvena područja (prirodoslovno, tehničko, biotehničko, biomedicinsko, društveno, humanističko i umjetničko) [7].

Grad Zagreb nalazi se na kontaktu triju velikih tektonskih jedinica. Na sjeverozapadu su Alpe, na istoku Panonski bazen i na jugu Dinaridi. Potres magnitude 5.5 stupnjeva prema Richteru koji je 22. ožujka 2020. godine u 6 sati i 24 minuta zatresao Zagreb, najjači je instrumentalno zabilježen potres s epicentrom u širem zagrebačkom području (epicentralno područje Medvednica) te ujedno najjači poslije Velikog zagrebačkog potresa iz 1880. godine [8].

Čak i relativno umjerena potresna trešnja može imati značajne posljedice na ekonomiju i društvo, što je posebno važno za područje Republike Hrvatske gdje se na potresno ugroženim područjima nalaze administrativno, ekonomski i infrastrukturni najvažnija urbana središta. Iz karte potresnih područja Republike Hrvatske je vidljivo kako potresno najugroženija područja obuhvaćaju Grad Zagreb te šire riječko i dubrovačko područje čime je potresima izravno ugroženo oko jedna trećina stanovnika Republike Hrvatske [6]. O potresu koji je pogodio Grad Zagreb i širu okolicu 22. ožujka 2020. godine biti će više riječi u daljnjem tekstu rada.

## 5.NAČINI I SUSTAVI UPRAVLJANJA SIGURNOŠĆU PRILIKOM

### POTRESA NA PODRUČJU GRADA ZAGREBA

Upravljanje sigurnošću u slučaju katastrofa kao što su potresi sastavni je i vrlo bitan dio općeg upravljanja zaštitom ljudi i imovine. Upravljanje sigurnošću može se definirati kao sustavna i planirana organizacija ljudskih aktivnosti i financijskih sredstava te potrebnih aktivnosti kako bi se osigurala trajnost, u skladu s poslanjem određene države i grada [6]. Učinkovita je zaštita i sigurnost utemeljena na pretpostavci da je zaštita sastavni dio i pravo javnosti, te kao takva, treba biti dio aktivnosti i odgovornost države te pojedinog grada unutar određene države.

Upravljanje sigurnošću obuhvaća različite vidove poput strateškog i financijskog planiranja, primjene legislativnih mjera, obrazovanja i podizanja svijesti o pitanjima zaštite i sigurnosti, prijenosa i primjene teorijskog znanja, operativnih vidova svakodnevnih aktivnosti koje se poduzimaju glede pružanja određene nužne razine sigurnosti, tehničkih i materijalnih pitanja primjene metoda i tehnika zaštite i sigurnosti i slično [6]. Može se reći da upravljanje sigurnošću posebno dolazi do izražaja u slučajevima katastrofa.

U stručnoj se literaturi ističe i definira nekoliko pojmova i koncepata ključnih za pitanje upravljanja sigurnošću [6] :

1. katastrofa se u kontekstu potresa definira kao svaki iznenadni događaj koji prijete sigurnosti ljudi i imovine. Radi se o nizu međusobno uvjetovanih uzroka oštećenja, čije su posljedice po živote ljudi i imovinu iznimno teške i obimne. Najčešće dolaze neočekivano, no to ne znači da gradovi i države ne mogu biti do određene mjere spremni reagirati ili se nositi s posljedicama.
2. upravljanje zaštitom i sigurnošću u slučaju katastrofa (engl. *disaster management*) predstavlja unaprijed planiranu organizaciju osoblja, sredstava i aktivnosti kako bi se predvidjeli mogući izvori katastrofa (u slučajevima gdje je to moguće predvidjeti) i pokušalo spriječiti da do njih dođe, te kako bi se moglo primjereno reagirati u određenim okolnostima te time osigurati učinkovitu zaštitu ljudi i imovine. Uključuje više od formuliranog i napisanog plana za slučaj katastrofe te se odnosi i na šira pitanja upravljanja kao što su financije, procjena rizika i poučavanje.

3. Plan mjera zaštite u slučaju katastrofa (engl. *disaster control plan*) je jasan i koncizan dokument u kojem su navedene preventivne i pripremne mjere kako bi se smanjio mogući rizik te dokument koji propisuje postupke reakcije i oporavka tijekom i nakon katastrofe.
4. Faze u planiranju mjera zaštite predstavljaju aktivnosti grupirane u pet faza, a to su procjena ugroženosti, preventivne mjere, mjere pripravnosti, spašavanje ljudi i imovine te saniranje posljedica
5. Procjena ugroženosti obuhvaća utvrđivanje trenutnog stanja imovine i opasnosti po živote ljudi, procjenu vanjskih i unutarnjih opasnosti te provjeru postojećih preventivnih mjera. Preventivne mjere poduzimaju se nakon što se dobije uvid u stupanj ugroženosti, kako bi se smanjila mogućnost da do katastrofe dođe. Mjere pripravnosti provode se kako bi grad i država bili spremni reagirati u slučaju da do katastrofe dođe. Odnose se na pripremu, pregledavanje i ažuriranje planova, utvrđivanje prioriteta i uvježbavanje osoblja. U fazi spašavanja potrebno je slijediti unaprijed određene postupke obavljanja i evakuiranja ljudi. Reakcije se u ovoj fazi dijele na trenutne, poput dojave opasnosti, kratkoročne, poput onih koje poduzimaju konzervatori i osoblje tijekom katastrofe i dugoročne, poput onih koje utječu na saniranje posljedica. Saniranje posljedica odnosi se prije svega na određivanje prioriteta, savjetovanje sa stručnjacima, primjenu metoda i tehnika zaštite ljudi i imovine te uređivanje imovine nakon katastrofe.
6. Uloge u planiranju i provedbi zaštite u slučaju katastrofa bitan su dio upravljanja sigurnošću. Više je uloga koje se dodjeljuju u slučaju opasnosti kao i odgovornosti koje uz njih idu. Dvije ključne uloge su *kontrolor u slučaju katastrofa* (engl. *disaster controller*) i *koordinator aktivnosti u slučaju katastrofa* (engl. *disaster response coordinator*). Te se uloge dodjeljuju obično osoblju s visokim odgovornostima i iskustvom. Kontrolor u slučaju katastrofa predstavlja državni ili gradski vrh te odobrava financiranje te strategije i planove spašavanja, dok koordinator aktivnosti u slučaju katastrofa vodi tim za spašavanje, osigurava da se prioriteta i planovi provode prema postojećem planu te upravlja informacijama potrebnim za traženje sredstava i osiguranja. Detaljno su razrađene i ostale potrebne uloge stručnjaka za odnose s javnošću, specijalista za saniranje posljedica, voditelja tima za saniranje posljedica, dokumentatora i slično.

Današnje vrijeme pokazuje da se katastrofe događaju često i da dobra organizacija može znatno doprinijeti sigurnosti ljudi i njihove imovine. Dostupni su primjeri država i gradova koji su pretrpjeli katastrofe poput potresa, poplava, požara, uništenja u ratovima i terorističkim napadima, a izvješća o njihovim reakcijama i iskustvima dragocjena su drugim državama i gradovima jer im omogućuju da unaprijede svoje planove i organizaciju zaštite [6]. Pored organizacijskih pitanja, pozornost treba usmjeriti i na snažnu psihološku komponentu prisutnu u upravljanju sigurnošću u slučaju katastrofa [6]. Stoga je spremnost stručnih službi na primjerene reakcije i njihova sposobnost da se nose s kriznim stanjima nešto čemu treba pridati izrazitu pozornost.

Poimanje katastrofe je najčešće usmjereno na razaranja nastala uslijed prirodnih pojava kao što su potresi. U vremenu u kojem je izražena ovisnost o novim tehnologijama, moguće su i nove katastrofe. Budućnost može donijeti mnoge promjene i mnoge izazove. Izvori potrebni za zaštitu i sigurnost ljudi i imovine preduvjet su za opstanak država i gradova te nužno funkcioniranje gospodarskog sustava katastrofom pogođenog područja za što je nužna adekvatna organizacija ljudstva te dostupnost financijskih sredstava te nužna infrastruktura. U daljnjem tekstu rada slijedi prikaz činjeničnog stanja te načina i sustava upravljanja sigurnošću prilikom potresa na području grada Zagreba.

### **5.1. Opis i sažeti prikaz razmjera potresa**

Kako je ranije u radu navedeno, uzročnici nastanka potresa su tektonski pokreti koji se događaju u regionalnom prostoru. Uslijed naguravanja i podvlačenja pojedinih tektonskih jedinica jednu pod drugu litosfera puca, a pukotine (rasjedi) postaju seizmički izvori potresa [1]. Samo područje grada Zagreba pod utjecajem je rasjedne zone žumberačko-medvedničko-kalničkog rasjeda te su potresi ovdje posljedica sučeljavanja struktura panonskog bazena i onih *medvedničko – kalničkog pružanja*. Radi se o međusobnoj kinematičkoj interakciji susjednih orogena, čija dinamika još nije u potpunosti razjašnjena [6].

Strukturno-tektonski sklop u podzemlju nije jednostavno rekonstruirati, pa se ne zna koliko su rasjedi međusobno povezani, odnosno može li popuštanje napetosti duž



jednog aktivnog rasjeda uzrokovati aktiviranje drugog [2]. Za što bolju interpretaciju strukturno-tektonskog sklopa na nekom području nužna su detaljna i usmjerena istraživanja te multidisciplinarni pristup, jer se jednostranim pristupom ne mogu postići zadovoljavajući rezultati. Potresi i seizmička aktivnost šireg područja Zagreba nisu ništa neuobičajeno. Zagreb se jače ili slabije zatresao čak 661 put u razdoblju od 1502. do 1883. godine [6]. Najjači je bio 9. studenoga 1880. godine u 7 sati i 3 minute, magnitude 6.3, sa žarištem u Medvednici, oko mjesta Kašina i Planina [6]. Potom se 1901. godine dogodio jaki potres, magnitude 4.6, s epicentrom u okolici Šestina [6].

Na gotovo identičnoj lokaciji, kao ona u slučaju potresa iz 1880. godine, dogodila su se još dva jaka potresa 1905. i 1906. godine [6]. Što se recentnije seizmičke aktivnosti šireg područja grada Zagreba tiče, najjači je potres koji se dogodio 3. rujna 1990. godine s epicentrom u okolici Kraljevog Vrha, magnitude 4.7 [6]. Karakteristika seizmičnosti zagrebačkog područja je relativno učestalo događanje slabijih potresa, od 1908. godine, kada je otpočelo kontinuirano bilježenje potresa u Republici Hrvatskoj, zabilježeno je oko 1000 potresa magnituda do 3.5 te relativno rijetka pojava jačih potresa (magnituda većih od 4.5) [6]. Na određenom epicentralnom području uvijek se može očekivati potres barem one jakosti kakav se već jednom u povijesti dogodio. Tako se na zagrebačkom području može očekivati potres najmanje magnitude 6.3, a najvjerojatnije i magnitude 6.5 [2].

Potres koji je pogodio Zagreb 2020. godine jačine 5,5 stupnjeva po Richteru dogodio se u nedjelju, 22. ožujka 2020. u 6:24 sati. Euromediteranski seizmološki centar javio je da se epicentar nalazio 7 kilometra sjeverno od središta Zagreba (Markuševec), na dubini od 10 km [8]. U 7:01 sati uslijedio je još jedan potres jačine 5,0 stupnjeva po Richteru, dok je treće jače podrhtavanje tla zabilježeno u 7:41 sati, jačine 3,7 po Richteru [8]. U nešto više od 24 sata nakon prvog potresa, na području grada Zagreba zabilježeno je 57 dodatnih potresa [8].

Seizmološke službe i Euromediteranskog seizmološkog centra najjači je bio magnitude 5,5 stupnjeva po Richterovoj ljestvici, a najslabiji 2,0 [8]. Seizmološka služba objavila je da je do 14. travnja zabilježeno oko 145 potresa koje su osjetili građani, magnitude iznad 1,3 stupnja po Richterovoj ljestvici [8]. Seizmografi su zabilježili još oko 850 potresa magnituda manjih od 1,3 stupnja [8]. U povijesnom

središtu grada zabilježene su veće materijalne štete, oštećen je i vrh južnog tornja Zagrebačke katedrale.

Gradonačelnik Grada Zagreba je 23. ožujka 2020. proglasio prirodnu nepogodu uzrokovanu potresom na području grada Zagreba. Bio je to treći najjači potres u Zagrebu nakon Velikog potresa 1880. godine. Potres se dogodio u doba pandemije koronavirusa u Republici Hrvatskoj, stoga su aktualni predsjednik države i Vlade Republike Hrvatske apelirali na građane da se pridržavaju mjera i uputa stožera. U Zagrebu je u potresima ozlijeđeno ukupno 27 ljudi, dok je jedna osoba umrla od zadobivenih ozljeda [8].

Istoga dana angažirano 230 pripadnika Hrvatske vojske na raščišćavanju ruševina u centru grada Zagreba [8]. Angažirani su i inženjerijski strojevi i istovarivači koji fasadu i crjepove koji su otpali utovaruju i odvoze iz središta grada. Hrvatska vojska sudjelovala je u preseljenju nedonoščadi i opreme iz Petrove bolnice. Također, ispred Klinike za infektivne bolesti dr. Frana Mihaljevića, Hrvatska vojska je podigla tri šatora. Nakon prvoga potresa ekipe Crvenoga križa su upućene na lokacije Klaićeve i Petrove bolnice gdje su pacijentima koji su izašli van, podijelile deke i vodu. Na tri lokacije u gradu postavljeni su šatori Crvenoga križa – Zrinjevac, Mažuranićev trg i Trg Francuske Republike predviđeni za smještaj ljudi za slučaj novoga potresa [8].

