Tehnička dijagnoza stana zgrade pogođene potresom uz prijedlog mjera sanacije

Kožnjak, Leon

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:348540

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

SVEUČILIŠTE SJEVER

SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN



DIPLOMSKI RAD 16/GRD/2020

TEHNIČKA DIJAGNOZA STANA ZGRADE POGOĐENE POTRESOM UZ PRIJEDLOG MJERA SANACIJE

Leon Kožnjak

Varaždin, listopad 2020.

SVEUČILIŠTE SJEVER

SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN

Studij GRADITELJSTVO

DIPLOMSKI RAD 16/GRD/2020

TEHNIČKA DIJAGNOZA STANA ZGRADE POGOĐENE POTRESOM UZ PRIJEDLOG MJERA SANACIJE

Student:

Leon Kožnjak, 0964/336D

Mentor:

doc.dr.sc. Matija OREŠKOVIĆ

Varaždin, listopad 2020.

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR-42000 Varaždin

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za graditeljstvo

STUDIJ diplomski sveučilišni studij Graditeljstvo

PRISTUPNIK Leon KOŽNJAK | MATIČNI BROJ 0964/336D

DATUM 22.09.2020. | KOLEGIJ Tehnička dijagnoza

NASLOV RADA TEHNIČKA DIJAGNOZA STANA ZGRADE POGOĐENE POTRESOM UZ PRIJEDLOG MJERA SANACIJE

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU TECHNICAL DIAGNOSIS OF EARTHQUAKE AFFECTED APARTMENT WITH A REHABILITATION MEASURES

MENTOR dr.sc. Matija OREŠKOVIĆ | ZVANJE docent

ČLANOVI POVJERENSTVA
1. prof.dr.sc. Božo SOLDO
2. doc.dr.sc. Matija OREŠKOVIĆ
3. doc.dr.sc. Aleksej ANISKIN
4. doc.dr.sc. Danko MARKOVINOVIĆ
5.

Zadatak diplomskog rada

BROJ 16/GRD/2020

OPIS

U diplomskom radu je potrebno izraditi potpunu tehničku dijagnostiku stana zgrade stradale u potresu u Zagrebu u proljeće 2020. Potrebno je stan potpuno tehnički i statički pregledati, analizirati razinu oštećenja te uz prijedlog mjera sanacije dati i prijedlog radova na detaljnoj sanaciji.

UVOD
OPIS STAMBENE ZGRADE I STANA
POTRES U ZAGREBU 2020.
PROCJENA UPORABLJIVOSTI I SPECIFIKACIJA OŠTEĆENJA
REKOGNOSCIRANJE PREDMETNOG STANA
ZAJEDNIČKI DIJELOVI STAMBENO-POSLOVNE ZGRADE
PRIJEDLOZI I NAČINI SANACIJE
ZAKLJUČAK
LITERATURA

Diplomski rad mora biti rađen prema Uputama za izradu Diplomskog rada Sveučilišta Sjever.

ZADATAK URUČEN | POTPIS MENTORA

PREDGOVOR

Ovom prilikom želio bih se zahvaliti svome mentoru doc.dr.sc Matiji Oreškoviću na savjetima,strpljivosti , pomoći oko određenih zadataka te problemskih zadataka te svim profesorima i asistentima na znanju i volji koju su prenosili kroz ovih 2 godine, odnosno 5 godina.

Zahvaljujem svojoj obitelji i prijateljima koji su bili stalna podrška tijekom studiranja te koji su me pratili na ovom putu, počevši još od preddiplomskih dana.

Varaždin, listopad 2020.

SAŽETAK

Kroz ovaj rad obradili smo stanje stambene zgrade u Zagrebu koja je pogođena potresom koji se dogodio 22.ožujka 2020. Putem terenskog rada odnosno pregleda zgrade u više navrata zadatak nam je bio ustanoviti u kakvom stanju se nalazi predmetna zgrada te da li je ona upotrebljiva ili nije, te samim time koja mjera sanacije je potrebna da bi se zgrada vratila u stanje uporabljivosti te bezopasno korištenje njezinih prostorija.

Obrađeni su zasebno, posebno svaki dio stana kao što su sobe, kupaonice, hodnik,stubišta tavanski prostori krovne konstrukcije itd.

Nakon pregleda zgrade ustanovilo se da zgrada nije uporabljiva te da je potrebna hitna sanacija. Prijedlozi sanacije navedeni su u tekstu Diplomskog rada, a sama sanacija je tijekom izrade ovog rada već započela.

Ključne riječi: potres, uporabljivost, oštećenje, rekognosciranje, sanacija

ABSTRACT

Through this Final paper, we dealt with in a residential building in Zagreb that was affected and damaged by the earthquake that occurred on March 22, 2020. Through field work or several inspections of the building, our task was to determine the condition of building and whether it is usabel or not, and thus which remediation measures are needed to return the building to a condition of usability and safe use of its space.

Every roomspace is treated separately, especially each part of the apartment such as rooms, bathrooms, hallways, staircases, attics, roof structures, etc.

After building inspection, it was determined that the building was not usable and that urgent repairs were needed. Rehabilitation suggestions are listed below and remediation itself has already begun during the preparation of this paper.

Keywords: earthquake, usability, damage, reconnaissance, sanation

SADRŽAJ:

SAŽETAK ..6

ABSTRACT ..7

SADRŽAJ: ..8

1. UVOD ..9

1.1. POTRES U ZAGREBU 22.03.2020. ..11

2. TEHNIČKI OPIS PREDMETNE ZGRADE ..15

2.1. OPIS LOKACIJE ..15
2.2. OPIS STAMBENE ZGRADE ..16
2.3. PROSTORNO PLANSKA DOKUMENTACIJA ..17
2.3.1. IZVADAK IZ KATASTRA ..*18*
2.3.2. ORTO-FOTO SNIMAK ..*19*

3. PROCJENA UPORABLJIVOSTI I SPECIFIKACIJA OŠTEĆENJA ..20

3.1. KLASIFIKACIJA OŠTEĆENJA ..20

4. REKOGNOSCIRANJE ZGRADE I PREDMETNOG STANA ..23

4.1. OPIS KONSTRUKCIJE STAMBENE ZGRADE ..23
4.2. OPIS I STANJE INSTALACIJA ..24
4.3. STAN NA II. KATU , ETAŽA 2 ..25
4.4. ZAJEDNIČKI DIJELOVI STAMBENO-POSLOVNE ZGRADE ..38
4.4.1. KROVIŠTE , TAVAN ..*38*
4.4.2. STUBIŠTE ..*41*
4.4.3. PODRUMSKE PROSTORIJE ..*47*

5. PRIJEDLOZI I NAČINI SANACIJE ..48

5.1. SANACIJA NOSIVIH KONSTRUKTIVNIH DIJELOVA ZGRADE ..48
5.1.1. OJAČANJA NOSIVIH ZIDOVA ..*52*
5.1.2. DODATNI SUSTAVI OJAČANJA – KARBONSKA UŽAD ..*54*
5.1.3. POVEZIVANJE KONSTRUKCIJE SIDRIMA I ZATEGAMA ..*55*
5.2. SANACIJA NENOSIVIH DIJELOVA ZGRADE ..56
5.2.1. POPRAVAK PUKOTINA ..*57*
5.2.2. PONOVNO ZIDANJE DIJELA ZIDA ..*58*

6. ZAKLJUČAK ..59

7. LITERATURA ..63

POPIS SLIKA ..64

1. UVOD

Potres je endogeni proces (oni koji potječu od topline u Zemljinoj unutrašnjosti) do kojeg dolazi uslijed pomicanja tektonskih ploča, a za posljedicu ima podrhtavanje Zemljine kore zbog oslobađanja velike količine energije. Postoje dvije mjere koje opisuju potres: magnituda i jakost (intenzitet). Magnituda potresa predstavlja energiju oslobođenu prilikom potresa. Izražava se stupnjevima Richterove ljestvice, koja ima vrijednosti od 0 do 9. 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.