U potresu je najteže pogođeno središte grada, a već prvotne informacije ukazale su kako je šteta velika. Potresi su izazvali niz oštećenja na kulturno-povijesnoj graditeljskoj baštini grada Zagreba, a među ostalim, oštećen je južni toranj Zagrebačke katedrale. Oštećene su i brojne stambene zgrade. Građani su javili da je u mjestima oko epicentra potresa, a to je područje Podsljeme, Markuševac, Čučerje, Vugrovec i Kašina Čučurje, Medvedski Breg, Trnava, Popovec, Vidovec gdje je situacija bila jako loša zbog brojnih uništenih kuća [8].

Zgrada Hrvatskog sabora na Gornjem gradu znatno je oštećena u potresu. Urušio se dio krova, oštećeni su dimnjaci, u sjeverozapadnom dijelu su popucali zidovi, pojavile se napukline po podovima, stepenicima, teško je stradao dvorišni dio jer su popadale cigle i dimnjaci, pojavile su se napukline i na pročelju i unutarnjim zidovima. Sabornica nije bila u funkciji neko vrijeme, a Sabor je zasjedao u staroj zgradi Ine u Šubićevoj ulici. U potresu su oštećeni i Banski dvori, sjedište Vlade Republike Hrvatske, uz manja oštećenja. Oštećena je i zgrada Ministarstva financija u

Katančićevoj ulici. Potres je uzrokovao materijalnu štetu i na zgradama pravosudnih tijela, a najveće štete pretrpjele su zgrade Županijskog suda u Zagrebu, Državnog odvjetništva Republike Hrvatske i Vrhovnog suda Republike Hrvatske [8].

U potresu je oštećen južni zvonik Zagrebačke katedrale čiji se je vrh srušio. U katedrali nisu zabilježena velika unutarnja oštećenja. Nakon uvida u stanje Nadbiskupskoga dvora zagrebački kardinal te ostali stanari Nadbiskupskog dvora privremeno su smješteni u Nadbiskupskom bogoslovnom sjemeništu na Kaptolu [8]. U potresu su oštećeni crkva, toranj i samostan sv. Franje Asiškog na Kaptolu [8]. Urušio se dio stropa bazilike Srca Isusova u Palmotićevoj ulici, a na Gornjem gradu oštećena je barokna crkva svete Katarine te crkva svetog Marka [8]. Stradale je i crkva svetog Vinka u Frankopanskoj i samostan Sestara milosrdnica [8].

Usljed potresa u crkvi Uznesenja Blažene Djevice Marije u Remetama oštećena je prednja lađa crkve koja je bila pošteđena u potresu 1880. godine [8]. U Šestinama oštećena je crkva sv. Mirka, a u Granešini crkva Rođenja Blažene Djevice Marije. Štetu je pretrpjela i Župa Svih Svetih u Sesvetama [8]. Šteta je zabilježena i u pravoslavnoj crkvi Sv. Preobraženja Gospodnjeg na Preradovićevom trgu [8]. Na groblju Mirogoj dijelovi arkada su uništeni, kapelica je oštećena, a šteta je zabilježena i na nekim grobovima.

Zbog potresa zgrada Klinike za porodništvo u Petrovoj ulici nije sigurna pa je odlučeno da se novorođenčad privremeno premjesti u grijani šator u Kliničkoj bolnici Dubrava, koji je pripremljen za oboljele od koronavirusne bolesti COVID-19. U premještanju pomažu navijači i vojska, a u teškoj situaciji nakon potresa na svijet došle dvije bebe. Bad Blue Boysi i Torcidaši su spašavali inkubatore iz rodilišta i pomagali su očistiti nered uzrokovan potresom. Evakuirani su pacijenti Klinike za plućne bolesti Jordanovac jer je procijenjeno da je statika te bolnice loša i da je zgrada nakon potresa opasna za boravak.

Teška su oštećenja pretrpjele i glavna zgrada Ortopedije i Dermatologije na Šalati, ispražnjena je zgrada u Božidarevićevoj ulici i fizikalna terapija zasad se tamo ne odvija, oštećena je i zgrada Stomatologije u Gundulićevoj ulici [8]. Oštećena je i najstarija zgrada Klinike za dječje bolesti u Klaićevoj ulici, poznata kao Fischerova zgrada iz 1908. godine [8]. Stara zgrada Klinike za traumatologiju KBC-a Sestre milosrdnice u Draškovićevoj također je oštećena.

Palača Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti na Strossmayerovu trgu, pretrpjela je oštećenja. Najteže je stradala knjižnica te Strossmayerova dvorana na drugom katu. Štetu je pretrpjela i Moderna galerija, gdje je srušen dimnjak, na Vranyczanyjevu palaču obrušila se ogromna količina cigle sa susjednog zida [8]. U potresu znatno je oštećena zgrada Hrvatske pošte u Jurišićevoj ulici te su tamošnji poštanski ured i poslovni prostori zatvoreni, a stradala je i nedavno obnovljena zgrada Hrvatskoga glazbenog zavoda u Gundulićevoj ulici.

Glavna zgrada Pravnog fakulteta u Zagrebu, u kojoj je i Rektorat Sveučilišta u Zagrebu toliko je oštećena u potresu da se u nju više neće moći ulaziti. U potresu je teško stradao i Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu čije su sve zgrade na Šalati, osim Hrvatskog instituta za istraživanje mozga i zgrade, pretrpjele opsežna oštećenja te se, prema procjeni statičara, ne mogu koristiti [8]. Na Školi narodnog zdravlja Andrija Štampar u Rockefellerovoj ulici oštećeni su nosivi zidovi i stepeništa [8].

Znatno je oštećena zgrada Muzeja za umjetnost i obrt, u kojoj su najvećim dijelom stradali drugi i treći kat Muzeja, restauratorske radionice specijalizirane za metal, keramiku i staklo, tekstil, slikarstvo i polikromnu skulpturu, urušen je dio krovišta te su oštećeni predmeti u dijelu stalnog postava. U Etnografskom muzeju uz stubište najviše su oštećeni radni prostori na drugom, trećem i četvrtom katu [8]. Na freskama Otona Ivekovića u kupoli središnjeg prostora, vidljive su dodatne pukotine, unutar izložbenog prostora razbijena su stakla na vitrinama, dio predmeta je ispao i ošteti se [8]. Gornjogradska palača Amadeo gdje se nalazi Hrvatski prirodoslovni muzej pretrpjela je oštećenja na prvom i drugom katu zgrade u stalnom postavu te na eksponatima s aktualnih izložbi [8].

Arheološki muzej u Zagrebu, koji se nalazi u palači Vranyczany-Dobrinović na Zrinjevcu, pretrpio je oštećenja zgrade i teža oštećenja stalnog postava i predmeta. Umjetnine s aktualne izložbe u Umjetničkom paviljonu ostale su netaknute, no zgrada iz 1898. godine znatno je oštećena, a ulaz u galeriju iz sigurnosnih je razloga zabranjen [8]. U stalnom postavu Muzeja grada Zagreba nastala su manja oštećenja. Veća su oštećenja nastala na Popovom tornju koji se dijelom odvojio.

U potresu Hrvatsko narodno kazalište prošlo je bez znatnijih oštećenja, u Gavelli je stradao dio krova, dok su ZKM i Kerempuh zabilježili manje štete, a najteže je stradalo kazalište Komedija, koje će po procjenama zahtijevati veću sanaciju. Zgrada Kolmar iz 1905. godine na Trgu bana Jelačića, u kojoj se nalazi Društvo hrvatskih

književnika, tijekom potresa ostala je bez jednoga tornja, a drugi su iz mjera opreza tijekom istog dana srušili vatrogasci [8].

Čelnici europskih institucija izrazili su u nedjelju potporu Republici Hrvatskoj nakon snažnog potresa koji je pogodio Zagreb i ponudili pomoć svojoj najmlađoj članici. O snazi potresa koji je pogodio glavni grad Republike Hrvatske, Zagreb, svjedoči i činjenica kako je Sarajevska gradska vijećnica bila osvijetljena je licitarskim srcem u znak podrške Zagrebu, britanski BBC prenio je vijest o snažnom potresu u Zagrebu navodeći kako je u njemu oštećena i zgrada Sabora uz naglasak na dvije opasnosti s kojima se nosi Grad Zagreb, a to su potres i epidemija corina virusa. Američki Fox News prenio je i vijest kako su rodilje u ogrtačima i svojim novorođenim bebama istrčale u dvorište rodilišta u Petrovoj bolnici te je navedeno kako je poznata zagrebačka katedrala oštećena nakon obnove dijelova koji su bili pogođeni velikim potresom 1880. godine [9].

### **5.1.1. Procjena seizmičkog rizika**

S obzirom da je Zagreb glavni grad Republike Hrvatske i gospodarsko središte očita je motivacija vezati scenarije za područje grada, posebice zbog toga što je za područje Zagreba istaknuta relativno velika razina seizmičkog hazarda. Seizmički rizik se može definirati kao kombinacija posljedica događaja (seizmičkog hazarda) i odgovarajuće vjerojatnosti njegove pojave [6]. Seizmički gubici odnose se na moguće ili vjerojatne gubitke zbog posljedica potresa, uključujući posljedice za ljudske živote te društvene i ekonomske prilike [6].

Ocjena seizmičkog rizika u pravilu polazi od očekivanog oštećenja postojećeg fonda građevina temeljem kojeg se proračunavaju moguće opasnosti za ljudsko zdravlje i život te odgovarajući financijski gubici zbog nastale štete [6]. Zato je osim hazarda potrebno obuhvatiti izloženost građevina i stanovništva te pridružiti odgovarajuću razinu ranjivosti pojedinim tipovima građevina. Uspostavljanje modela očekivanih seizmičkih gubitaka za pojedini grad, regiju ili državu stoga obuhvaća obradu podataka o seizmičkoj aktivnosti, uvjetima tla, atenuacijskim relacijama, izloženosti fonda građevina i infrastrukture te karakteristikama ranjivosti izloženih objekata [6].

Osnovni zadatak takvog modela je omogućiti proračun seizmičkog hazarda u pojedinim točkama promatranog područja i kombinirati dobivene vrijednosti sa svojstvima ranjivosti izloženih objekata na način da se može predvidjeti odgovarajuća raspodjela oštećenja. Zatim se temeljem dobivenih oštećenja mogu proračunati očekivani financijski gubici te posljedice za zdravlje i život ljudi. Seizmički rizik se može kvantitativno izraziti u obliku konvolucije sljedeća četiri individualna faktora [6] :

1. seizmičkog hazarda,
2. izloženosti,
3. ranjivosti,
4. specifičnog troška.

Seizmički hazard odnosi se na učinke (primjerice podrhtavanje tla) koje potres može prouzročiti na promatranj lokaciji, dok izloženost obuhvaća razmjere ljudske aktivnosti (primjerice prisutnost građevina) u područjima seizmičkog hazarda. Ranjivost predstavlja podložnost izloženih elemenata učincima potresa, a specifični trošak može se odnositi na relativne financijske gubitke zbog oštećenja u odnosu na vrijednost građevine, izražene omjerom troškova potrebnih popravaka i troškova zamjene objekta, ili pak na socijalne gubitke u smislu postotka stanovništva izloženog ozljedama i životnoj opasnosti [6].

Na globalnoj razini opsežni su istraživački naponi posljednjih godina posvećeni razvitku metodologija ocjenjivanja seizmičkog rizika. S obzirom na činjenicu da u mnogim seizmički aktivnim područjima modeli rizika ili napredni alati za procjenu rizika ne postoje ili nisu lako dostupni, osnovana je inicijativa *Global Earthquake Model* s ciljem izrade najnaprednijih baza podataka širokih mogućnosti primjene, modela i programskih alata za procjenu seizmičkog rizika na globalnoj razini [6]. Razvojem prateće informatičke infrastrukture omogućeno je objedinjavanje različitih doprinosa u softver otvorenog koda *OpenQuake* za procjenu seizmičkog hazarda i rizika [6].

Ugrađene baze podataka i modeli trebali bi se kontinuirano razvijati, temeljem razmjene iskustava i suradnje korisnika. Iako u prvoj fazi nije bilo moguće uključiti sve dostupne podatke, niti jednako razmotriti sve zemlje, stvoreni su alati i standardizirane metode za prikupljanje i analizu podataka, a suradnicima i istraživačima u svijetu je omogućeno da nastave sistematski proces prikupljanja potrebnih skupova podataka.

Za područje Republike Hrvatske još uvijek nisu dostupni dovoljni pouzdani ulazni podaci u obliku opsežnih baza podataka o karakterističnim tipovima građevina, njihovoj rasprostranjenosti i očekivanoj ranjivosti, potrebni za sustavnu procjenu seizmičkog rizika temeljenu na suvremenim postupcima [6]. Međutim, u posljednje vrijeme učinjeni su prvi koraci, pa je tako Ured za upravljanje u hitnim situacijama Grada Zagreba kroz nekoliko faza koordinira izradu studije povezane s posljedicama potresa, dok se u suradnji s Akademijom tehničkih znanosti Republike Hrvatske priprema projektni prijedlog koji se odnosi na potresni rizik grada Zagreba te predviđa značajan doprinos sustavnoj izradi baze podataka o karakteristikama fonda postojećih građevina [6].

Temeljem aktivnosti povezanih s energetsom obnovom i certificiranjem zgrada, koje su trenutno u tijeku, očekuje se postupno proširenje raspoloživih baza podataka o svojstvima građevina. U nedostatku sustavnih rezultata pregleda stanja građevina i detaljnih analiza rizika za cijelo područje interesa, načelna ocjena razine seizmičke otpornosti može se dati za pojedine tipske građevine temeljem inženjerske prosudbe iskusnih stručnjaka ili uz pomoć numeričkih proračuna. Povoljno je što su u gradu Zagrebu učinjeni prvi koraci prema sustavnoj izradi baze podataka, a temeljem novih dostupnih podataka u budućnosti procjenu je moguće proširiti i detaljnije razraditi. Prilikom projektiranja prema suvremenim propisima za veliku većinu konstrukcija mjerodavno horizontalno djelovanje je upravo opterećenje inercijalnim silama zbog potresa koje predstavlja ključni element kod definiranja rasporeda i veličine nosivih elemenata [6].

Nakon potresa koji je u ožujku ove godine pogodio Zagreb opaženo je da su zidane zgrade u centru grada, građene u periodu Austro Ugarske monarhije do 1920. godine, pretrpjele najteža oštećenja [6]. Potresom je ukupno oštećeno više od 26.000 zgrada [6]. Prije 1920. u konstrukciji zidanih građevina korištena je i drvena građa, dok su armiranobetonske konstrukcije uvedene u gradnju u razdoblju od 1920. do 1945. godine, no tek se od 1945. godine, pri projektiranju zgrada uzimalo u obzir potresno opterećenje, ali primjenom pojednostavljenih metodologija [6].

Tek nakon potresa koji se 1963. godine dogodio u Skoplju donesen je Pravilnik o privremenim tehničkim propisima za gradnju u seizmičkim područjima (za područje Jugoslavije) [8]. Tako građevine sagrađene nakon 1963. godine imaju znatno bolje

performanse tijekom potresa od građevina izgrađenih prije 1920. godine, a što su dokazali i strukturni inženjeri na terenu.

### **5.1.2.Utjecaj na kritičku infrastrukturu**

Procjena mogućih gubitaka zbog potresa u seizmički aktivnim područjima je od iznimne važnosti za provedbu strategije ublažavanja rizika i planiranje hitnih intervencija u slučaju katastrofalnog događaja, pa je zbog toga od naročitog interesa za državne vlasti, tako i za inženjere u praksi i društvenu zajednicu. Kritična infrastruktura je definirana prema Zakonu o kritičnim infrastrukturama Republike Hrvatske (Narodne novine br. 56/13), a obuhvaća sljedeće [6] :

1. energetika,
2. komunikacijska i informacijska tehnologija,
3. promet,
4. zdravstvo,
5. vodno gospodarstvo,
6. hrana,
7. financije,
8. proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari,
9. javne službe,
10. nacionalni spomenici i vrijednosti.

Ocjena stanja i očekivanog ponašanja građevina temelji se na određivanju rasprostranjenosti oštećenja koja se prema razmjeru nepovoljnog utjecaja na nosivost konstruktivnog sustava građevine svrstavaju u pojedine stupnjeve. Postoje različite podjele oštećenja temeljem kojih se zgrade najčešće svrstavaju u tri do šest kategorija, dok infrastrukturni i strateški objekti u pravilu zahtijevaju individualan pristup prilagođen potrebama, ovisno o pojedinom slučaju, posebice s obzirom na posljedice u slučaju oštećenja [6]. Potrebno je istaknuti da procjena ugroženosti odabranih elemenata kritične infrastrukture zahtijeva posebnu pozornost i u pravilu se temeljem opsežnih analiza provodi zasebno za pojedini objekt.

Klasična podjela oštećenja zgrada koja se najčešće navodi i često upotrebljava kao osnova za slične kategorizacije temelji se na Europskoj makroseizmičkoj ljestvici



EMS98, s kategorijama oštećenja od I do V, pomoću koje se uobičajeno određuje i intenzitet potresnog djelovanja. U pravilu se oštećenjem stupnja I smatra neznatno do blago oštećenje koje neće značajno utjecati na otpornost konstrukcije i ne ugrožava sigurnost korisnika zbog pada mogućih nekonstrukcijskih elemenata.

Oštećenje stupnja II do III značajno mijenja nosivost konstrukcije, ali ne uzrokuje približavanje djelomičnom otkazivanju glavnih konstruktivnih elemenata. Također je moguće otpadanje pojedinih dijelova nekonstruktivnih elemenata. Oštećenje stupnja IV do V izrazito utječe na otpornost nosivog sustava i uzrokuje stanje u kojem je konstrukcija blizu djelomičnog ili potpunog sloma glavnih konstruktivnih elemenata. Razmjer oštećenja može biti takav da dođe do potpunog rušenja građevine.

U najnovije vrijeme prepoznata je potreba da se ocjena oštećenja zbog djelovanja potresa dodatno ujednači na globalnoj razini, te se ulažu značajni naponi u razvoj Međunarodne makroseizmičke ljestvice IMC-14 koja bi omogućila još širu primjenu postojećih pretpostavki sustava EMS-98 [6]. Za zidane građevine obično je svojstvena velika raznolikost pojedinih tipova konstrukcija, s obzirom na primjenu raznovrsnih materijala, načina gradnje te horizontalnih i vertikalnih konstruktivnih elemenata.

Posebnu se pozornost uvijek obraća na stanje zidova, vrstu međukatne konstrukcije, lukove i svodove, na svojstva krovništva, te na nekonstruktivne elemente koji mogu predstavljati opasnost. Kod AB konstrukcija prvenstveno treba promatrati zidove, stupove i grede, stubišta i stropne ploče te krovništvo. Dodatna se pozornost posvećuje opasnostima koje prijete u slučaju oštećenja ispunskog zida.

Sa poresom i posljedicama potresa koji je pogodio Zagreb u ožujku 2020. godine mogu se usporediti oštećenja zabilježena nakon niza potresa koji su 2012. godine pogodili pokrajinu Emilia Romagna u sjeverozapadnoj Italiji, područje za koje se prema propisima važećim prije potresa predviđao zamjetno manji seizmički hazard nego za grad Zagreb [8]. To je jedan od zadnjih značajnih potresa u mediteransko-transazijskom pojasu relativno je blizu gradu Zagrebu, a mogu se napraviti i poveznice s obzirom na tipologiju gradnje.

Bez obzira što se ne može izravno uspoređivati (postoje i brojne razlike), događaj je istaknut jer jasno ukazuje na sveobuhvatne posljedice za stanovništvo, gospodarstvo, okoliš i društvo u cjelini koje može izazvati razorni potres u

naseljenom i industrijski razvijenom području. Iako nije pogodilo regionalno središte, nego niz manjih mjesta gubici su bili dalekosežni. U dva uzastopna podrhtavanja tla magnituda 5,7 i 5,8 poginulo je 27 osoba, oštećeno je 1.200 stambenih zgrada i 600 industrijskih građevina, a financijski trošak procijenjen je na 12 milijardi eura (3,5 milijardi za stambene građevine, 5,5 milijardi za industrijske građevine, 2 milijarde za kulturnu baštinu i 1 milijarda za infrastrukturne objekte) [8].

Područja najjače seizmičke aktivnosti ujedno i područja najveće naseljenosti odnosno posebne gospodarske i društvene važnosti kao što je područje Grada Zagreba. Izloženost važnih regionalnih središta ukazuje na moguće katastrofalne posljedice, posebice u slučaju grada Zagreba (veliki postotak oštećenosti stambenih građevina, industrijske i komunalne infrastrukture, problemi u komunikaciji i državnoj administraciji, neprotočne prometnice, veliki broj povrijeđenih i mrtvih, nedovoljni kapaciteti za zbrinjavanje ozlijeđenih i evakuiranih i slično) te sekundarne katastrofalne opasnosti i posljedice.

Glede stupnjeva oštećenja građevina prema EMS-98 klasifikaciji na području Grada Zagreba koje je pogođeno potresom u ožujku 2020. godine građevine su pregledane od starne statičara i inženjera građevine i arhitekture te su razvrstane su sljedeće skupine [8] :

1. Prvi stupanj – neznatno do blago oštećenje (tanke pukotine u zidovima, otpadanja žbuke, rijetko otpadanje odvojenih dijelova zida) – 20% građevina na potresom pogođenom području Grada Zagreba
2. Drugi stupanj – umjeren oštećenje (pukotine u brojnim zidovima, veće otpadanje žbuke, djelomično otkazivanje dimnjaka) – 26% građevina na potresom pogođenom području Grada Zagreba
3. Treći stupanj - značajno do teško oštećenje (velike pukotine u većini zidova, otpadanje crijeпова, otkazivanje dimnjaka u razini krova, otkazivanje pojedinačnih nekonstruktivnih elemenata) – 31% građevina na potresom pogođenom području Grada Zagreba (većina u samom centru i neposrednoj okolini centra Grada)
4. Četvrti stupanj – vrlo teško oštećenje (značajno otkazivanje zidova, djelomično otkazivanje konstrukcije krovova i međukatno otkazivanje) – 20% građevina na potresom pogođenom području Grada Zagreba (većina u samom centru i neposrednoj blizini centra Grada)

5. Peti stupanj – otkazivanje ili gotovo potpuno otkazivanje funkcionalnosti građevina (potpuno ili gotovo potpuno rušenje) – 3% građevina na potresom pogođenom području Grada Zagreba (većina u samom centru ili neposrednoj okolini centra Grada).

Od izravnih posljedica potresa koji je pogodio Grad Zagreb u ožujku 2020. godine te utjecaja tog potresa na infrastrukturu i strateške objekte treba istaknuti sljedeće [8] :

1. izravna oštećenja prometnica zbog podrhtavanja tla ili njihova neprohodnost zbog sekundarnih posljedica koje otežavaju prometnu povezanost i usporavaju potrebne radnje neposredno nakon potresa (spašavanje i evakuaciju, raščišćavanje ruševina, pregled oštećenja građevina i slično).
2. oštećenje i rušenje objekata koji predstavljaju kritične točke prometne infrastrukture, posebice mostova, nadvožnjaka, potpornih zidova i slično što je prekinulo važne prometne tokove.
3. oštećenja industrijskih objekata uz izravne troškove zbog oštećenja građevina i opreme uključilo je dodatne posljedice za zaposleno stanovništvo i gospodarstvo u cjelini, a moguće su također i dugoročne posljedice zbog potencijalnih opasnosti za okoliš.
4. prekid u telekomunikacijskoj mreži zbog oštećenja stanovništvu i hitnim službama kod najjačeg potresa, onog prvog dana 22. ožujka 2020. godine otežalo je komunikaciju, a oštećenja strujne mreže i komunalne infrastrukture usporila su radove hitnih službi i povećale osjećaj nesigurnosti stanovništva.
5. opasnost od oštećenja bolnica i domova zdravlja s odgovarajućom zdravstvenom opremom dodatno je ugrozila najranjivije stanovništvo i otežala mogućnost osiguravanja dovoljnih kapaciteta za zbrinjavanje ozlijeđenih.
6. oštećenje javnih objekata društvene namjene poput kazališta, muzeja i sportskih objekata ugrozilo je sigurnost velikog broja ljudi i dugoročno utjecalo na uobičajeno odvijanje društvenih aktivnosti.
7. oštećenja vrtića, škole i visokoškolskih institucija te vjerskih objekata i kulturno-povijesne baštine dovelo je do nenadoknadivih gubitaka i dodatno demoraliziralo stanovništvo.
8. građevine u kojima se odvijaju poslovi državne uprave nisu znatno oštećene, ali oštećenja koja su proukovanana rezultirala su privremenom opasnosti od zastoja u državnoj administraciji i narušavanja političke stabilnosti, a od

posebnog je značaja sigurnost i raspoloživost hitnih službi, uključujući vatrogastvo i policiju.

### **5.1.3.Utjecaj na administraciju i upravljanje**

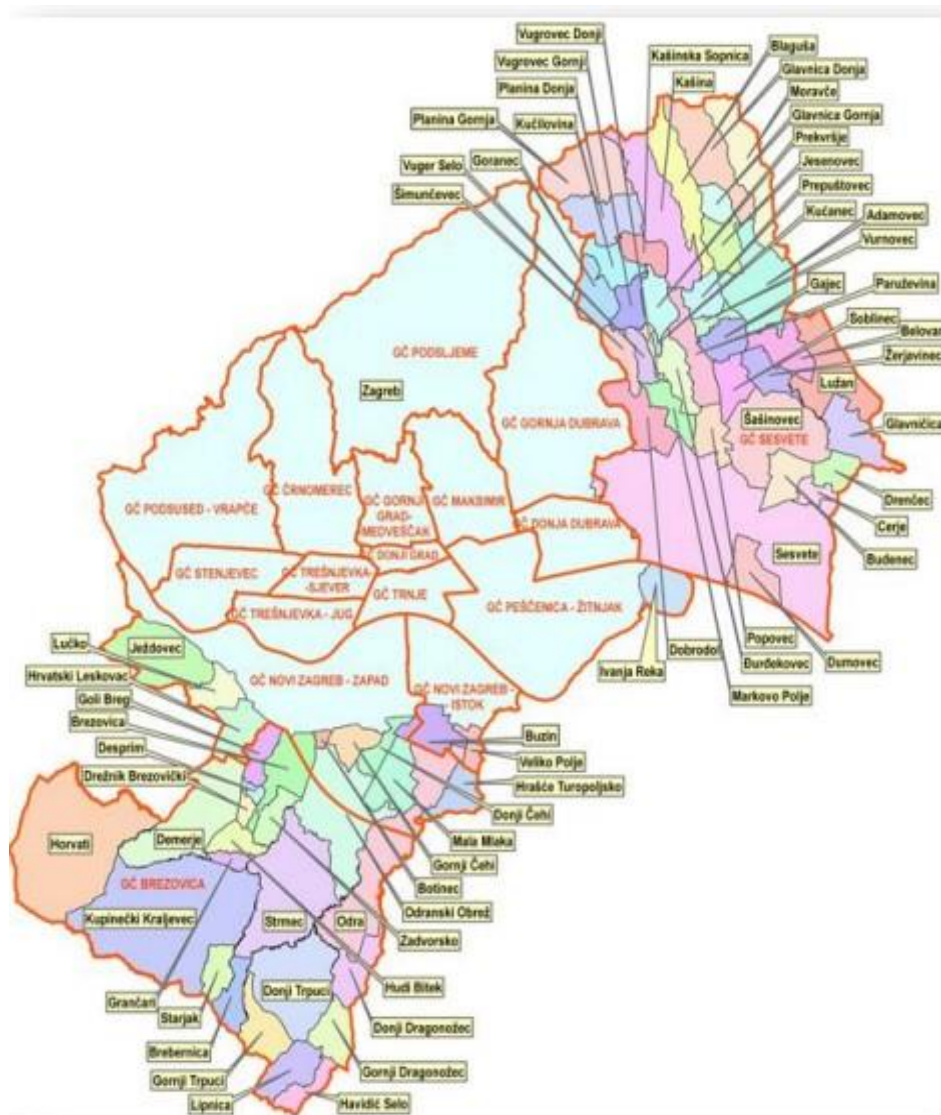
Budući da se glavni grad Republike Hrvatske nalazi u jednom od seizmički najaktivnijih područja u državi procjena rizika od potresa za grad Zagreb je od iznimne važnosti i stoga se odabrani scenarij odnosi upravo na podrhtavanje tla na zagrebačkom području. Grad Zagreb je središte državne uprave Republike Hrvatske i regionalno središte od iznimne važnosti. U njemu se nalaze značajne obrazovne, kulturne, umjetničke i zdravstvene institucije, industrijski pogoni i kulturna baština neprocjenjive nacionalne vrijednosti. S obzirom na strukturu gospodarstva i instalirane industrijske kapacitete te postotak gradskog proračuna u odnosu na druge gradove u Republici Hrvatskoj, Zagreb se može smatrati dominantnim gospodarskim središtem, a zbog velike koncentracije institucija državne uprave njegova važnost za administrativnu i političku stabilnost cijele države je neupitna.