Znanost koja se bavi potresima naziva se seizmologija, no unatoč njenom napretku i novim saznanjima, teško je predvidjeti pojavu potresa i njegove posljedice. Sprava koja se koristi za mjerenje i bilježenje potresa naziva se seizmograf, a zapis koji ostaje je seizmogram. Kao vrste potresa treba navesti tektonske (90% slučajeva) – do kojih dolazi tektonskim gibanjem. Takvi su potresi najjači i zahvaćaju veća područja. Zone tektonskih potresa vezane su uz gibanja litosfernih ploča i do njih dolazi zbog subdukcije ili širenja morskog dna. Tako imamo još i vulkanske potrese (7% slučajeva) koji prate erupcije vulkana i manjeg su dometa. Najslabiji i najmanjeg su dometa urušni potresi (3% slučajeva) koji nastaju urušavanjem materijala koji nadsvođuje podzemne šupljine ili odronom kamenja i klizanjem terena. Potres nastaje u unutrašnjosti Zemlje, to mjesto nazivamo žarište ili hipocentar. Mjesto na površini Zemlje gdje se potres najjače osjetio zove se epicentar. Hipocentar može biti plitak, do dubine od 70 kilometara ispod površine Zemlje, najčešće u zonama razmicaja litosfernih ploča. Hipocentri mogu još biti i srednje dubine (od 70 do 300 kilometara ispod površine) te duboki (od 300 do 730 kilometara ispod površine Zemlje), a oni su najčešće u zonama subdukcije. Potres se širi u potresnim valovima

Prema načinu i brzini širenja, potresi mogu biti s longitudinalnim ili primarnim, te sekundarnim ili transverzalnim valovima. Longitudinalni su najbrži i titraju u smjeru širenja, dok transverzalni izazivaju okomito titranje čestica i šire se samo kroz čvrstu građu. Površinski valovi uzrokuju kružno i vodoravno titranje te mogu imati najjači učinak (ovisno o geološkoj građi terena). Potresi s epicentrom na dnu mora mogu izazvati valove kao što su cunamiji koji mogu dosegnuti visinu i do 30 metara

Najizrazitija seizmička zona je u Pacifičkom vatrenom krugu (53% svih potresa) i u mediteransko-alpsko-himalajskom području (41%). Mirna ili aseizmička područja su u zonama starih planina i masa (Kanadski štit, Ruska ploča).

Potres u Zagrebu 2020. jačine 5,5 stupnjeva po Richteru dogodio se u Zagrebu, 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.[1]

U 7:01 sati uslijedio je još jedan potres jačine 5,0 stupnjeva po Richteru. Treće jače podrhtavanje tla zabilježeno je u 7:41 sati, jačine 3,7 po Richteru. U nešto više od 24 sata nakon prvog potresa, na području grada Zagreba zabilježeno je 57 dodatnih potresa, a prema podacima Seizmološke službe i Euromediteranskog seizmološkog centra najjači je bio magnitude 5,5 stupnjeva po Richterovoj ljestvici, a najslabiji 2,0.[5] 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. Seizmografi su zabilježili još oko 850 potresa magnituda manjih od 1,3 stupnja.

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 3. najjači potres u Zagrebu nakon Velikog potresa 1880. godine

Potres u Zagrebu 1880., poznat i kao Veliki potres u Zagrebu, bio je jačine 8 stupnjeva Mercallijeve ljestvice, odnosno 6,3 stupnja po Richteru, s epicentrom na području Medvednice. Razorio je brojne zagrebačke zgrade, mnoštvo stanovništva pobjeglo je ili se iselilo u Beč, Graz, Maribor, Celje, Ljubljanu i Trst, dvoje ljudi je poginulo, a 29 ih je teško ozlijeđeno.

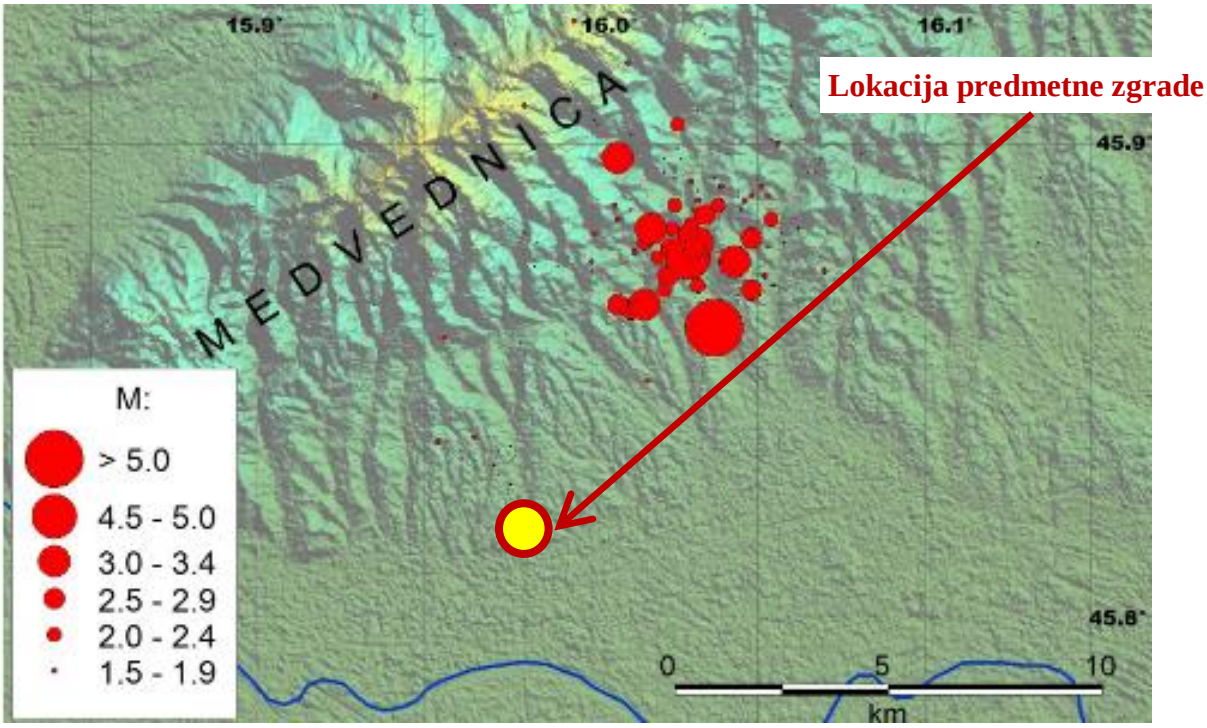
U potresu je najteže pogođeno središte grada, a već prvotne informacije ukazale su kako je šteta velika. Potresi su izazvali niz oštećenja na kulturno-povijesnoj graditeljskoj baštini grada Zagreba, a među ostalim, oštećen je južni toranj Zagrebačke katedrale. Oštećene su i brojne stambene zgrade. Građani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

1.1. POTRES U ZAGREBU 22.03.2020.

Prvi, početni i po ljestvici najjači potres u Zagrebu dogodio se 22. ožujka 2020. u 6:24 sati. Epicentar potresa nalazio se 7 kilometra sjeverno od središta Zagreba (Markuševec), na dubini 10 km. Na temelju analize smjera i amplitude prvog pomaka P-vala očitanih sa 144 seizmograma zabilježenih u Hrvatskoj i diljem Europe, izračunati je žarišni mehanizam najjačeg potresa koji se dogodio 22. ožujka 2020. u 6 sati i 24 minute. Time su određena dva rasjeda na kojima se potres mogao dogoditi, kao i način na koji su se rasjedna krila micala jedno u odnosu na drugo. Podaci ukazuju na to da se potres dogodio na reverznom rasjedu čija rasjedna ploha pada pod kutem od 45° ili prema sjeveru-sjeverozapadu ili prema jugu-jugoistoku.

U 7:01 sati uslijedio je još jedan potres jačine 5,0 stupnjeva po Richteru. Epicentar je bio 10 kilometara sjeverno od Zagreba

Treće jače podrhtavanje tla zabilježeno je u 7:41 sati, jačine 3,7 po Richteru. Epicentar je zabilježen na dubini od dva kilometara. Vrlo vjerojatno je ovaj potres prouzročio većinu nastale štete na predmetnoj zgradi. Naime, iako je ovaj treći potres bio slabije magnitude od prva dva, njegov epicentar se nalazio puno pliće od prva dva (8 km bliže, odnosno, samo na dubini od 2 km!) te je time prijenos potresne energije na površinu bio jači.



Slika 1.1. Lokacija predmetne zgrade u odnosu na epicentre potresa u razdoblju od 22.03.2020-26.03.2020.

PODACI O POTRESIMA NASTALIM 22.03.2020. (https://www.emsc-csem.org/Earthquake/europe/**):**

06:24 h

- Magnitude **Mw 5.4**
- Region **CROATIA**
- Date time **2020-03-22 05:24:02.8 UTC**
- Location **45.87 N ; 16.02 E**
- Depth **10 km**
- Distances 7 km NE of Zagreb, Croatia / pop: 699,000 / local time: 06:24:02.8 2020-03-22
  5 km S of Kašina, Croatia / pop: 1,500 / local time: 06:24:02.8 2020-03-22

07:01 h

- Magnitude **mb 5.0**
- Region **CROATIA**
- Date time **2020-03-22 06:01:20.5 UTC**
- Location **45.87 N ; 16.00 E**
- Depth **10 km**
- Distances 6 km N of Zagreb, Croatia / pop: 699,000 / local time: 07:01:20.5 2020-03-22
  5 km S of Kašina, Croatia / pop: 1,500 / local time: 07:01:20.5 2020-03-22

07:41 h

- Magnitude **ML 3.7**
- Region **CROATIA**
- Date time **2020-03-22 06:41:05.6 UTC**
- Location **45.89 N ; 16.02 E**
- Depth **2 km**
- Distances 9 km N of Zagreb, Croatia / pop: 699,000 / local time: 07:41:05.6 2020-03-22
  3 km SE of Kašina, Croatia / pop: 1,500 / local time: 07:41:05.6 2020-03-22