Zagreb je državno središte cestovnog, željezničkog i zračnog prometa te sjecište europskih prometnih smjerova istok-zapad i sjever-jug. U gradu Zagrebu, prema popisu stanovništva iz 2011. godine, na površini od 641,37 km<sup>2</sup> živi 790.017 stanovnika (blizu 20% stanovništva Republike Hrvatske) ili prosječno 1.213 stanovnika na km<sup>2</sup> [6]. Prema istom popisu u Zagrebu ima 279.656 kućanstava i 334.888 stanova [6]. Administrativno je podijeljen na 17 gradskih četvrti i 218 mjesnih odbora [6]. Najgušće su naseljeni Gradska četvrt Donji grad koja broji ukupno 12.274 stanovnika/km<sup>2</sup> i Gradska četvrt Trešnjevka – sjever koja broji ukupno 9.542 stanovnika/km<sup>2</sup>, dok je najrjeđe naseljena Gradska četvrt Podsljeme koja broji ukupno 928 stanovnika/km i Gradska četvrt Brezovica sa samo 85 stanovnika/km<sup>2</sup> [6]. Slika 3 prikazuje gradske četvrti i mjesne odbore Grada Zagreba.

Bruto domaći proizvod grada Zagreba je u 2019. godini iznosio 112.795 milijuna kuna, u odnosu na 329.738 milijuna kuna za cijelu Republiku Hrvatsku (33,4%) [10]. Prema tome, glavni grad predstavlja trećinu ukupnog gospodarstva Republike Hrvatske, a mnoga gospodarstva iz regije gravitiraju upravo prema Zagrebu. Može se

zaključiti kako je razorni potres koji je pogodio Grad Zagreb u ožujku 2020. godine značajno ugrozio gospodarsku stabilnost Grada Zagreba i njegovog šireg područja.

Osim stambenih zgrada i gospodarskih objekata u Zagrebu su smještene brojne institucije državne uprave kao što Hrvatski sabor, Ured predsjednice Republike Hrvatske, Vlada RH (Banski dvori), Ustavni sud, Vrhovni sud Republike Hrvatske, brojni ostali sudovi (županijski, općinski građanski, kazneni, visoki upravni, radni, visoki trgovački, prekršajni i slično), Državno odvjetništvo Republike Hrvatske, gotovo sva Ministarstva (28 zgrada), državni zavodi, državni i gradski uredi i slično.



Slika 3. Gradske četvrti i mjesni odbori Grada Zagreba [6]

Važnost i veličina grada Zagreba i njegovih sadržaja ističe se i po ostaloj kritičnoj infrastrukturu, a to su [6] :

1. dječji vrtići (više od 100),

2. osnovne škole (više od 150),
3. srednje škole (više od 100),
4. sveučilište i fakulteti (33),
5. veleučilišta i visoke škole,
6. domovi zdravlja i zdravstvene stanice,
7. bolnice i klinike,
8. domovi za starije i nemoćne osobe,
9. zatvori,
10. policijske postrojbe (redovne, prometne i specijalne),
11. vatrogasne postrojbe (profesionalne i dobrovoljne),
12. vojarne,
13. komunikacijska središta (državna i gradska),
14. diplomatsko središte,
15. kazališta, muzeji, galerije, zbirke,
16. vjerske građevine,
17. kina,
18. sportske dvorane,
19. sportsko-rekreacijski centri,
20. stadioni,
21. atomska skloništa,
22. trgovački centri,
23. industrija i proizvodni pogoni,
24. javne garaže,
25. svi glavni mediji u državi (HRT i komercijalne televizije, lokalne radiopostaje i novinske kuće).

Područje grada Zagreba obuhvaća i brojna zaštićena nepokretna kulturna dobra od kojih valja istaknuti kulturno-povijesne cjeline (oko 30) i pojedinačne građevine (preko 500). Prometna infrastruktura uključuje preko 2200 km cestovnih prometnica, 7 mostova preko rijeke Save, brojne nadvožnjake, podvožnjake, željezničke pruge (za međunarodni, međugradski i prigradski putnički i teretni željeznički promet), željezničke mostove i nadvožnjake, tramvajske pruge (116 km) te zračnu luku Zagreb (u neposrednoj blizini) [6].

Na područje grada Zagreba djeluju brojne službe koje obavljaju javnu i komunalnu djelatnost, a to su službe koje vrše [6] :

1. opskrbu električnom energijom i plinom (250.000 korisnika),
2. toplinskom energijom (98.000 korisnika, 266 km mreže),
3. pitkom vodom (2.400 km mreže),
4. odvodnju (1.600 km mreže) i pročišćavanje otpadnih voda,
5. održavanje čistoće,
6. odlaganje komunalnog otpada i gospodarenje otpadom,
7. pogrebne usluge (28 groblja i krematorija),
8. telekomunikacijske usluge (fiksna i mobilna telefonija, Internet),
9. upravljanje tržnicama (25),
10. upravljanje hidrotehničkim objektima (akumulacije, brane, retencije) i slično.

Razina sigurnog i udobnog života građana Zagreba bitno ovisi o gradskoj infrastrukturi, pa je njezino funkcioniranje važno omogućiti i u razdoblju neposredno nakon prirodne katastrofe. Broj objekata javnih ustanova na području grada kojima upravlja Grad Zagreb obuhvaća 1.306 građevina, a tom popisu treba dodati ustanove kojima upravlja Vlada Republike Hrvatske [6]. Grad Zagreb je s obzirom na geografski položaj između obronaka planine Medvednice i rijeke Save posebno osjetljiv u pogledu protočnosti prometa, pa je sigurnost objekata na kritičnim točkama, posebice mostova preko Save, od iznimne važnosti. Međutim, za slučaj razornog potresa u gradu Zagrebu kakav je Grad pogodio u ožujku 2002. godine potrebno je obuhvatiti i sve ostale utjecaje na infrastrukturu i strateške objekte navedene u poglavlju s posebnim naglaskom na potrebi da se omogući nesmetan rad bolnica i drugih zdravstvenih ustanova, da se zaštite javni objekti u kojima boravi velik broj ljudi te da se osigura funkcioniranje državne uprave [6].

Posebno treba istaknuti nepovoljan položaj bolnica smještenih u starom dijelu grada, koje su ujedno bile i najugroženije prvenstveno zbog nepovoljnog položaja u seizmički najaktivnijem području, gradnje u razdoblju prije uvođenja seizmičkih propisa, ali i mogućih dodatnih problema poput požara (zbog drvenih stropova i krovova) te teške dostupnosti u slučaju zakrčenih uskih i slabo povezanih prometnica, primjerice rušenjem fasada. Same bolnice nemaju dovoljne kapacitete za prihvatanje velikog broja žrtava i nemaju dovoljno dobru prometnu povezanost s ostalim dijelovima grada, posebice preko rijeke Save. Bolničke ustanove na području

Grada Zagreba mogu zaprimiti 6.652 osobe [6]. Stoga su gradske četvrti Novi Zagreb istok i zapad zabilježile znatnije probleme povezanosti s bolnicama u sjevernijim dijelovima Grada.

Mostovi preko Save su uglavnom već premašili predviđeni vijek trajanja, a u većini slučajeva nisu projektirani za potresno opterećenje kakvo je pogodilo Grad Zagreb u ožujku 2002. godine, što je istaknuto prilikom utvrđivanja evakuacijskih puteva od strane Ureda za upravljanje u hitnim situacijama Grada Zagreba. Povezanost je izrazito bitna s obzirom na činjenicu da broj spašenih osoba iz zatrpanih dijelova izravno ovisi o brzini reakcije (isključivo vlastitih snaga) u prvim danima katastrofe. Procjena ugroženosti odabranih elemenata kritične infrastrukture zahtijeva posebnu pozornost i u pravilu se temeljem opsežnih analiza provodi zasebno za pojedini objekt.

Kako je ranije u radu navedeno, Grad Zagreb se nalazi u pojasu omeđenom s više seizmički aktivnih epicentralnih područja, a najznačajnije je područje Medvednice. Ono po svojoj dosadašnjoj aktivnosti te u pogledu prostornog rasporeda epicentra potresa skreće pozornost na činjenicu da je sjeverni, a pogotovo sjeveroistočni dio Zagreba, područje Markuševca, Remeta i Dubrave, seizmički jače aktivan u odnosu na zapadni i južni dio grada. Epicentar potresa koji je pogodio Grad Zagreb u ožujku 2020. godine bio je u Markševcu, a na istoj je lokaciji izmjeren i epicentar ostalih potresa koji su u nadolazećim danima pogodili područje Grada Zagreba. Granični rasjedi zone na površini pružaju se između Podsuseda, Markuševca i Kašine, te Kerestinca, Ilice, Maksimira i Lužana. Paralelno zoni u dolini Save postoje još dva rasjeda na potezu Stupnik - Novi Zagreb - Dubrava – Sesvete [6]. Oni su u dubini od 8 km spajaju s glavnom zonom te ih se svrstava u širu zonu Zagrebačkog rasjeda [6].

Potres koji je pogodio Grad Zagreb u ožujku 2002. godine karakteriziran je seizmičkim valom koji se širio od žarišta prema površini kroz slojeve tla i na kraju djelovao na građevine [8]. Učinak potresa na pojedinačne zgrade značajno ovisi o svojstvima zgrade kao i o podlozi na kojoj je zgrada sagrađena. Utjecaj podloge je dvojak jer podloga mijenja amplitude oscilacija i utječe na frekvencijski odziv sustava tlo – zgrada [8]. Svojstva vala potresa značajnije se ne mijenjaju kad se val rasprostire stijenom, ali kod slojevitog tla mijenja se i akceleracija i vrijeme titranja [2].



Na području grada Zagreba najveće vršne vrijednosti horizontalnog ubrzanja na tlu tipa A (čvrstoj stijeni) prema karti potresnih područja za povratno razdoblje od 95 godina odgovaraju vrijednostima oko 0,13 g, odnosno oko 0,27 g za povratno razdoblje od 475 godina [6]. Za tipove tla različitog od čvrste stijene očekuje se dodatno povećanje vršnih ubrzanja. Na razini općenitih spoznaja većina temeljnih tala u Zagrebu može se razvrstati u tla tipa B koja obuhvaćaju nanose vrlo gustog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline, debljine najmanje nekoliko desetaka metara, s postupnim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom [6]. U takvim tlima prosječna brzina širenja poprečnog potresnog vala iznosi od 360 do 800 m/s [6]. Za temeljno tlo razvrstano u tip B u skladu s normom zahtijeva se da se ubrzanje za tlo tipa A pomnoži faktorom  $SB = 1,20$  [6].

Manji dio temeljnih tala u Zagrebu može se razvrstati u tla tipa C koja obuhvaćaju duboke nanose gustog ili srednje gustog pijeska, šljunka ili krute gline debljine od nekoliko desetaka metara do više stotina metara. U takvim tlima prosječna brzina širenja poprečnog potresnog vala iznosi od 180 do 360 m/s [6]. Za temeljno tlo razvrstano u tip C u skladu s normom zahtijeva se da se ubrzanje za tlo tipa A pomnoži faktorom  $SC = 1,15$  [6].

Nedostatak detaljnih baza s karakteristikama postojećeg fonda građevina u pojedinim dijelovima grada Zagreba predstavlja ozbiljnu prepreku na putu prema pouzdanoj ocjeni očekivane rasprostranjenosti pojedinih razina oštećenja građevina pogođenih potresom. Fond postojećih zgrada opisuje se odabranom taksonomijom pomoću koje se pojedine značajke obuhvaćaju na ujednačen način, tako da se može provesti jednoznačna klasifikacija [6]. Primjer globalno primjenjivog sustava za opis zgrada razvijen je u okviru inicijative Global Earthquake Model (GEM) prema kojoj taksonomija zgrada obuhvaća smjer, materijal konstrukcijskog sustava za preuzimanje horizontalnih sila, konstrukcijski sustav za preuzimanje horizontalnih sila, visina, datum gradnje ili ojačanja, nastanjenost, položaj zgrade unutar bloka, tlocrtni oblik, konstrukcijske nepravilnosti, vanjski zidovi, krov, stropni sustav, sustav temeljenja [6].

Za detaljnije procjene rizika od potresa preporuča se sveobuhvatna obrada izloženosti postojećih građevina odabirom najučestalijih kategorija zgrada (npr. AB okvirna konstrukcija visine do 4 kata izgrađena od 1965. – 1981.), kojima je moguće pridružiti postotak zastupljenosti na promatranom području te odgovarajuću statistički

razdiobu geometrijskih i mehaničkih svojstava [6]. Kao prvi korak preciznije kategorizacije postojećeg fonda zgrada u gradu Zagrebu moguće je ocijeniti karakteristične tipove građevina i nosivih konstrukcija, odnosno načina gradnje, uz odgovarajuća razdoblja izgradnje za pojedine dijelove grada. Tablica 3 prikazuje karakteristične tipove građevina s godinama izgradnje u Gradu Zagrebu.

Tablica 3. Karakteristični tipovi građevina s godinama izgradnje u Gradu Zagrebu [6]

<b>DIO GRADA</b>	<b>TIP GRAĐEVINE/KONSTRUKCIJE/GRADNJE</b>
Lanište (2000-e godine)	Monolitne AB konstrukcije na trakastim temeljima
Remetinec (druga polovica 50-ih)	Potpuna AB predgotovljena gradnja prema ustavu <i>Jugomont JU – 60</i> (debljina stijena i ploča 12cm na rasponu 3,60 m sa središnjim uzdužnim potezom, povezano horizontalnim i vertikalnim serilažima)
Trnsko (50-e i 60-e godine)	Nosivi zidovi od pele slagani poprečno (25cm), stropovi AB sitno rebro na rasponu od 4,80 cm (horizontalna i vertikalna serilaža)
Siget (60-e godine)	Niže zgrade poprečnih nosivih zidova od betonskih blokova 20 i 25 cm na razmaku od 3,20 i 3,40 m, stropne konstrukcije od montažnih AB ploča (16x100x140) sa štednim otvorima (monolitni stropovi). Više zgrade – tornjevi.
Dugave, Soboština, Travno (tzv. Mamutica, 70-e i 80-e godine)	Monolitna AB konstrukcija (stijene i ploče na trakastim temeljima), rasponi od 3,60, 5,4 i 6,0 m (prostorna oplata)
Travno (druga polovica 70-ih godina)	Polumontažna izvedba – AB stijene betonirane visokoformatnom oplatom (Omnia ploče)
Zapruđe, Utrina (početak 60-ih godina)	Potpuna AB predgotovljena gradnja prema susatvu <i>Jugomont JU-61</i> . Debljina ploča i stijena 12 cm na rasponu od 3,60 m sa središnjim uzdužnim ukrutnim potezom (horizontalne i vertikalne serilaže)
Folnegovićevo naselje (50-e i 60-e godine)	Potpuna AB predgotovljena gradnja prema

	sustavu <i>Jugomont JU-60</i> . Nosivi zidovi od opeke slagani poprečno (25 cm), stropovi AB sitno rebro na razmaku od 50 cm (horizontalna i vertikalna serilaža)
Borovje (90-e godine)	Monolitne AB konstrukcije (poprečni nosivi zidovi ploče na rasponima uglavnom 6,0 m) na trakastim temeljima
Špansko – Oranice, Pavlenski put (2000-e godine)	Monolitne AB konstrukcije (poprečni nosivi zidovi ploče na rasponima uglavnom 6,0 m) na trakastim temeljima
Špansko, Malešnica (80-e i 90-e godine)	Monolitne AB konstrukcije (poprečni nosivi zidovi ploče na rasponima uglavnom 6,0 m) na trakastim temeljima
Voltino (60-e godine)	Niže zgrade sa poprečnim nosivim zidovima od betonskih blokova 20 i 25 cm na razmaku 3,20 do 3,40 m sa stropnom konstrukcijom od montažnih AB ploča (16x100x140 cm) sa štednim otvorima koji nakon montaže postaju monolitni stropovi
Voltino (tzv. Papagajke)	Monolitne AB konstrukcije na trakastim temeljima, izvedene kliznom oplatom
Jarun (70-e i 80-e godine)	Monolitna AB konstrukcija od 16 cm na trakastim temeljima, rasponi od 3,60, 5,40 i 6,0 m (izvedeno prostornom oplatom)
Trešnjevka	Veliki postotak nesolidne <i>uradi sam/divlje</i> gradnje, opeke sa AB serklažima i polumontažnim stropovima tipa <i>fert</i>
Vukovarska ulica, Vrbik (40-e i 50-e godine)	Poprečne AB stijene ili blokovi + predgotovljeno sitno rebro (elementi "T" ili "Π" presjeka)
Gornji grad (17., 18. i 19. stoljeće)	Uzdužni nosivi zidovi (pročelja i sredini) od pune opeke debljine 50 cm, serklažirani plosnim željezom + drveni grednik na rasponu 5,0 m
Donji grad (80% - od 1830. do 1920. godine)	Uzdužni nosivi zidovi (pročelja i sredni) od pune opeke debljine 50 cm, serklažirani plošnim

	žljezom + drveni grednik na rasponu 5,0 m
Novakova ulica (vile iz 30-ih godina)	AB skelet na temeljima + sitnorebrasti strop)
Peščenica, Sigešćica (50-e i 60-e godine)	Uzdužni nosivi zidovi od opeke slaganih poprečno (25 cm), stropovi AB sitno rebro na rasponu 4,80 m (horizontalna i vertikalna serilaža)
Borongaj (tzv. Limenke – 60-e godine)	Potpuna AB predgotovljena gradnja prema sustavu <i>Jugomont Ju-61</i> debljina stijena i ploča 12 cm na rasponu 3,60 m sa središnjim uzdužnim ukрутnim potezom (horizontalne i vertikalne serilaže)
Dubrava (50-e i 60-e godine)	Opeka + drveni grednik s AB serklažima + polumontažni strop tipa <i>fert</i>
Sopnica - Jelkovec	Monolitne AB konstrukcije (poprečni nosivi zidovi ploče na rasponima uglavnom 6,0 m) na trakastim temeljima

Iz tablice 3 je vidljivo kako se kroz povijest grada način gradnje mijenjao ovisno o razvoju tehnologija građevinskih konstrukcija, saznanjima o karakteristikama tla, urbanističkim spoznajama o uređivanju urbanog prostora, uz primjenu urbanističkih mjera zaštite, te potrebama za građevnim prostorom. Poznavanje razdoblja izgradnje pojedine skupine zgrada, osnovnih karakteristika načina gradnje i načina primjene odgovarajućih propisa važno je za grubu ocjenu potresne otpornosti građevina i očekivanih učinaka potresa.

Cilj sustavnog ocjenjivanja ranjivosti postojećih građevina pogođenih potresom doprinosi pouzdanosti modela određivanja ekonomskih i društvenih gubitaka zbog očekivanog djelovanja potresa te čini važnu komponentu procjene seizmičkog rizika [6]. Cilj ocjenjivanja ranjivosti je određivanje vjerojatnosti zadane razine oštećenja određene vrste zgrade zbog zamišljenog potresa. Postojeći postupci za ocjenjivanje ranjivosti primjenjivi u procjeni gubitka mogu se podijeliti na empirijske i analitičke [6]. U empirijskim postupcima često se upotrebljavaju skale oštećenja temeljene na statističkim podacima raspoloživim zahvaljujući istražnim radovima nakon razornih potresa [6]. Postupni razvoj empirijskih metoda obuhvaća matrice vjerojatnosti

oštećenja, indekse ranjivosti te kontinuiranje krivulje ranjivosti utemeljene na podacima o oštećenjima i sustavnim pregledima (engl. *screening*) [1].

U analitičkim postupcima skala oštećenja se odnosi na mehanička svojstva povezana s graničnim stanjima zgrada (primjerice kapacitet međukatnog pomaka), polazeći od numeričkih modela za simulaciju seizmičkog odziva konstrukcija na povećane razine gibanja temeljnog tla [1]. Takvi pristupi obuhvaćaju primjerice analitički izvedene krivulje ranjivosti i matrice vjerojatnosti oštećenja, metode utemeljene na mehanizmu sloma, metode utemeljene na spektru kapaciteta i metode potpuno utemeljene na pomacima [1]. Analitički pristup ocjenjivanju ranjivosti ima prednost jer je neovisan o dostupnosti podataka o oštećenjima nakon potresa. S obzirom da su u Republici Hrvatskoj, usprkos relativno velike seizmičnosti, dostupni podaci o oštećenjima zbog potresa prilično ograničeni, primjena suvremenih analitičkih postupaka za ocjenjivanje ranjivosti čini se prikladnim i učinkovitim odabirom za domaća istraživanja seizmičkog rizika i procjene gubitaka zbog potresa.

Građevine na području Grada Zagreba projektirane prema najnovijim seizmičkim propisima (od 2013. godine) zadovoljavaju zahtjeve povezane s projektiranim graničnim stanjima. Postavlja se pitanje ugroženosti prethodno izgrađenih građevina koje se mogu načelno podijeliti prema razdobljima razvoja seizmičkih propisa (do 1964., od 1965.-1981., od 1982.-1998., od 1998.- 2012.) [6]. Posebice treba istaknuti da građevine izgrađene do 1964. godine nisu projektirane za potresna djelovanja, dok su u kasnijim razdobljima vrijednosti horizontalnih ubrzanja, odnosno odgovarajuće proračunske horizontalne sile, ovisno o promatranoj lokaciji, bile i nekoliko puta manje [6]. Građevine posjeduju određenu inicijalnu otpornost koja ovisi o sustavu nosivosti konstrukcije i načinu gradnje te može biti povećana postupcima ojačana.

Unutar gradskih četvrti, odnosno općina je prepoznat karakterističan način gradnje, prikupljeni su osnovni podaci o tipu konstrukcije, vremenu izgradnje, razini potresnog opterećenja za koje je projektirana, visini, pravilnosti u tlocrtu, nosivim elementima za horizontalno i vertikalno opterećenje, vrsti temelja i slično. Podaci su sistematizirani u *Obrascima za procjenu očekivanog oštećenja karakterističnog tipa građevine pri djelovanju potresa* na razini povratnih perioda usklađenih s propisima za projektiranje. Temeljem prikupljenih podataka su napravljene procjene očekivanog oštećenja građevina koje je prouzročeno potresom u ožujku 2020. godine.

Početni podaci za procjenu oštećenja su usklađeni s uputama prema EMS-98 klasifikaciji te dopunjeni s procjenama stručnjaka, uz naglasak na poznavanje lokalnih uvjeta. Važno je istaknuti veliki broj nezakonito izvedenih građevina koje su izgrađene na području Grada Zagreba, njih više od 90.000. Također, u procjenama su uzeti u obzir specifični uvjeti koje nije moguće obuhvatiti EMS-98 klasifikacijom, pa je tako razmatran položaj s obzirom na identificirane rasjede i potencijalna klizišta (kojih je na području Medvednice preko 800) te su uključeni podaci o kvaliteti gradnje i specifičnim tipologijama građevina pogođenima potresom [8].

#### **5.1.4.Društveni i ekonomski gubitci te utjecaj na gospodarski sustav**

U većini razornih potresa glavni uzroci gubitaka ljudskih života su oštećenje, odnosno djelomično otkazivanje ili potpuno rušenje građevina. Posljedice na život i zdravlje ljudi se prvenstveno promatraju u odnosu na poginule, ozlijeđene i trajno raseljene stanovnike, a potom i sve stanovnike trenutno zahvaćene posljedicama djelovanja potresa (evakuirani, sklonjeni i slično). Postoje postupci koji detaljnije procjenjuju posljedice, prvenstveno se oslanjajući na procjenu stupnja oštećenja građevina (rezultat su poginuli, duboko zatrpani, srednje zatrpani i plitko zatrpani), ali uzimajući u obzir i brojne ostale faktore kao što je rušenje namještaja (padanje predmeta), broj osoba u gradu koje nemaju prebivalište (turisti, radna snaga i slično), doba dana i drugo. Takve postupke nije moguće primijeniti u izradi ovog scenarija s obzirom na nedostupnost podataka, ali koristeći procjene oštećenja ipak se mogu donesti grubi zaključci.

S obzirom na jačinu potresa koji je pogodio Grad Zagreb u ožujku 2020. godine nije bilo za očekivati veliki broj poginulih i ozlijeđenih, ali posljedice se mogu smatrati katastrofalnim zbog relativno velikog broja trajno oštećenih građevina što je uzrokovalo evakuaciju stanovnika na duže vrijeme. Potres koji je pogodio Grad Zagreb u ožujku 2020. godine odnio je i jednu ljudsku žrtvu. Ljudskih bi žrtava u potresu koji je pogodio Grad Zagreb u ožujku 2020. godine zasigurno bilo mnogo više da se prvi najjači potres nije dogodio u ranim jutarnjim satima na nedjelju kada je većina ljudi još spavala u svojim domovima, promet je bio rijedak, a također je i epidemija corona virusa pogodovala tome da većina ljudi bude u svojim domovima.

Pretpostavljajući prosjek od 3 osobe po stambenoj jedinici, prema podacim Državnog zavoda za statistiku, može se zaključiti da bi i oko 500 (0,13%) značajnije oštećenih stambenih jedinica bi bilo dovoljno da posljedice premaše kriterij katastrofalnih posljedica [6]. Bitno je imati na umu da izgradnja zamjenskih građevina i sanacija oštećenih građevina (koje prvo moraju biti pozitivno ocijenjene da bi se mogle sanirati) je obično dugotrajan proces. S time se unosi nesigurnost među stanovništvo zbog gubitka stambenog ili radnog mjesta, živi se u neadekvatnim uvjetima, gubi se kvaliteta života, pada standard i u konačnici se očekuje iseljavanje dijela stanovništva.