09:04 h

- Magnitude **ML 3.1**
- Region **CROATIA**
- Date time **2020-03-22 08:04:01.5 UTC**
- Location **45.87 N ; 15.98 E**
- Depth **7 km**
- Distances 6 km N of Zagreb, Croatia / pop: 699,000 / local time: 09:04:01.5 2020-03-22
  5 km S of Kašina, Croatia / pop: 1,500 / local time: 09:04:01.5 2020-03-22

09:10 h

- Magnitude **ML 3.0**
- Region **CROATIA**
- Date time **2020-03-22 08:10:26.9 UTC**
- Location **45.87 N ; 15.95 E**
- Depth **2 km**
- Distances 7 km N of Zagreb, Croatia / pop: 699,000 / local time: 09:10:26.9 2020-03-22
  6 km SW of Kašina, Croatia / pop: 1,500 / local time: 09:10:26.9 2020-03-22

10:11 h

- Magnitude **ML 3.3**
- Region **CROATIA**
- Date time **2020-03-22 09:11:57.0 UTC**
- Location **45.87 N ; 16.05 E**
- Depth **4 km**
- Distances 8 km NE of Zagreb, Croatia / pop: 699,000 / local time: 10:11:57.0 2020-03-22
  6 km SE of Kašina, Croatia / pop: 1,500 / local time: 10:11:57.0 2020-03-22

16:15 h

- Magnitude **ML 2.8**
- Region **CROATIA**
- Date time **2020-03-22 15:15:13.3 UTC**
- Location **45.78 N ; 15.99 E**
- Depth **2 km**
- Distances 4 km S of Zagreb, Croatia / pop: 699,000 / local time: 16:15:13.3 2020-03-22
  3 km N of Malarm, Croatia / pop: 5,000 / local time: 16:15:13.3 2020-03-22

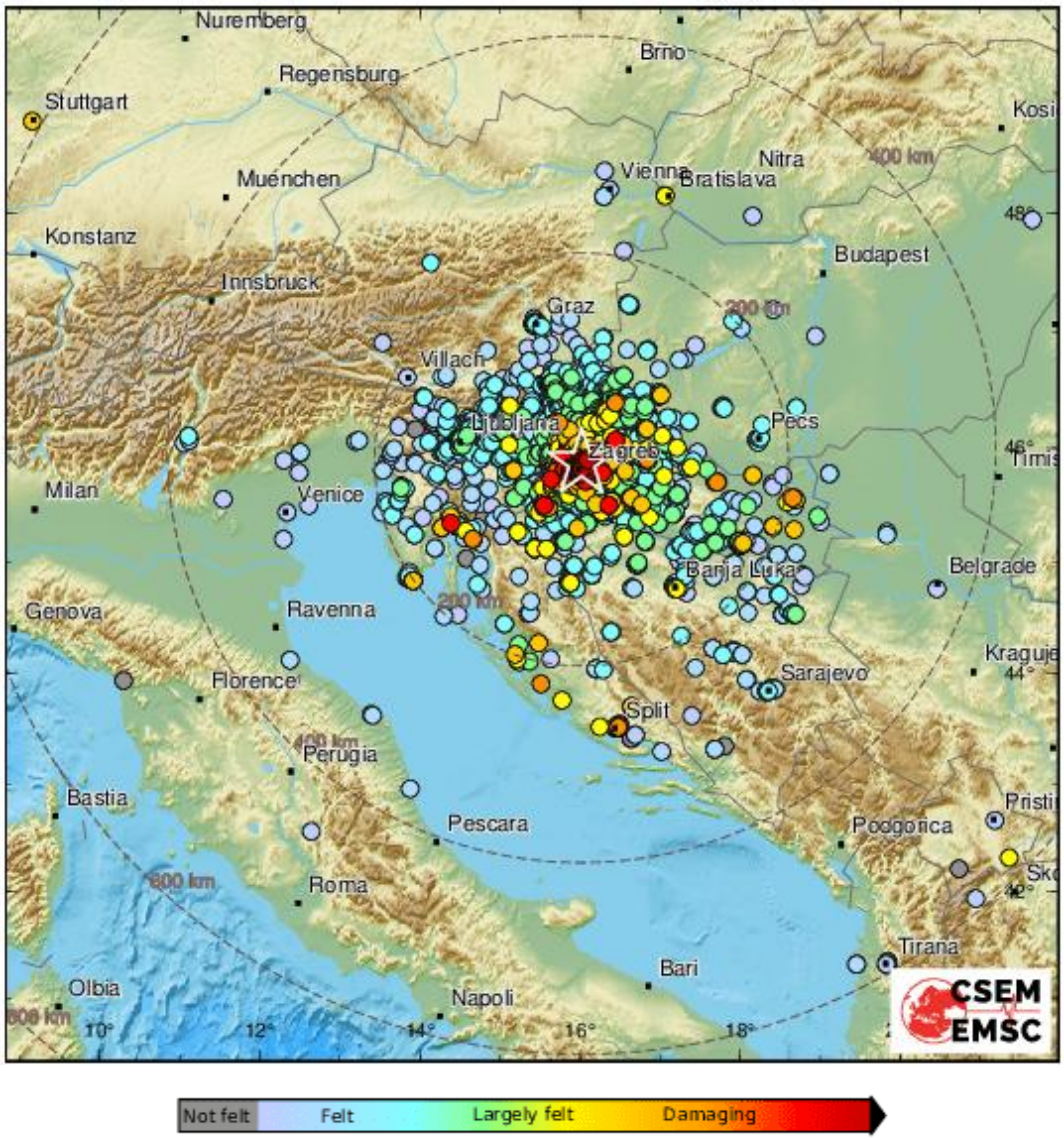
18:00 h

- Magnitude **ML 2.9**
- Region **CROATIA**
- Date time **2020-03-22 18:00:20.5 UTC**
- Location **45.83 N ; 15.98 E**
- Depth **2 km**
- Distances

Seizmološka služba pri Geofizičkom odsjeku PMF-a u prva dva tjedna nakon glavnog potresa (do 5. travnja u 6:24) locirala je 125 naknadnih potresa magnitude veće ili jednake 1.3, od kojih se najsnažniji, magnitude 5.0, dogodio isto jutro u sedam sati i jednu minutu. Sedam potresa imalo je magnitudu između 3.0 i 4.0, 31 potres bio je magnitude od 2.0 do 3.0, a najveći broj lociranih potresa (njih 86) bilo je magnitude veće od 1.3 i manje od 2.0.

Do 26. ožujka u 16 sati locirano je ukupno 107 potresa , nakon čega se njihova učestalost smanjila. Svi potresi magnituda većih od 3 dogodili su se u to vrijeme. Dva potresa magnitude 3.0 dogodila su se 22. ožujka u 6:32 i 6:35 (između dva najjača potresa), potres magnitude 3.4 dogodio se isti dan u 7:41, a taj dan dogodila su se još dva potresa magnitude 3.0, u 9:04 te 10:11. Preostali potresi magnitude veće od 3 dogodili su se 23.3. u 11:12 te 24.3. u 20:53.

Svi do sada locirani potresi magnitude veće ili jednake 1.3 prikazani su na slici 8.



Slika 1.2. Prikaz lokacije epicentra sa oštećenjem

(Izvor: https://www.emsc-csem.org/Earthquake/europe/)

2. TEHNIČKI OPIS PREDMETNE ZGRADE

2.1. OPIS LOKACIJE

Grad Zagreb je samostalna, jedinstvena teritorijalno-upravna jedinica sa statusom županije. Grad Zagreb graniči s dvije županije: Zagrebačkom i Krapinsko-zagorskom. Crta razgraničenja Krapinsko-zagorske županije i Grada Zagreba proteže se hrptom Medvednice na sjevernom rubu područja Grada, dok Zagrebačka županija okružuje Grad Zagreb s istočne, južne i zapadne strane. Grad Zagreb smješten je u kontaktnoj zoni aluvijalne nizine rijeke Save i brdskog masiva Zagrebačke gore (Medvednice).

Prostor Grada Zagreba je izuzetno raznolik, a izdvajaju se prostrane vrijedne prirodne cjeline - park prirode Medvednica, južni obronci Medvednice, savska aluvijalna ravnica, brežuljci Vukomeričkih gorica. Šumovita i brdovita Medvednica u zaleđu je osigurala prostor za oblikovanje fortifikacija, a zatim i razvoj urbanih naselja.

Područje Grada Zagreba izloženo je djelovanju potresa jer se nalazi u seizmički aktivnom području. Za povratni period od 500 godina izračunati intenziteti potresa kreću se u intervalu od 7.0 do 7.5 stupnjeva (jugozapadni dio grada), do 8.5-10 stupnjeva MCS ljestvice (sjeveroistočni dio grada). Grad Zagreb nalazi se u pojasu omeđenom s više seizmički aktivnih epicentralnih područja. Najznačajnije epicentralno područje, s obzirom na dosadašnje potrese intenziteta u epicentru 7º-10º MCS ljestvice te njihovu neposrednu blizinu Grada Zagreba je epicentralno područje Medvednice. Sjeverni a pogotovo sjeveroistočni dio Zagreba, tj. područje Markuševca, Remeta i Dubrave seizmički je jače aktivan u odnosu na zapadni i južni dio Grada.