U prosjeku je 75% smrtnih slučajeva zbog posljedica potresa povezano sa oštećenjem građevina, a većina žrtava je povezana s rušenjem zidanih zgrada koje su uobičajene u seizmički aktivnim područjima [6]. Prijašnji statistički podaci kao i podaci prikupljeni nakon potresa koji je pogodio područje Grada Zagreba u ožujku 2020. godine ukazuju i na porast broja žrtava u AB konstrukcijama, koje su u novije vrijeme učestalo predstavljale prvi izbor pri određivanju nosivog sustava, a u slučaju rušenja mogu izazvati i teže posljedice od zidanih konstrukcija. Stoga kod procjene ranjivosti građevina s AB konstrukcijama treba voditi računa o posljedicama mogućih odstupanja od suvremenih načela projektiranja seizmičke otpornosti, posebice u pogledu duktilnosti [6].

Izražena je povezanost broja ljudskih žrtava s brojem jako oštećenih građevina. Očekivani broj ljudskih žrtava kod procjena se ocjenjuje na temelju različitih modela koji obuhvaćaju niz parametara ovisnih o tipu građevine, primjerice ukupni broj ljudi koji boravi u građevini, postotak ljudi koji se nalazi u građevini u trenutku potresa, postotak ljudi koji će ostati zarobljen u građevini, raspodjela ozljeda za slučaj rušenja građevine, postotak smrtnosti nakon rušenja i slično. Direktni gubici u pravilu se odnose na izravna oštećenja nakon potresa (trošak sanacije građevina, trošak privremenog zbrinjavanja stanovništva i slično, dok indirektni troškovi proizlaze iz posljedica smanjene gospodarske aktivnosti zbog posljedica potresa (privremeno zaustavljanje proizvodnje, narušena prometna povezanost i slično).

S inženjerskog stajališta obuhvaćaju se direktni troškovi, budući da pouzdana ocjena indirektnih troškova zahtijeva detaljnu analizu složenih ekonomskih parametara. Direktni troškovi sanacije građevina ili uklanjanja ruševina i ponovne izgradnje

izravno ovise o raspodjeli oštećenja nakon potresa te se mogu izraziti omjerom troškova potrebnih popravaka i troškova potpune zamjene objekta koji se primjenjuju na postotak građevina u svakoj pojedinoj kategoriji oštećenja [6]. Pomoću srednje vrijednosti omjera troškova oštećenja, poznavajući vrijednost pogođenog fonda građevina, može se dobiti procjena ukupnih ekonomskih gubitaka [6].

Posljedice na gospodarstvo se procjenjuju duži period nakon nastanka potresa kroz direktne (izravne) i indirektne (neizravne) gubitke. Direktni gubici se vežu za oštećenja građevina (stambenih jedinica) kao što je trošak popravka građevine (dovođenje građevine u dostatnu razinu sigurnosti) ili trošak uklanjanja građevine (za građevine koje su procijenjene da nisu sigurne za uporabu) i izgradnje novih (zamjenskih) građevina i slično. Teško oštećene građevine se moraju ukloniti i ponovo izgraditi. Značajno do teško oštećenim građevinama nije izravno ugrožena nosivost konstrukcije, pa je moguća sanacija (nakon zaključene procjene), a građevine s umjerenim oštećenjem se mogu brzo i jeftino sanirati.

Troškovnička stavka dovođenja građevine u prvotno stanje bilo popravkom ili ponovnom izgradnjom može značajno varirati s obzirom na stupanj oštećenja i tip građevine. Grubu procjenu moguće je napraviti prema prema dostupnim podacima pridruživanjem troškovničke stavke stupnju oštećenja uz pretpostavku prosječne površine stambene jedinice od 70 m<sup>2</sup>, proračun izravne štete iznosi oko 900 milijuna eura [10]. Indirektni (neizravni) gubici su značajni s obzirom da je Grad Zagreb središte državne, regionalne i lokalne uprave te prometno središte države i sjecište europskih prometnih smjerova (istok-zapad i sjever-jug).

Kako je ranije u radu navedeno, u Zagrebu se nalaze brojne obrazovne, kulturne, umjetničke i zdravstvene institucije, industrijski pogoni, poslovni subjekti i kulturna baština neprocjenjive nacionalne vrijednosti i slično. Ukupnu razinu indirektnih troškova je teško predvidjeti s obzirom na brojne parametre, ali ako se istakne činjenica da Grad Zagreb predstavlja trećinu ukupnog gospodarstva Republike Hrvatske te mnoga gospodarstva iz regije gravitiraju prema Zagrebu očito je da je potres značajno ugrozio gospodarsku stabilnost.

Troškovi se mogu promatrati kroz prekid poslovanja, zaustavljene razne proizvodne aktivnosti (primjerice energija), prekid dostave resursa za održavanje poslovanja, gubitak opreme (industrijske, zdravstvene, računalne, laboratorija, i slično) u



objektima, gubitak zarade, oštećenje transportnih putova, prekid komunikacijske mreže, oštećenje ključne komunalne infrastrukture (energija, voda i slično), troškovi oporavka privatne i državne imovine, gubitak radnih mjesta, gubitak radne snage, povećane potrebe za smještajnim kapacitetima, zagađenje okoliša, srušene trgovine (trgovački centri) i drugo.

Ostali potencijalni indirektni utjecaji su potencijalni odroni tla i otvaranje klizišta, poplave, tehničko-tehnološke katastrofe slijedom stradavanja gospodarskih objekata, epidemiološke i sanitarne opasnosti slijedom ne funkcioniranja nadležnih, prekidi proizvodnih i opskrbnih lanaca (stradava ekonomska stabilnost), nesreće na odlagalištima otpada i slično za što je sve postojala opasnost tijekom nastanka potresa koji su pogodili Grad Zagreb tijekom ožujka i travnja 2020. godine.

Za točnu procjenu svih ekonomskih parametara za Zagreb su potrebne iscrpne i dugotrajne analize, ali obzirom na trenutnu tešku gospodarsku situaciju uzrokovanu ponaprije globalnom pandemijom corina virusa koja traje već gotovo godinu dana, manjak rezervi kapitala, brojnih poslovnih i stambenih kredita, može se očekivati brzi gubitak poslovnih subjekata, jako spori oporavak tvrtki i u konačnici značajan porast nezaposlenosti. Bitan je i posredni utjecaj u vremenu poslije potresa, a ovisi o lančanoj reakciji kroz ekonomiju regije. Preklapanje visokog seizmičkog rizika u glavnom gradu Republike Hrvatske koji ujedno predstavlja i gospodarsko središte izravne štete od potresa predstavljaju tek manji dio i ukupna šteta se može nedvojbeno procijeniti kao katastrofalna.

Bitno je imati na umu da će svi potresom prekinuti sustavi zahtijevati dugo vremensko razdoblje za ponovnu potpunu funkcionalnu uspostavu (uništena radna mjesta, izgubljene baze podataka i slično) te će dodatne posljedice zbog dugotrajne obnove, a posebice zbog prekinutog funkcioniranja glavnog grada Republike Hrvatske, biti velike. Analiza neizravnih posljedica zahtijeva iscrpne ekonomske analize, stoga nije uzeta u obzir, a s obzirom na prethodno navedeno potresno djelovanje u Gradu Zagrebu imat će nedvojbeno značajne posljedice za Grad Zagreb ali i Republiku Hrvatsku.

Posebno važan element, neposredno nakon potresa bilo je neprekinuto funkcioniranje administracije da se spriječi ulijevanje nesigurnosti, straha, narušavanja javnog reda i mira posebice ako dođe do izražaja nespremnost odgovornih institucija za ponašanje poslije potresa (prihvatni centri, kapaciteti

bolnica, opskrbi hrane i vode i slično), što se na sreću nije dogodilo. Posebno su bili važni sustavi informiranja (državne i javne televizije) koji nisu smjeli biti prekinuti, a gotovo su svi glavni su smješteni u gradu Zagrebu. Analize pojedinačnih elemenata kritične infrastrukture nisu analizirane pa nije moguće precizno procijeniti razinu utjecaja, ali s obzirom na očitu koncentraciju kritične infrastrukture, te da je ista uglavnom napravljena prije suvremenih propisa (projektirane na manju potresnu silu), očito je da bi značajniji potres uzrokovao katastrofalne posljedice [6].

## **5.2.Sustav upravljanja sigurnošću**

Prvi korak nastanku i razvoju sustava upravljanja sigurnošću je procjena i razumijevanje vanjskih i unutarnjih čimbenika koji prema procjeni stručnjaka mogu imati znatne posljedice po gospodarstvo i društvo. Vanjski čimbenici mogu biti društveni, politički, pravni, tehnološki, prometni, ekonomski, prirodni utjecaji (bilo na razini država, države ili područne (regionalne) i lokalne zajednice te odnosi s raznim drugim izvođačima radova [2]. Unutarnji čimbenici podrazumijevaju organizacijsku strukturu, uloge, odgovornosti, politike, strategije, sredstva (financijska, vremenska ograničenja, ljudska ograničenja), računalne programe i slično [2]. U konkretnom slučaju radi se o razumijevanju vanjskog čimbenika, točnije prirodne katastrofe, potresa.

Upravljanje sigurnošću u slučaju nastanka potresa odvija se kroz sustav upravljanja sigurnošću koji mora biti [6] :

1. razumljiv i integriran s ostalim politikama i procedurama države i organizacija,
2. jasno povezan s kontrolom sustava,
3. usredotočen na velike opasnosti i sigurnost,
4. dopunjen s planovima rada i opisom aktivnosti,
5. dostupan svim javnim i privatnim službama,
6. u skladu s važećim zakonskim propisima,
7. stalno aktualan.

### 5.2.1.Elementi upravljanja sigurnošću

Sustav upravljanja sigurnošću obuhvaća sljedeće elemente [11] :

1. organizacijsku strukturu koja mora biti opisana u grafičkom obliku, pomoću blok dijagrama, dok se u grafikonu nalaze opisi uloge i odgovornosti i ovlasti kod donošenja odluka vezano uz velike opasnosti poput potresa te linije izvještavanja prema višim rukovoditeljima. Moraju biti naznačeni i odnosi između različitih uloga različitih sektora u vezi s prevencijom i upravljanjima velikim opasnostima poput potresa (shema aktivnosti, ekipa podrške i potpore na kopnenoj infrastrukturi),
2. politiku i procedure (poput PSVN-a, HSE politike),
3. praksu, procese i materijalna sredstva za provođenje i unaprjeđenje sustava upravljanja sigurnošću te načina na koji je isti integriran u ostale sustave,
4. resurse za provedbu (tehničkih, materijalnih, ljudskih, organizacijskih) koji su na raspolaganju za utvrđivanje i provedbu sustava upravljanja sigurnošću,
5. opis pristupa izradi *Izvješća o velikim opasnostima* poput potresa,
6. tijek rada, podjelu uloga i raspodjelu odgovornosti nadležnih službi za provedbu procesa zaštite i spašavanja,
7. opis sustava neovisne verifikacije,
8. izbor i podjelu odgovornosti i ovlasti koji moraju biti u skladu sa stručnošću,
9. opis i učestalost provedenih terenskih vježbi i treninga te stručne osposobljenosti izvršnog osoblja te očekivanih razina stručnosti koje se očekuju od pripadnika službi zaduženih za održavanje i sigurnost,
10. procedure za prepoznavanje i procjenu velikih opasnosti, kao i vjerojatnost i mogući ishod (posljedice) te pojedinosti o identifikaciji i procjeni rizika poput izabrane metodologije i postupaka za procjenu rizika i prepoznavanje velikih opasnosti i procijenjene uključenost utjecaja na ljudske živote, imovinu i okoliš,
11. mjere, sredstva i sporazume neophodne za djelovanje u slučaju nastanka potresa koji moraju biti uvijek dostupni i spremni, a svi uključeni u proces moraju biti upoznati s planovima u svakom trenutku,
12. način kontrole velikih opasnosti tijekom normalnog, svakodnevnog, rada, odnosno prikaz pojedinosti načina upravljanja i nadzora opreme koja se koristi za prikladno osiguravanje sigurnosti i zaštite okoliša te opis i plan izvođenja,

13. opis postupaka i procedura za čuvanje, zaštitu i održavanje zdravlja i sigurnosti, opis postupaka za smanjenje rizika urušavanja građevina te nadzora sigurnosne zone oko objekata određenog područja nakon nastanka potresa, kao i nadzora procedure vezane uz raznu logistiku (npr. postupci pristupa određenim objektima, operacije spašavanja s helikopterom i slično),
14. opis radova tijekom pregleda ruševina prouzročenih potresom (opis sheme pristupanja i izvedbenih aktivnosti sa svrhom smanjenja rizika od neplaniranog utjecaja na zdravlje i sigurnosti osoba, okoline i slično) i načina održavanja propisanih standarda sigurnosti,
15. opis radova na sanaciji i obnovi objekta te opis mjera kontrole,
16. način upravljanja promjenama s jasnim dokazima da je usvojen učinkovit postupak za upravljanje promjenama, počevši od procjene utjecaja posljedica velikih opasnosti poput potresa, kako se sustav dalje mijenja temeljem tih podataka o procjeni utjecaja, kako se izvode daljnji pregledi i testiranja te kako je predviđen tijek rada i promjene samog sustava nakon procjene utjecaja posljedica velikih opasnosti (s tehničkih, ljudskih i organizacijskih aspekata s jasno naznačenim planom intervencija u slučaju potresa),
17. način sprječavanja, ograničavanja i ublažavanja štete na objektima i okolišu koja može nastati kao posljedica djelovanja potresa, te opis organizacije i raspoloživih sredstava koja jamče ograničavanje utjecaja na objekte i okoliš u slučaju nastanka potresa (poput materijalno-tehničkih sredstava, tehničkih barijera, rukovođenja akcijama, metodologija, izrada modela), metodu nadziranja s pojedinostima poput opisa nadzora, praćenja pokazatelja uspješnosti, izvještavanja o potresu i posljedicama istoga te opis načina na koji će rezultati praćenja biti uključeni u sustav i iskorišteni sa svrhom poboljšanja istoga,
18. opis prihvaćenog ispitnog sustava,
19. način revizije sustava upravljanja sigurnošću te opis načina na koji će se rezultati revizija integrirati u sustav i opis načina na koji će se rezultati takvih revizija integrirati u sustav i poboljšati mjere kontrole velikih opasnosti poput potresa,
20. opis principa sigurnosti primijenjenih u planovima izgradnje suvremenih objekata, kao i poboljšanje i dogradnju postojećih objekata (dozvole, operativne procedure, radne dozvole, certifikati i slično),

21. način istrage i procjene neželjenog događaja (potresa) i izvještavanje nakon nastanka neželjenog događaja.

Sustav upravljanja sigurnošću glede prirodnih nepogoda i katastrofa kao što su potresi se neprekidno razvija, usavršava sa svakim razvojnim ciklusom te uzima u obzir globalne tehnološke promjene i inovacije. Sustav upravljanja sigurnošću omogućava svakoj državi i organizaciji da pripremi učinkovito djelovanje s točno utvrđenim ulogama i odgovornostima, kako bi se potencijalna opasnost svela na najmanju moguću mjeru i kako bi se posljedice sanirale što je moguće prije na najučinkovitiji način. Važno je naglasiti kako je kod potresa gotovo nemoguće procijeniti kada će se on i pri kojoj mjeri pojaviti i to je temeljni problem kod glede upravljanja sigurnošću u slučaju potresa, faktor nepredvidivosti uz sva suvremena tehnološka dostignuća.

### **5.2.2. Faze sustava upravljanja sigurnošću**

Sustav upravljanja sigurnošću obuhvaća najčešće tzv. metodu *4P* koja pojednostavljuje upravljanje takvim sustavom, a radi se o četiri koraka [11] :

1. *Planiranje* - podrazumijeva uspostavu jasne politike te neophodnih procesa i ciljeva, a uključuje popis objekata, postrojenja i opreme s kritičnim dijelovima, prepoznavanje i razumijevanje mjesta i mogućih problema uslijed dotrajalosti ili kvara za određeni dio opreme, materijala ili projekta, opis načina, primjene i rasporeda aktivnosti održavanja kako bi se održala očekivana razina sigurnosti i funkcionalnosti gospodarstva i društva u cjelini, opis načina izvođenja te vremenske razmake inspekcija i redovitih testiranja (vježbi policije, hitne pomoći i vatrogasaca pri čemu se simulira nastanak potresa na određenom području) uz procjenu rizika i primjenu mjera kontrole te neovisnu verifikaciju. Dio ovog koraka je opis načina prepoznavanja velikih opasnosti, procjene rizika i izbor kontrolnih mjera, te njihovo praćenje, bilježenje i ažuriranje u svakodnevnom radu (provjera seizmičke aktivnosti)
2. *Provedba* - znači organizaciju radnih procesa, odnosno djelovanja stručnih službi na terenu u cilju ublažavanja rizika te osiguranja dostupnosti neophodnih sredstava za uspostavljanje, primjenu, održavanje i unaprjeđenje

sustava upravljanja sigurnoću kroz preciznu raspodjelu uloga i odgovornosti sa svrhom učinkovitijeg upravljanja sigurnošću. Važno je da sve sigurnosno-kritične radnje obavljaju stručnjaci uz jasno objašnjen način komunikacije i prosljeđivanja informacija. Vodi se baza podataka o održavanjima, nadogradnji sustava, vježbama, rezultatima vježbi, inspekcijama i inspekcijskim nalazima elemenata kritičnih za sigurnost.

3. *Provjera* - radi se o svakodnevnom procesu koji se odnosi na kontroliranje i proučavanje rezultata uspostavljenog sustava upravljanja sigurnošću uz redovito poboljšanje sustava. Sustav upravljanja sigurnošću u ovoj fazi podrazumijeva postojanje procesa nadzora praćenja, odnosno i spunjavanja sigurnosnih ciljeva i učinkovitosti mjera za smanjenje rizika. Uz navedeno, očekuje se opis pokazatelja uspješnosti primjene sigurnosnih mjera koji prate pojedina događanja ne bi li što ranije otkrili moguće slabosti u predviđenim mjerama za smanjenje rizika. Provjera se radi kroz praćenje rada opreme, materijala, računalnih dijelova i programa te procedura, a uključuje i provjeru svih opisa rada i izvođenja radnih zadataka. Održavaju se redovni tjedni i mjesečni sastanci nadležnih službi za zaštitu i spašavanje (policija, vojska, vatrogasci, medicinska služba, HGSS i slično) kako bi svi u procesu točno znali rasporede održavanja te kako bi se mogli pripremiti na iznenadne mjere. Izrađuju planovi za korektivne postupke, a provodi se u planiranim vremenskim razmacima. Po nastanku potresa utvrđuje se način provođenja istrage s ciljem utvrđivanja posljedica i razmjera djelovanja potresa na pojedino područje kako bi se utvrdili osnovni sigurnosni nedostaci i drugi čimbenici koji su mogli ublažiti djelovanje potresa, smanjiti rizik od pojave istoga. Uspostavlja se sustav razvrstavanja i kategoriziranja posljedica potresa kako bi se primijenio prikladan odgovor, uz odgovornost osoba na odgovarajućoj razini odlučivanja. Sustav upravljanja sigurnošću utvrđuje daljnje korake postupanja s utvrđenim neusklađenostima nakon provedbe procjene posljedica djelovanja potresa na terenu (provode stručne službe) te kako će se poduzimati mjere radi ublažavanja posljedica na sigurnost, uz poduzimanje mjera radi izbjegavanja ili ublažavanja njihova ponavljanja te načina praćenja učinkovitost i ispravnost izabranih mjera. Odgovorna osoba mora osigurati da se sve rizične situacije koje su se dogodile ili su se skoro

dogodile, zabilježe i ispitaju, te se temeljem konačnog nalaza umanju mogućnost pojave iste situacije ili ublaže njezine posljedice.

4. *Prilagodba* - postupak za procjenu povratnih informacija u svrhu kontinuiranog poboljšanja postojećeg sustava upravljanja sigurnošću, a može uključivati izmjene procedura, planova ili organizacijskih shema kako bi se postigao cilj. Obično uključuje redovne sastanke stručnih službi (policija, vojska, vatrogasci, medicinska služba, HGSS i slično) s razmjenom informacija o pouzdanosti mjera i opreme, novih otkrića i trendova u tehnologiji, tehnici ili procedurama. Uključena je i redovna obuka stručnih službi koje u slučaju potresa djeluju na tresenu s ciljem spašavanja ljudskih života i imovine u svrhu očuvanja integriteta, upravljanja i održavanja sustava upravljanja sigurnošću. Ovaj korak izvode rukovoditelji viših razina odlučivanja (nacionalna, regionalna i lokalna razina).

### **5.2.3. Procjena rizika nevjerojatnog neželjenog događaja**

Za načine i sustave upravljanja sigurnošću od nastanka potresa na određenom području, u konkretnom slučaju na području Grada Zagreba od presudne je važnosti izrada pravodobne i kvalitetne procjene rizika nevjerojatnog neželjenog događaja kao što je potres.

Efikasna procjena rizika može se postići samo putem procesa koji spaja tri kritične dimenzije :

1. tehničke komponente,
2. ljudske komponente (osoblje sa svojim vještinama, obukom i motivacijom),
3. organizacijske komponente (procedure i metode koje definiraju odnos zadataka).

Za navedeni događaj hazard je definiran Kartom potresnih područja za Republiku Hrvatsku, a najčešće se u obzir uzima povratni period od 95 godina (vjerojatnost događaja iznosi 10% u 10 godina), koja je prihvaćena u važećim propisima za projektiranje seizmičke otpornosti građevina [6]. Može se u obzir uzeti razina

opterećenja veća od razine opterećenja koja se koristila (ili se nije uopće koristila) pri projektiranju građevina do 1998. godine (uključujući prijelazno razdoblje do 2013. godine), a što čini glavninu fonda građevina (stambenih jedinica) u gradu Zagrebu [8].

Procjena rizika jasno pokazuje veliku ugroženost velikog dijela postojećeg fonda građevina prvenstveno na oštećenje (manje na rušenje), uz pretpostavku da opterećenje prema suvremenim propisima smatramo mjerodavnim za postizanje zadovoljavajućeg odziva, u skladu s propisanim zahtjevima za ponašanje. Stoga, odabrani događaj možemo smatrati relevantnim s relativno velikom vjerojatnošću događaja (s obzirom na posljedice). Procjena posljedica za nevjerojatni neželjeni događaj se uglavnom oslanja na procjenu stupnja oštećenja zgrada za definirano opterećenje. Već je naglašeno kako ne postoje podaci potrebni za suvremene detaljnije analize, pa su procjene oštećenja zgrada napravljene na temelju dostupnih parametara koji su uglavnom sistematizirani u *Obrascima za procjenu očekivanog oštećenja karakterističnog tipa građevine pri djelovanju potresa* na razini povratnih perioda usklađenih s propisima za projektiranje [6].

Obrasci obuhvaćaju analizu karakteristične tipologije gradnje po gradskim četvrtima odnosno općinama s obzirom na tip konstrukcije, vrijeme izgradnje, razinu potresnog opterećenja (mjerodavnu i u vrijeme projektiranja), visinu (katnost), pravilnost u tlocrtu, nosive elemente za horizontalno i vertikalno opterećenje, vrsti temelja i slično [6]. Početne su procjene oštećenja prouzrokovani potresom koji je pogodio Grad Zagreb u ožujku 2020. godine postavljene prema već spomenutoj EMS-98 klasifikaciji te su naknadno dopunjene procjenama stručnjaka koji su odabrani s obzirom na znanja i iskustvo u projektiranju građevina, a posebice s obzirom na poznavanje specifičnih 'lokalnih' uvjeta (veliki broj nezakonito izvedenih građevina, rasjeda, klizišta, kvaliteti gradnje, specifičnu tipologiju gradnje) koje EMS-98 ne obuhvaća [6].

Postupci koji bi omogućili preciznije podatke i točniju analizu posljedica potresa koji je pogodio Grad Zagreb u ožujku 2020. godine nisu još u potpunoj primjeni, s obzirom da nisu dostupni svi potrebni podaci. Procjene posljedica su napravljene prema dosadašnjim iskustvima, dostupnim podacima i *Obrascima za procjenu očekivanog oštećenja karakterističnog tipa građevine pri djelovanju potresa* na razini povratnih perioda usklađenih s propisima za projektiranje. U Obrascima su sistematizirani



dostupni podaci o građevinama koje su prepoznate kao karakteristična tipologija gradnje unutar gradskih četvrti, odnosno općina za koje postoje statistički podaci o stambenim jedinicama i broj stanovnika.

S obzirom na nedostatak pouzdanih parametara, procjene su načelne, sadržavaju subjektivne elemente, ali i brojna specifična ograničenja, pa tako primjerice ne postoje sistematizirane baze podataka o tipologiji gradnje, a postoji niz specifičnih tipova građevina kao što su montažne građevina tipa *Jugomont JU-60* i *JU-61*, zgrade izgrađene tunelskom oplatom, stambeni blokovi u Donjem gradu i slično, kao i veliki broj nezakonito izvedenih građevina (bez valjane dokumentacije) koje uključuju i nepovoljne intervencije (npr. rušenje nosivih zidova za izloge) u nosivu konstrukciju, odnosno promjenu bitnih zahtjeva za građevinu, nesigurnost u procjeni ranjivosti pojedinih građevina zbog razlike u znanju o starim građevinama u odnosu na građevine projektirane sukladno suvremenim propisima i slično. Također ne postoje podaci o izvedbi građevina, korištenim materijalima, mogućim pogreškama u gradnji, naknadnim sanacijama u prijašnjim razdobljima. Građevine su najčešće projektirane na vijek trajanja od 50 godina što je premašeno (degradacija materijala) kod većeg dijela postojećih građevina [6].

Procjena posljedica na život i zdravlje ljudi procjenjena je prema broju ugroženih zgrada, stoga je nesigurnost procjene vezana za nesigurnosti u procjeni oštećenja zgrada, ali s obzirom na postavljene kriterije [6]. Procjena posljedica na gospodarstvo vezana je na direktne (izravne) i indirektne (neizravne) gubitke. Direktne posljedice su također vezane na oštećenja građevina, odnosno nesigurnosti u procjeni su vezane za nesigurnosti u procjeni oštećenih zgrada. Navedene troškovničke stavke oporavka građevina su napravljene koristeći minimalne vrijednosti procjena te prosječnu procjenu troškova prema dostupnim analizama te iznose 800-900 eura/m<sup>2</sup> (poslovne zgrade) i oko 1.300-1.400 eura/m<sup>2</sup> za stambene građevine [8].

Za V. stupanj oštećenja (rušenje) pridodaje se 100% troškovničke vrijednosti zgrade kojoj je potrebno dodati oko 20% njene vrijednosti za troškove uklanjanja i zbrinjavanja nastalog otpada [8]. Za IV. stupanj oštećenja troškovi iznose 80–100% troškovničke vrijednosti zgrade (investiranje kako bi se zgrada dovela u uporabljivo stanje), za III. stupanj 40 – 80% troškovničke vrijednosti zgrade, a za II. stupanj 1 –

40% [8]. Za I. stupanj oštećenja štete su do 1% ukupne troškovničke vrijednosti zgrade [8].