U povijesnim vrelima su zabilježena četiri razorna potresa koji su se dogodili na području Grada Zagreba. Povijest je najraniji zabilježila 26. ožujka 1502. kada se srušio toranj Sv. Marka, zatim slijedi 15. rujna 1590. kada je uslijed potresa srušen Medvedgrad, pa 11. veljače 1699. kad su ponovno srušeni toranj Sv. Marka i Medvedgrad, grad Kalnik, pavlinski samostan u Remetama itd. i konačno posljednji veliki potres 9. studenog 1880. godine koji se dogodio u 7 sati, 3 minute i 3 sekunde, te je bio magnitude 6,3 stupnjeva po Richteru, intenziteta 9 po MCS ljestvici a kojom prilikom su dvije osobe poginule, 29 je bilo teško ozlijeđenih, dok je oštećeno 3830 stambenih i gospodarskih objekata. Epicentar potresa je bio između Kraljeva Vrha, Zeline i Kašine.

2.2. OPIS STAMBENE ZGRADE

Stambeno-poslovna zgrada nalazi se u Zagrebu, na adresi Medveščak 49, na katastarskoj čestici broj 519, ko. Centar, koja je identična zemljišnoknjižnoj čestici br. 1467/3, ko. Grad Zagreb.

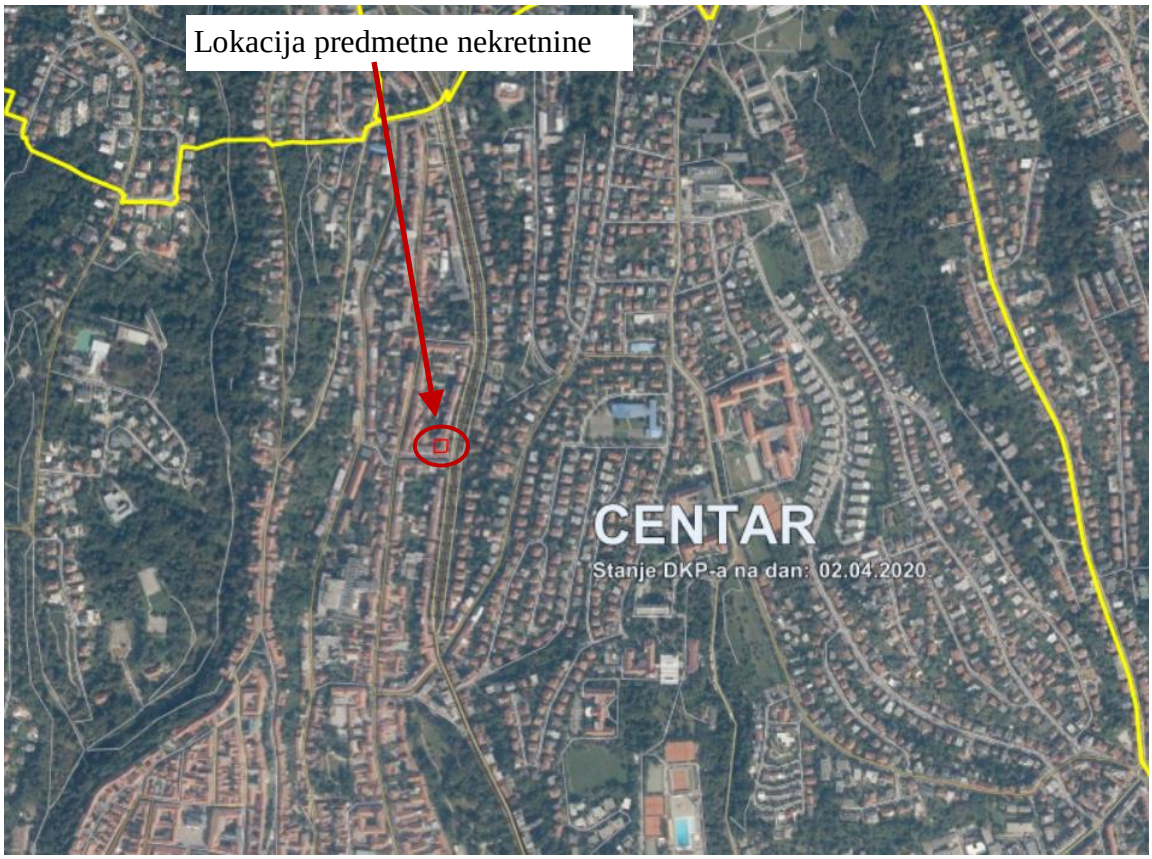
Stambeno poslovna zgrada smještena je na križanju Ulica Ivana Belostenca i Ulice Medveščak.

Ukupna površina čestice iznosi 550 m^2. Stambeno-poslovnu zgradu čine poslovni prostori (prizemlje) i stanovi. Ista je izgrađena je u razdoblju od 1924.-1926. godine.

Zgrada je slobodnostojeća, koja se sastoji od podruma, prizemlja i 3 kata. Na svakoj etaži nalaze se po dva stana.

Prema Generalnom urbanističkom planu grada Zagreba (16/07, 8/09, 7/13, 9/16, 12/16-pročišćeni tekst), stan se nalazi na predmetnoj katastarskoj čestici unutar građevinskog dijela naselja mješovite namjene - pretežito stambene.

Predmet ovog elaborata je stan - etaža 2, koji se nalazi na II. katu stambene zgrade ukupne površine od 160 m^2**.** Stan se sastoji od prostorija: hodnik 1, sp. soba 1, kupaonica, hodnik 2, dnevni boravak, sp. soba 2, sp. soba 3, kuhinja + blagovanje.



Slika 2.1. Prikaz makrolokacije predmetne katastarske čestice

2.3. PROSTORNO PLANSKA DOKUMENTACIJA

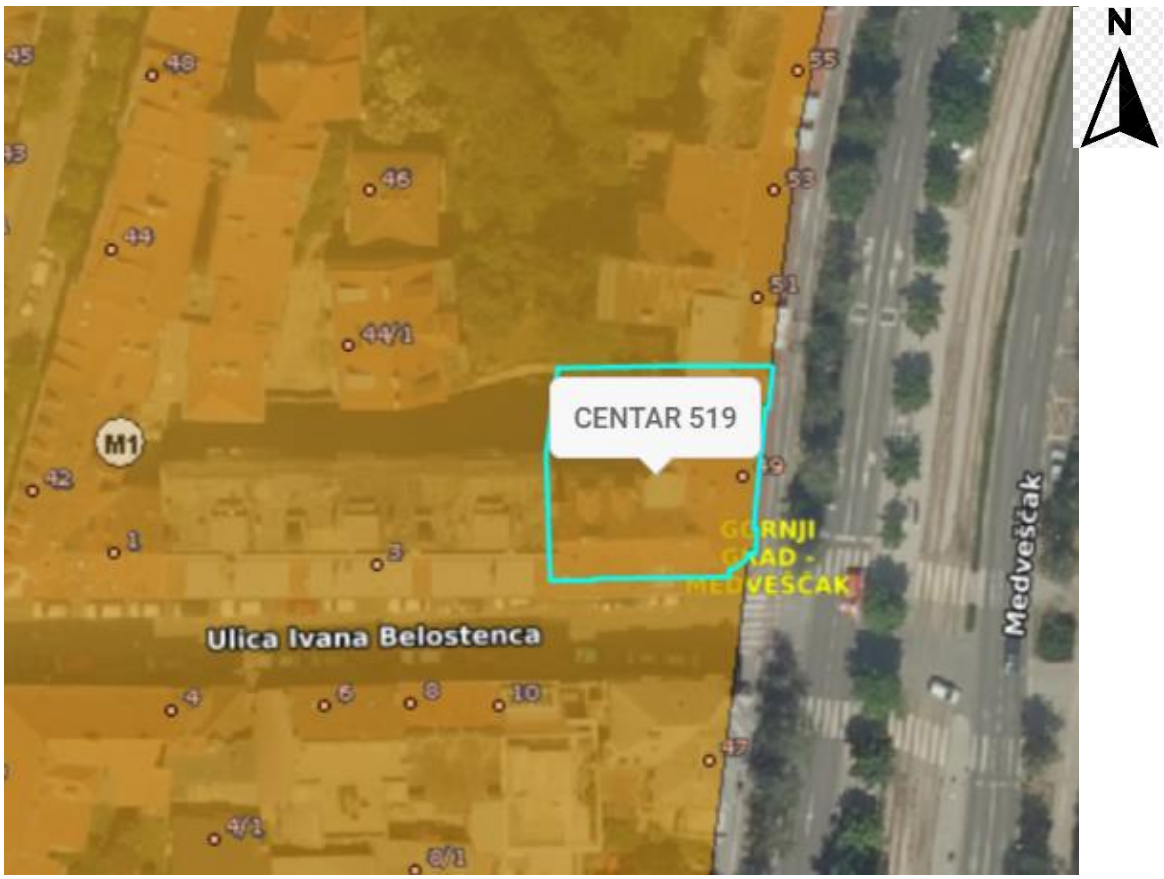
KATASTARSKA ČESTICA BR: 7416

KATASTARSKA OPĆINA: CENTAR, 335240

ZEMLJIŠNA ČESTICA BR: 2860

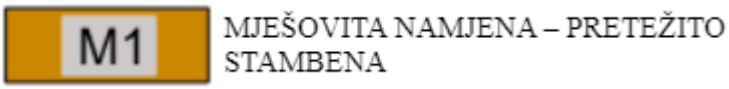
KATASTARSKA OPĆINA: GRAD ZAGREB, 999901

Prema Generalnom urbanističkom planu grada Zagreba (16/07, 8/09, 7/13, 9/16, 12/16-pročišćeni tekst), stan se nalazi na predmetnoj katastarskoj čestici unutar građevinskog dijela naselja mješovite namjene - pretežito stambene.



Slika 2.2. Prikaz mikrolokacije prema namjeni u GUP-u Grada Zagreba

(Izvor: https://geoportal.zagreb.hr/Karta?tk=2)



2.3.1. IZVADAK IZ KATASTRA

REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA
GRADSKI URED ZA KATASTAR I GEODETSKE POSLOVE

NESLUŽBENA VERZIJA

K.o. CENTAR, 335240
k.č. br.: 519

IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA

Približno mjerilo ispisa 1: 1000
Izvorno mjerilo plana 1:1000



Datum ispisa: 03.04.2020

Slika 2.3. Prikaz predmetne katastarske čestice

2.3.2. ORTO-FOTO SNIMAK

KATASTARSKA ČESTICA BR: 519

KATASTARSKA OPĆINA: CENTAR, 335240

ZEMLJIŠNA ČESTICA BR: 1467/3

KATASTARSKA OPĆINA: GRAD ZAGREB, 999901



Slika 2.4. Prikaz mikrolokacije predmetne katastarske čestice

3. PROCJENA UPORABLJIVOSTI I SPECIFIKACIJA OŠTEĆENJA

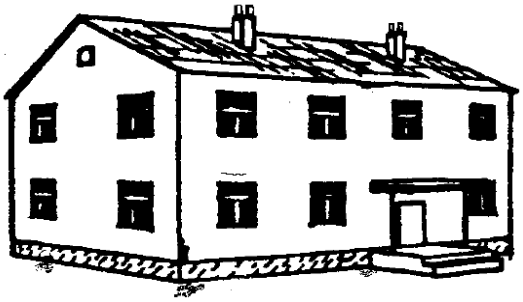
Procjena uporabljivosti stana - ETAŽE II. rađena je na temelju detalnog pregleda stana i zajedničkih dijelova zgrade,odnosno pregleda i ocjenjivanja konstruktivnih elemenata, procjene stanja nosivosti konstruktivnih elemenata, procjene i detekcije nastalih deformacija (pomaka, progiba, pukotina) te sveopće specifikacije oštećenja i zgrade prema stupnjevima oštećenja. Definicija promatrane razine štete vrlo je relevantna i temelji se na europskoj makroseizmičkoj skali EMS98 (Europska makroseizmička skala) koja je osnova za procjenu seizmičkog intenziteta u europskim zemljama, a koristi se i u velikom broju zemalja izvan Europe. EMS-98 je prva ljestvica seizmičkog intenziteta namijenjena poticanju suradnje između građevinskih inženjera i seizmologa, umjesto samo za seizmološko korištenje. Dolazi s detaljnim priručnikom koji uključuje smjernice, ilustracije te aplikativne primjere. U tom smislu, osnovnu razdiobu ljestvice potresa možemo podijeliti u 12 osnovnih razreda.

3.1. KLASIFIKACIJA OŠTEĆENJA

Način na koji se zgrada deformira pri potresnom opterećenju ovisi o vrsti zgrade. Za opću kategorizaciju možemo zgrade grupirati u osnovne dvije skupine: zidane zgrade (konstrukcije) te armirano-betonske konstrukcije (zgrade). Jasno je da je većina zgrada konstruirana kombinacijom ab konstrukcije i zidanih elemenata, ali u tom smislu pravilna ab konstrukcija (ab okvir) na sebe preuzima potresno djelovanje, odnosno potresnu otpornost (horizontalne sile).

Nastala te detektirana oštećenja formirat ćemo u 5 razreda prema tablicama u nastavku. Pri tom treba imati u vidu da je predmetna zgrada građena kombinacijom armiranobetonskih te zidanih elemenata te je u tom smislu i potrebno klasificirati strukturalna i nestrukturalna oštećenja.

KLASIFIKACIJA OŠTEĆENJA ZIDANIH ZGRADA

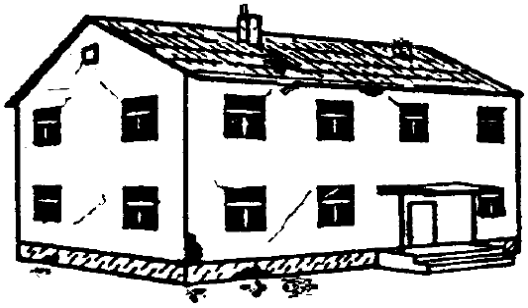


RAZRED 1.: Zanemarivo do lagano oštećenje (nema strukturnih oštećenja, lagana nestrukturna oštećenja)

Vrlo tanke pukotine u pojedinim zidovima.

Pad samo malih komada žbuke.

Pad labavog kamenja s gornjih dijelova zgrada u vrlo malo slučajeva.

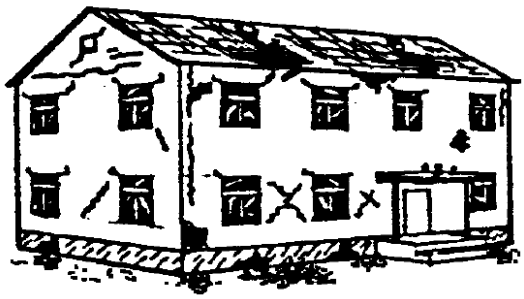


RAZRED 2.: Umjerena oštećenja (lagana strukturna oštećenja, umjerena nestrukturna oštećenja)

Pukotine u mnogim zidovima.

Pad prilično velikih komada žbuke.

Djelomično rušenje dimnjaka.



RAZRED 3.: Znatna do velika oštećenja (umjerena strukturna oštećenja, velika nestrukturna oštećenja).

Velike i ekstenzivne pukotine u većini zidova.

Odvajanje crijepova na krovu.

Pucanja dimnjaka na ravnini krova.

Lomovi pojedinih nestrukturnih elemenata (pregrade, zabatni zidovi).



RAZRED 4.: Vrlo velika oštećenja (velika strukturna oštećenja, vrlo velika nestrukturna oštećenja).

Ozbiljna oštećenja zidova.

Djelomična strukturna oštećenja krovova i podova.



RAZRED 5.: Rušenje

(vrlo velika strukturna oštećenja)

Totalno ili gotovo potpunu urušavanje.

Imajući u vidu sve gore navedeno, detektirana ćemo oštećenja svrstati u sljedeće razrede:

D1 LAGANO OŠTEĆENJE

Ovaj stupanj oštećenja ne utječe značajno na nosivost konstrukcije i ne ugrožava sigurnost stanara zbog pada nestrukturnih elemenata ili predmeta. Oštećenja se smatraju laganim čak i kada se pad predmeta može hitro izbjeći.

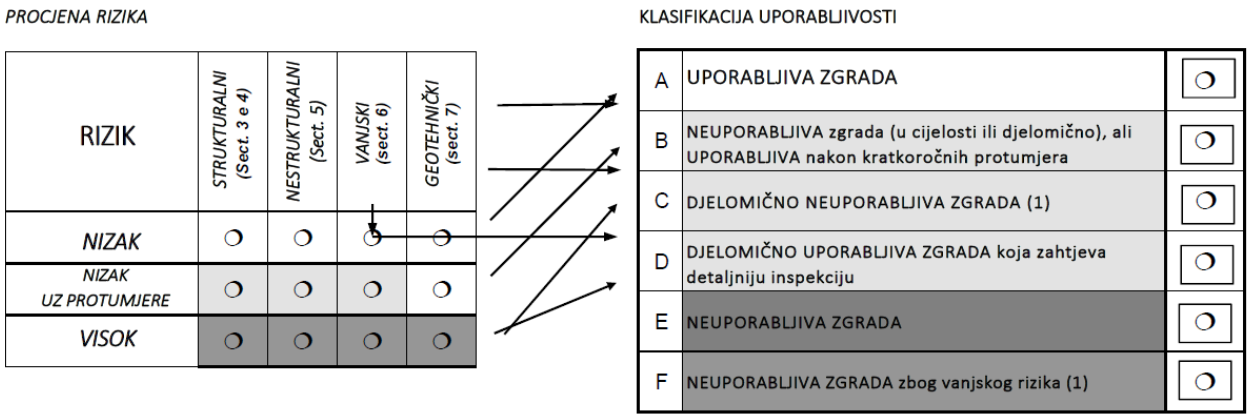
D2-D3 SREDNJE-TEŠKO OŠTEĆENJE

Ovaj stupanj oštećenja mogao bi značajno promijeniti nosivost konstrukcije bez približavanja granici djelomičnog urušavanja osnovnih strukturnih komponenti konstrukcije/zgrade.