Indirektne posljedice je vrlo teško procijeniti, ali s obzirom na kontekst grada Zagreba može se zaključiti da su ukupne posljedice djelovanja potresa katastrofalne. Na funkcioniranje elemenata kritične infrastrukture je procijenjen značajan utjecaj. Nisu analizirani pojedinačni elementi kritične infrastrukture jer su za isto potrebna opsežna istraživanja, a proteklo je svega pola godine od nastanka potresa. Važno je istaknuti kako je dostupno više metoda za preciznije procjene za procjene ranjivosti, a time i posljedica. Preciznost metoda ovisi o bazama podataka (pouzdanosti podataka), ali i specifičnim parametrima vezanim za područje Republike Hrvatske, stoga usporedbe s drugim državama u nadolazećem razdoblju treba raditi vrlo oprezno. S obzirom da se Republika Hrvatska, njezin veći dio, pa tako i Grad Zagreb nalazi na području izrazite seizmičke aktivnosti gdje se značajniji potres javljao svakih 100 godina moguće je očekivati nove značajne potrese, s tim da su stručnjaci složni kako iste nije moguće predvidjeti [6].

## **6.PRIJEDLOZI ZA BUDUĆE UNAPREĐENJE NAČINA I SUSTAVA**

### **UPRAVLJANJA SIGURNOŠĆU U KRIZNIM SITUACIJAMA U**

#### **REPUBLICI HRVATSKOJ**

Niska razina znanja i svijesti o prednostima koje donose sustavi upravljanja organizacijama jedan je od glavnih uzroka niske razine implementiranosti sustava upravljanja u organizacijama u Republicu Hrvatskoj. Nepostojanje standardiziranih sustava upravljanja koji sadrže alate za analiziranje rizika, smanjivanje utjecaja rizika na poslovanje te mnoštvo ostalih smjernica koje donose međunarodno priznati sustavi upravljanja mogu značajno negativno utjecati na poslovanje i životni ciklus organizacija, bez obzira na veličinu, strukturu ili oblik vlasništva organizacija. Globalizacija, razvoj tržišta i industrija te sve brže odvijanje poslovnih procesa u organizacijama zahtijevaju standardizaciju i normizaciju te je nameću u prvi plan svake ozbiljne organizacije današnjice [11]. Uspješna implementacija sustava upravljanja sigurnošću označava visoku razinu sigurnosne organizacijske strukture koja se prilagođava svakoj pojedinoj državi, gradu te potrebama istoga kako bi se posljedice djelovanja potresa svele na najmanju moguću mjeru. Svaki se sustav upravljanja sigurnošću mora usavršavati te nadograđivati.

Suvremeni sustav kriznog upravljanja treba načelno biti ustrojen tako da osigura učinkovito i neprekidno upravljanje u svim izvanrednim situacijama koje ugrožavaju živote, zdravlje, imovinu i ekonomsku sigurnost zajednice, sve do revitalizacije uobičajenog načina života. Najjednostavnija definicija suvremenog sustava kriznog upravljanja podrazumijeva da je za učinkoviti krizni menadžment potrebno osigurati tri čimbenika [12] :

1. krizni menadžment - sustav vođenja aktivnosti u izvanrednim situacijama, koji mora djelovati kroz cijeli ciklus kriznog planiranja (u periodu pripravnosti), tijekom odgovora na izvanrednu situaciju, te tijekom oporavka i obnove (nove izgradnje). Pri tome sustav državne razine mora osigurati potrebnu potporu razvitku i djelovanju struktura u jedinicama lokalne i područne (regionalne) samouprave, te osigurati jednoobrazno i kvalitetno osposobljavanje svih sudionika.

2. sustav zaštite kritične infrastrukture- segmenti kritičnih infrastrukture na svim razinama, koje osiguravaju funkcioniranje zajednica od lokalne do međunarodne razine i uobičajeni način života. Kritična infrastruktura obuhvaća tri segmenta: instalacije i objekte, ljudske resurse i organizacijske strukture nužne za upravljanje i djelovanje kritičnih infrastrukture, te sustave nadzora i praćenja rada pojedinih infrastrukturnih objekata i instalacija. Da bi se sva tri segmenta mogla uskladiti i osigurati učinkovito funkcioniranje kritičnih infrastrukture potrebno je razviti mrežu koja uključuje sva tri faktora na svim razinama, zaključno s razinom uvezivanja u međunarodne sustave i asocijacije.
3. operativne snage za djelovanje na svladavanju prijetnji i otklanjanju posljedica izvanrednih situacija - postrojbe i zapovjedništva vatrogastva i civilne zaštite, te snage udruga građana i pravnih osoba koje se bave zaštitom i spašavanjem. U drugim izvanrednim situacijama to su svi resursi koje zajednica ima a mogu pridonijeti rješavanju problema i osiguranju funkcioniranja zajednice, te očuvanju života, zdravlja, imovine, okoliša i uobičajenog načina života.

Iz takvog pristupa proizlazi i praktično rješenje za učinkovito upravljanje izvanrednim situacijama [12] :

1. zakonska regulativa mora dati normativni okvir za provedbu zadaća od faze planiranja i pripravnosti do okončanja izvanrednih situacija,
2. politički okvir za aktiviranje i jedinstveno djelovanje svih čimbenika kompleksnog sustava na svim razinama,
3. sustav planiranja održivog razvoja društva na svim razinama, koji mora uključiti i planiranje za učinkoviti odgovor na postojeće i moguće nove rizike kriza i katastrofa,
4. ustroj jedinstvene nacionalne organizacije koja mora biti stožer aktivnosti koji uključuje sve čimbenike u praćenju stanja, procjenjivanju prijetnji i ranjivosti, procjenjivanju rizika (dugoročno i kratkoročno), te donošenju i provedbi odluka u cilju svladavanja izvanrednih situacija,
5. sustav financiranja kompleksnog sustava odgovora na krize i katastrofe koji uključuje sve razine, od pojedinaca i pravnih osoba, lokalne i područne (regionalne) samouprave do državne razine.

Ovako postavljen sustav suvremen je u svom pristupu poimanju prijetnji i rizika za društvo i pojedince, ali zahtijeva udruženi napor u izgradnji svih njegovih sastavnica. U Republici Hrvatskoj djelomično je sustav, u segmentu upravljanja u katastrofama normativno postavljen, ali ne i praktično realiziran, jer bitno zaostaje ustrojavanje i njegov daljnji razvoj na razini lokalne i područne (regionalne) samouprave [12]. Uz to, suvremeni rizici i prijetnje kompleksni su po svom karakteru i sadržaju te često uključuju i druge krizne situacije tako da je u praksi teško razlučiti ova dva segmenta upravljanja. Zbog toga treba što prije potaknuti donošenje novih normativnih rješenja, jer ako i postoji potreba da se na državnoj razini upravljanje u katastrofama odijeli od drugih izvanrednih situacija (iako to u praksi nije sasvim razvidno), na razini lokalne i područne (regionalne) samouprave takva potreba dijeljenja struktura ne postoji zbog kapaciteta lokalnih zajednica, ali i istovrsnosti problema koje katastrofe i druge civilne krize izazivaju u nekoj sredini [12].

Uz donošenje novih normativnih rješenja, prvi potez trebala bi biti i decentralizacija službi i tijela koja trebaju obaviti poslove u planiranju, procjenjivanju i pripremanju odluka za nositelje zaštite i spašavanja na lokalnim razinama. Nema razloga da vatrogastvo (iako možda najznačajniji dio sustava zaštite i spašavanja), bude ustrojeno kao služba u Državnoj upravi za zaštitu i spašavanje. Vatrogastvo, kao i drugi dionici sustava zaštite i spašavanja (Hrvatska gorska služba spašavanja, Hrvatski Crveni križ, Hrvatska udruga za obuku potražnih pasa, Hrvatski ronilački savez i slično) treba izgrađivati i razvijati izvan Državne uprave za zaštitu i spašavanja.

Zakonske odredbe moraju osigurati na svim razinama uvjete za [12] :

1. prevenciju i sprečavanje nastanka katastrofa (u što moraju biti uključeni svi dionici sustava zaštite i spašavanja),
2. brzo i učinkovito reagiranje svih čimbenika zaštite i spašavanja od lokalne, regionalne, državne do međunarodne zajednice s ciljem smanjivanja štetnog učinka katastrofe – preživljavanje stanovništva pogođenog prostora,
3. što brži oporavak i revitalizaciju života na pogođenom prostoru.

Kako bi se navedeno moglo ostvariti, daljnji razvoj trebao bi ići u smjeru normativnog stvaranja uvjeta za jedinstvenost i neprekidnost upravljanja u svim krizama i katastrofama, a istim je propisima potrebno osigurati i decentralizaciju obavljanja

poslova planiranja, procjenjivanja i odlučivanja na svim razinama. Normativni temelj je svakako članak 135. Ustava Republike Hrvatske koji prepoznaje vatrogastvo i civilnu zaštitu kao djelatnosti koje se moraju realizirati na lokalnoj razini, a sva daljnja rješenja se temelje samo na političkoj volji kreatora političkog sustava i donositelja propisa [12]. Na nositeljima sustava kriznog planiranja i upravljanja u Republici Hrvatskoj, kao i u okvirima znanstvene i stručne javnosti te političkoj zajednici, leži odgovornost da se ti procesi pokrenu i što prije uobliče u odgovarajući sustav.

## 7.ZAKLJUČAK

Potres je iznenadno i brzo podrhtavanje Zemlje uzrokovano pucanjem stijena u unutrašnjosti Zemlje ili njihovim pomicanjem duž već postojećih pukotina (rasjeda). Dvije osnovne mjere koje opisuju potres su magnituda i intenzitet. Znanost koja proučava potrese naziva se seizmologija. Snažan potres koji je pogodio Grad Zagreb u ožujku 2020. godine kao svaki razoran potres koji se dogodi u naseljenom području izazvao je vrlo ozbiljne posljedice za stanovništvo te veliku materijalnu štetu, uz jednu ljudsku žrtvu. Najveća je materijalna šteta nastala u strogom centru Zagreba, na građevinama građenim u 19. i prvoj polovici 20. stoljeća. Činjenica je kako se potresi ne mogu predvidjeti, no u današnje vrijeme se na globalnoj razini sve više pridodaje važnosti upravljanju sustavima za ostvarenje sigurnosti. Smatra se da je sigurnost bitna i nužna za ostvarenje efektivnog i efikasnog funkcioniranja svakog pojedinog gospodarstva i društva kako na nacionalnoj, tako i na globalnoj razini. Implementacija sustava upravljanja sigurnošću uključuje plan i procese u provedbi zaštite i spašavanja, uz naglasak na strategiju i kvalitetu sustava upravljanja sigurnošću te kontinuirano poboljšavanje što se odnosi na sve stručne službe na nacionalnoj, regionalnoj i lokalnoj razini. Plan zaštite i spašavanja tijekom potresa temelji se ponajprije na procjeni rizika za nastanak nevjerojatnog neželjenog događaja. Grad Zagreb ima ozbiljno i detaljno razrađen sustav upravljanja sigurnošću temeljen na europskim standardima i normama što utječe na ukupno stanje sigurnosti gospodarstva i društva države i Grada Zagreba. Implementacijom sustava upravljanja sigurnošću ima neke nedostatke, no nastavlja se kontinuirano poboljšavati sustav gdje god je to moguće.

## LITERATURA

### Knjige i članci

- [1] Olujić, M. : *Potresi – uzroci nastanka i posljedice s posebnim osvrtom na Hrvatsku i susjedna područja*, Prosvjeta d.o.o. i Geosat d.o.o., Zagreb, 2015.
- [2] *Procjena ugroženosti Republike Hrvatske od prirodnih i tehničko – tehnoloških katastrofa i velikih nesreća*, Republika Hrvatska, Državna uprava za zaštitu i spašavanje, Zagreb, 2013.
- [3] Morić, D., Kraus, I. : *Potresno inženjerstvo*, Građevinski fakultet u Osijeku, Osijek, 2013.
- [4] Toth, I., Čemerin, D., Vitas, P. : *osnove zaštite i spašavanja od katastrofa*, Veleučilište Velika Gorica, 2011.
- [5] *Procjena rizika od velikih nesreća za područje Grada Zagreba*, Vlada Republike Hrvatske, Zagreb, 2018.
- [6] *Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku*, Vlada Republike Hrvatske, Zagreb, 2019.
- [7] Reiter, L. : *Earthquake Hazard Analysis – Issue and Insights*, New York, 1991.
- [8] Stilin, A. : *Menadžment u sigurnosti*, Veleučilište u Rijeci, 2017.
- [9] <https://www.asq.org/> (pristupljeno 03.10.2020.)
- [10] <https://www.dzs.hr/> (pristupljeno 10.10.2020.)
- [11] Tatalović, S. : *Koncept sigurnosti na početku 21. stoljeća*, Međunarodne studije, Br. 1, God. 6, 2006.
- [12] Kešetović, Ž., Toth, I. : *Problemi kriznog menadžmenta*, Veleučilište Velika Gorica, 2012.



## **PRILOZI**

### **Popis slika**

Slika 1. Geografski položaj Republike Hrvatske .....	18
Slika 2. Epicentri potresa na području Republike Hrvatske zabilježeni do 2020. godine .....	22
Slika 3. Gradske četvrti i mjesni odbori Grada Zagreba.....	43

### **Popis tablica**

Tablica 1. Podjela potresa prema Mecrallijevoj ljestvici .....	14
Tablica 2. Richterova ljestvica .....	16
Tablica 3. Karakteristični tipovi građevina s godinama izgradnje u Gradu Zagrebu ..	48