D4-D5 VRLO VELIKA OŠTEĆENJA

Ovaj stupanj oštećenja značajno mijenja i narušava nosivu sposobnost konstrukcije dovodeći je do granice djelomičnog ili potpunog urušavanja osnovnih strukturalnih komponenti. Ovu razinu karakteriziraju oštećenja veća od prethodnih, uključujući i potpuna urušavanja/urušavanje.

Nadalje, sam rizik predmetnog stana možemo svrstati u nekoliko razreda (ovisno o stupnju i poziciji) dok samu zgradu, u našem slučaju predmetni stan, paralelno ocjenjujemo prema stupnju uporabivosti:



Slika 3.1. Opći pregled međuovisnosti rizika i uporabljivosti

4. REKOGNOSCIRANJE ZGRADE I PREDMETNOG STANA

4.1. OPIS KONSTRUKCIJE STAMBENE ZGRADE

Svi zidovi zidani u vapnenom mortu sa punom opekom. Nosivi zidovi su većih dimenzija, jer ne postoje horizontalni i vertikalni serklaži (ukrute) da povežu konstrukciju. Zidovi su ožbukani, izravnani i obojeni, djelomično obučeni u keramičke pločice (kupaonica).

Nosivi sustav u podrumu izveden je od greda i armiranobetonske ploče. Stropna međukatna konstrukcija izvedena je od drvenih greda položenih na vanjske i unutarnje nosive zidove. Preko greda postavljali su se fosni, te su tako stvorili stropnu konstrukciju. Od ispod su se na grede zabijale daske i trstika, te se je sve zajedno žbukalo sa vapnenim mortom.

Kompletna konstrukcija krovišta oslanja se samo na nosive zidove. Ista je izvedena iz četinara II klase, a za pokrov upotrijebljen je crijep.



Slika 4.1. Pozicija predmetnog stana - etaže 2 unutar stambeno-poslovne zgrade

Fasada je izvedena na način žbukanja vanjske strane zidova sa vapnenim mortom. Mort je zagla-đen i obojan sa fasadnom bojom.

4.2. OPIS I STANJE INSTALACIJA

ELEKTROINSTALACIJE

Zgrada je priključena na niskonaponsku električnu mrežu. Svaki stan ima svoje brojilo.

PLINSKA INSTALACIJA

Zgrada je priključena na gradsku plinsku mrežu.

VODOVOD I ODVODNJA

Zgrada je spojena na gradsku vodoopskrbnu mrežu, te gradsku odvodnju.

4.3. STAN NA II. KATU , ETAŽA 2

Terenski pregled predmetnog stana, koji se nalazi na II.katu, obavio se 3. travnja 2020. te u još jednom navratu, 6. travnja. Ponovnim pregledom stana izvršen je detaljan pregled zajedničkih dijelova zgrade, odnosno stubišta, krovišta, podruma i vanjske ovojnice.

Tavanski prostor dodatno je na molbu Naručitelja detaljno pregledan obzirom da je podna ploča ujedno i strop promatranog stana.

Za sam početak potrebno je naglasiti kako je kompletna vertikalna nosiva konstrukcija zgrade načinjena od zidova zidanih u vapnenom mortu sa punom opekom. Nosivi zidovi su većih dimenzija, no razlog tome nalazi se u nedostatku horizontalnih i vertikalnih serklaža (ukruta) koje bi povezivale konstrukciju.

Predmetni, promatrani stan ćemo tretirati kao konstrukciju od zidanog nosećeg sustava te ćemo ocjenu i razradu oštećenja i uporabljivosti stana i pojedinih dijelova također specificirati po tom principu.

U nastavku Diplomskog rada opisana su pojedina detaljna oštećenja, njihova razina i opasnost te svrstana prema dijelu zgrade a samim time i razini opasnosti te stupnju uporabljivosti.

Iz etaže ispod (I. kat) dobiven je tlocrt prizemne etaže na kojem se jasno može vidjeti tlocrtni raspored nosivih zidova, pregradnih zidova, te posebno drvenih nosivih stropnih grednika na jugoistočnom dijelu zgrade. To je posebno važno zbog detekcije nosivog ziđa unutar samog stana ali i tlocrtne dispozicije nosivog sustava cijele zgrade.



Slika 4.2. Tlocrtna dispozicija prizemne etaže

Opis oštećenja:

Odmah ulaskom u stan ističe se hitna mjera podupiranja grede (nadvoja) u oslabljenju zida, odnosno u konstruiranom prolazu hodnika. Konstrukcija iznad prolaza je vidno oštećena strukturalno, razvidna je poprečna pukotina poprijeko cijele konstrukcije.



Slika 4.3. Oštećenje nadvoja



Slika 4.4. Pogled hodnikom u smjeru zapada prema oštećenom nadvoju

Jasno se može vidjeti ozbiljnost strukturne pukotine, odnosno da ona nije samo površinska, već prodite u strukturu same konstrukcije. Pošto ovaj nadvoj spaja dva međusobno okomita nosiva

zida, tj. nosivi zid stubišta koji je u smjeru sjever-jug te sjeverni poprečni zid stana (smjer istok-zapad), ovo oštećenje ozbiljno narušava spoj dviju nosivih konstrukcija a samim time i uporabljivost kompletnog ziđa te predstavlja visok stupanj rizika. Potrebne su hitne i konstruktivne sanacijske mjere kako bi se ovaj spoj učinio uporabljivim.

Pukotinski sustav u nadvoju dalje se nastavlja razvijati sve do stropa i u stropu što je indikator kompletnog gubitka strukturalne homogenosti te razdvajanja unutar sustava.

Gledajući genezu i širenje ovog potresa, razvidno je kako se potresni val iz epicentra širio u smjeru sjever-jug. Na to će kasnije i ukazivati sustav pukotina na pregradnim zidovima. No, u ovom slučaju, opisani nadvoj koji povezuje dva nosiva zida orijentiran je u smjeru sjever-jug, odnosno u smjeru širenja potresnog vala, te je on u suštini i nastavak nosivog zida stubišta. Imajući to na umu, može se zaključiti kako je nadvoj (ali i sjeverni zid stubišta) za vrijeme trajanja potresa, „udarao“ u nosivi zid stana koji je na njega okomit. Isto tako, kod razmicanja nadvoja i unutarnjeg nosivog zida, došlo je do oštećenja slabijeg dijela (nadvoj) te nastanka pukotina te gubitka strukturalnog integriteta konstrukcije.



Slika 4.5. Jasno vidljiva struktura konstruktivne pukotine

Razina oštećenja ovog spoja svakako se može okarakterizirati sa D4-D5, tj. stupanj oštećenja koji značajno mijenja i narušava nosivu sposobnost konstrukcije dovodeći je do granice djelomičnog ili potpunog urušavanja osnovnih strukturalnih komponenti.



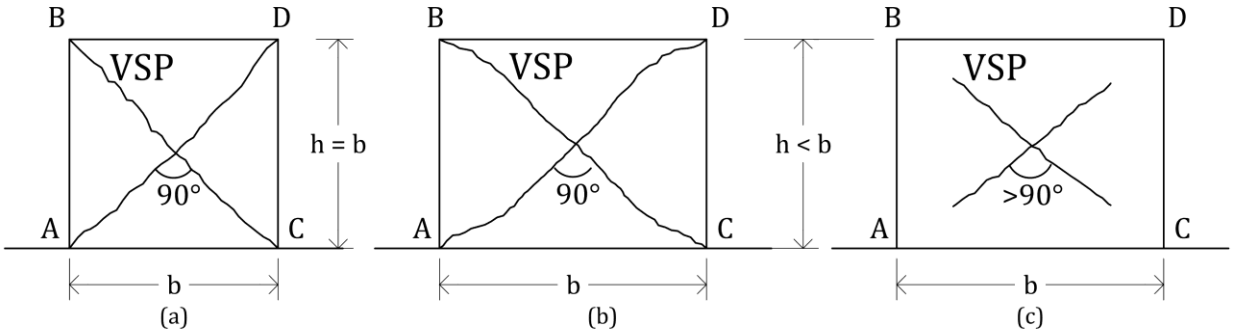
Slika 4.6. Pukotine u poprečnom nenosivom zidu

Jasno se vide dijagonalne pukotine na poprečnim pregradnim zidovima, odnosno na pregradnim zidovima građenim u smjeru sjever-jug. Pukotine ovakvog tipa karakteristične su za pregradne i nosive stijene paralelne sa širenjem potresnog vala.



Slika 4.7. Nosivi zid u JI dijelu stana

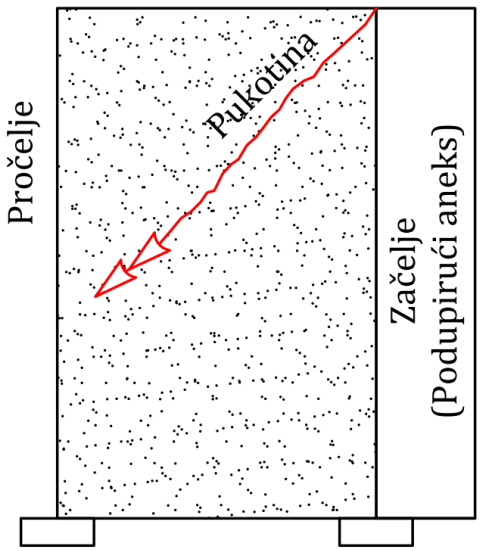
Uslijed potresnog udara na vertikalnim stijenama zgrada (zidovi, pregradni zidovi, pregradne stijene) nastaje određen tip indikativnih pukotina koje se šire u određenom smjeru te su položene na specifičan način (Muhovec I.: Studija indikativnog pružanja pukotina na vertikalnim stijenama (VSP) koje su položene paralelno pravcu potresnog udara).



Slika 4.8. Pojava ukriženih pukotina.

U slučajevima kada zid nema ujednačene pridržajne uvjete na bočnim vertikalama, kada je npr. manja otpornost na lijevoj vertikali (AB), tada će doći do tendencije većeg produljenja dijagonale na pravcu CB, a to će onda značiti da će takvo produljenje biti popraćeno jačom (ili čak jedinom!) pukotinom u smjeru AD.

Ako pak postoje samo pukotine jednoga usmjerenja (jednodijagonalne pukotine), tada će one nedvojbeno ukazati na to koja strana građevine (zgrade) ima manju, a koja veću otpornost.



Dakle, u smjeru padanja pukotine nalazi se ona strana građevine na kojoj je protupotresni otpor ***manji*** u odnosu na onu drugu, otporniju stranu građevine.

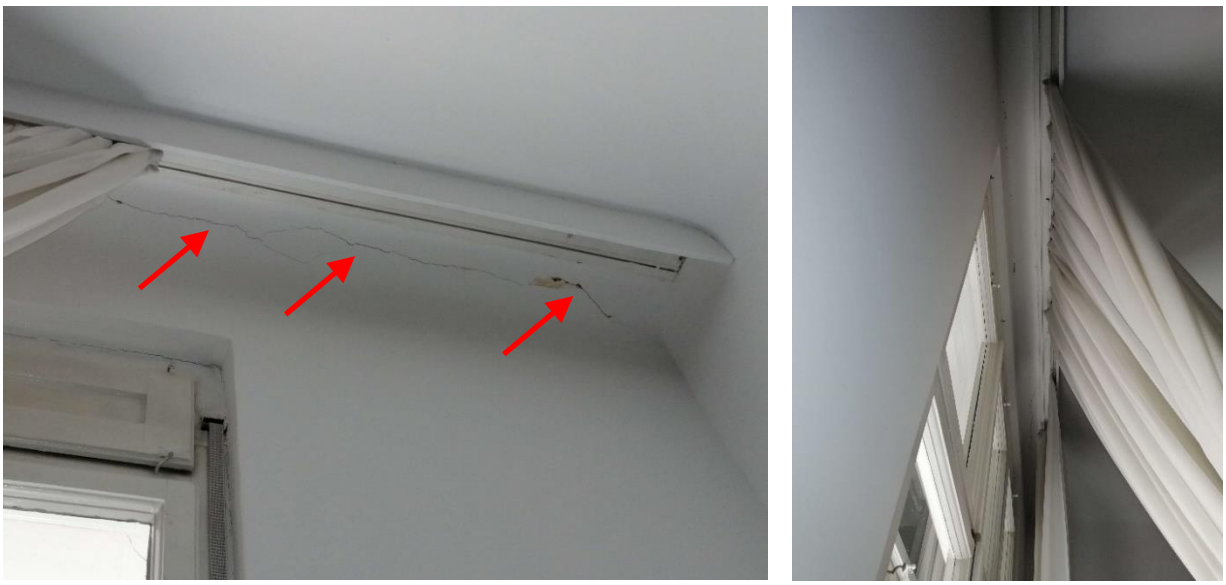
Slika 4.9. Shematski prikaz širenja jednosmjerne pukotine

Vertikalna pukotina na sljedećoj slici nalazi se na vanjskom nosivom zidu, te i time njen karakter strukturalni. U načelu, pukotina se spušta sa spoja stropa i nosivog zida te se njen uzrok može potražiti u zasebnom gibanju stropne ploče i stropnih elemenata od nosivog ziđa. Naime, stropni sustav ove zgrade je drveni, tj. drveni gredni nosači naslagani na nosive zidove. Drvo samo po

sebi je elastičnije od zidanih elemenata, dok je opeka kruća. Tijekom potresa oni poprimaju drugačije oscilacije i vibracije ali i pomake. U tom smislu, a kod ovako snažnog potresa,drveni se strop giba zasebno od nosivih zidova jer nije (kao današnje armiranobetonske konstrukcije) spregnut i ukrućen u nosivi vertikalni zid.

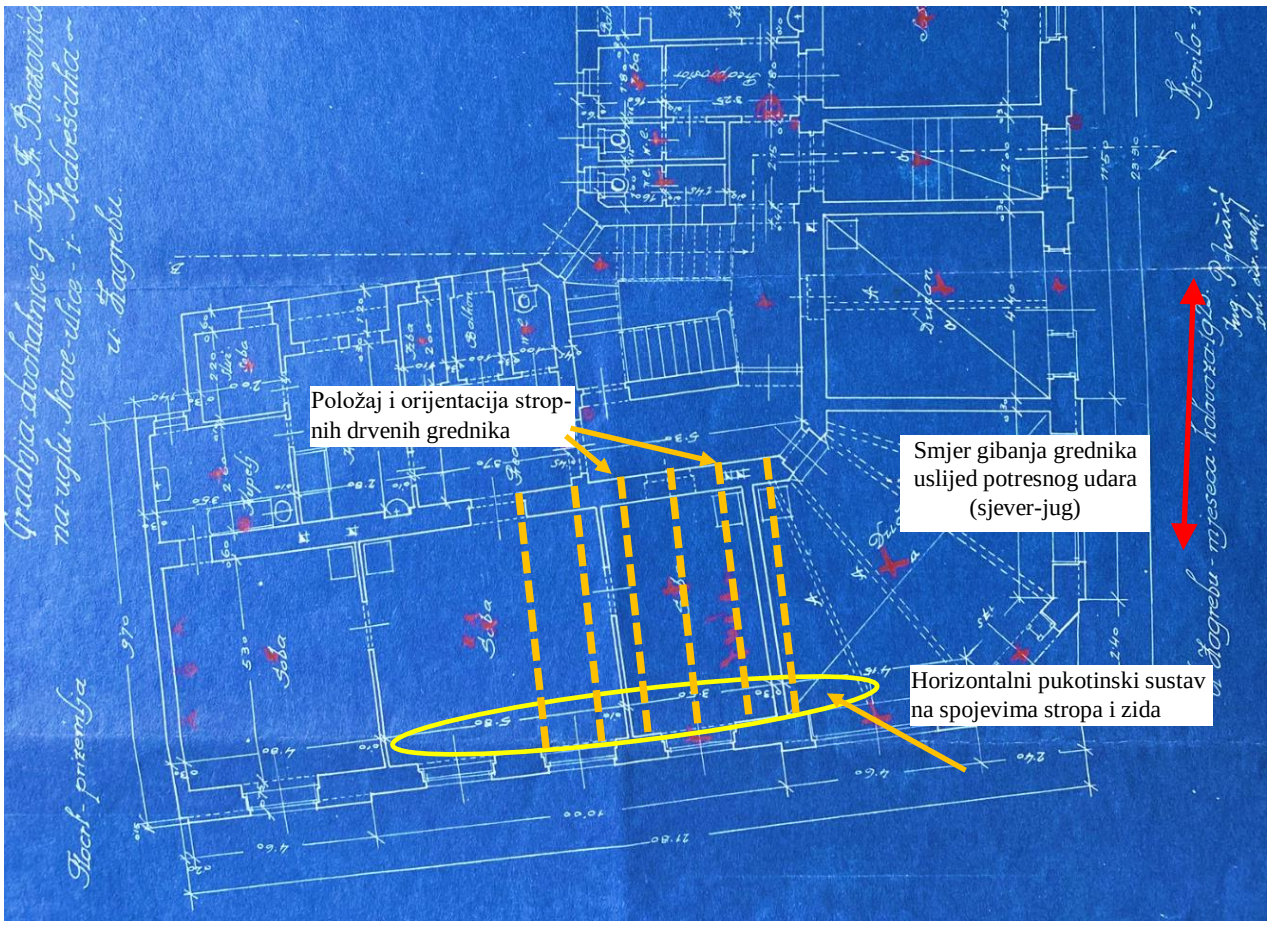


Slika 4.10. Vertikalne pukotine na vanjskim krajnjim nosivim zidovima



Slika 4.11. Spoj stropa i vanjskog nosivog zida

Horizontalne pukotine na spojevima nosivih zidova i stropova nastaju na sličan način kao i vertikalna pukotina ranije opisana. Jedina razlika je u tome što se pozicije uz južni vanjski nosivi zid (usmjeren istok-zapad) dok je zid sa vertikalnom pukotinom usmjeren u pravcu sjever-jug.



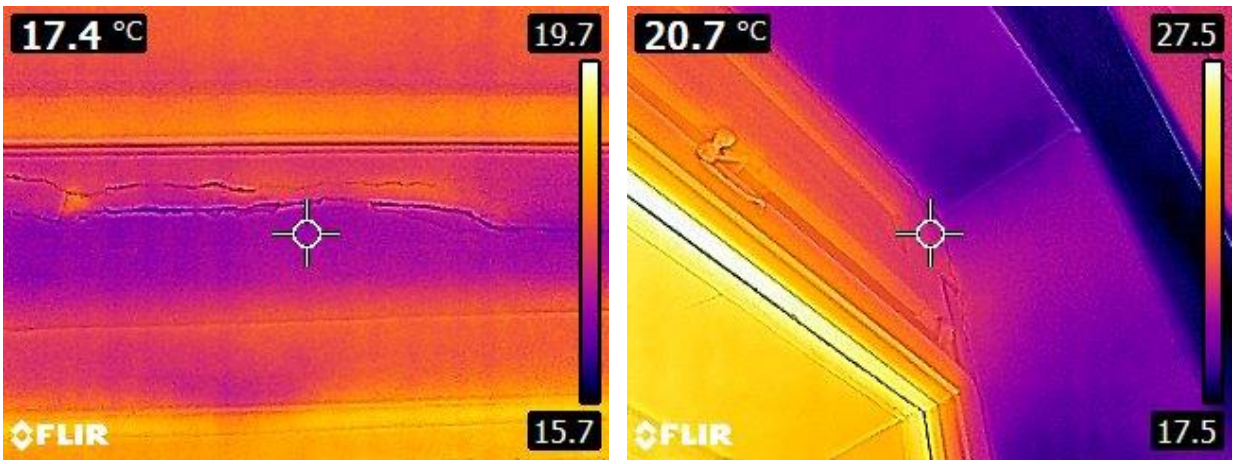
Slika 4.12. Generalni prikaz geneze nastanka horizontalnih pukotina na spojevima vanjskih zidova i stropova



Slika 4.13. Spoj stropa i vanjskog nosivog zida, horizontalne pukotine

Opis oštećenja:

Položaj i orijentacija samog nosivog zida uvjetuje i pukotinski sustav koji će se na njoj stvoriti prilikom potresnog udara. U ovom slučaju, nosiva konstrukcija stropa gibala se u smjeru potresa te je kompletni stropni sustav udarao direktno na vanjski (i unutarnji) nosivi zid. Istim gibanjem i reakcijom zida nastalo je i razdvajanje, odnosno sustav horizontalnih pukotina uzduž spojeva stropa i zida.



Slika 4.14. Pregled pukotina termovizijskom kamerom

Nadalje, pregledom pukotina na vanjskom nosivom zidu termovizijskom kamerom, primjetan je znatan pad temeperature na dijelu zida pokrivenog pukotinom (plavo-ljubičasta boja. Na temelju razlike u temperaturi u blizini i na pukotini, možemo zaključiti kako je pukotina duboka, tj nije površinska te zadire duboko u strukturu zida, a vjerojatno i na drugu (vanjsku) stranu zgrade. Time također se mogu potkrijepiti indicije o teško oštećenoj strukturi nosivog sustava stana/zgrade.



Slika 4.15. Dijagonalne pukotine po cijeloj površini stropa

Zbog svega navedenog te imajući u vidu i konstruktivno stari stropni sustav (često rješenje u vrijeme gradnje predmetne zgrade), a nastavno na genezu horizontalnih pukotina i razdvajanja stropova i nosivih zidova te uslijed jakih gibanja i pomaka stropova, stropovi su potpuno popucali dijagonalnim pukotinama.

Dijagonalne stropne pukotine ukazuju na odmak glavnih nosivih zidova od smjera dolaska potresnog vala, odnosno od postojeći odmak od paralelne osi potresnog udara. Očito je da se zgrada (a time i stan) pomicao najviše u smjeru sjever-jug, ali sa blagim oscilacijama prema istok-zapad uvjetovane prostornim položajem zgrade u odnosu na širenje potresnog vala.



Slika 4.16. Spavaća soba također ispunjena stropnim unakrsnim pukotinama



Slika 4.17. Razvoj stropnih pukotina od kutova sobe prema sredini



Slika 4.18. Teška strukturalna oštećenja te opadanja velikih količina žbuke sa stropova

Takav tip pukotinskih oštećenja vidljiv je uzduž cijelog stana. Stropna oštećenja ovakvog tipa posebno su visokog rizika jer ukazuju na potpuni gubitak integriteta konstrukcije stropa. Naime, horizontalne pukotine ukazuju na odvajanja stropova od horizontalnog i vertikalnog nosivog sustava, dok križne pukotine (stropne dijagonale) indikativno ukazuju na gubitak strukturalnog integriteta samog stropa.

Sva gore opisana stropna pukotinska oštećenja, odvajanja stropnih ploča, gubitak integriteta nosive konstrukcije (vertikalne i horizontalne) nedvosmisleno ukazuje na razinu oštećenja D4-D5, tj. stupanj oštećenja koji značajno mijenja i narušava nosivu sposobnost konstrukcije dovodeći je do granice djelomičnog ili potpunog urušavanja osnovnih strukturalnih komponenti.

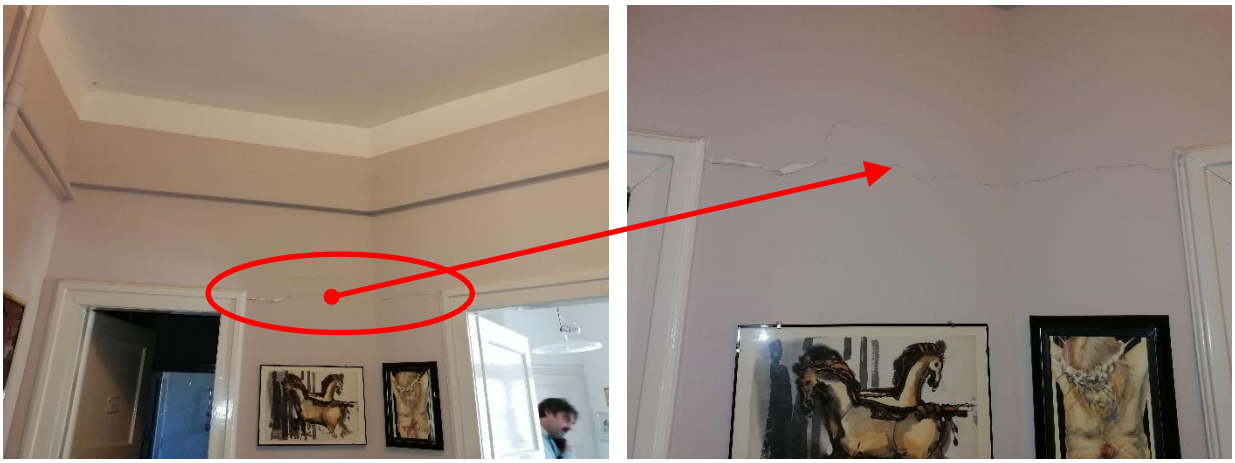


Slika 4.19. Horizontalne pukotine uzduž vanjskog nosivog zida



Slika 4.20. Spoj vertikalne i horizontalne pukotine; vanjski nosivi zid

Spoj horizontalne i vertikalne pukotine ukazuje na odvajanje poprečnog zida smjera sjever-jug od vanjskog nosivog južnog zida. Ta vrsta pukotine potvrđuje i smjer gibanja potresa kao i orijentaciju glavnog nosivog sustava zgrade koji je odmaknut za nekoliko stupnjeva od pravca udara potresnog vala. Gibanje pregradnih zidova uvjetovalo je odvajanje strukture zida od spoja sa nosivim zidom te gubitka strukturalnog integriteta tog spoja.



Slika 4.21. Horizontalna pukotina na JI spoju nosivog zida

Opis oštećenja:

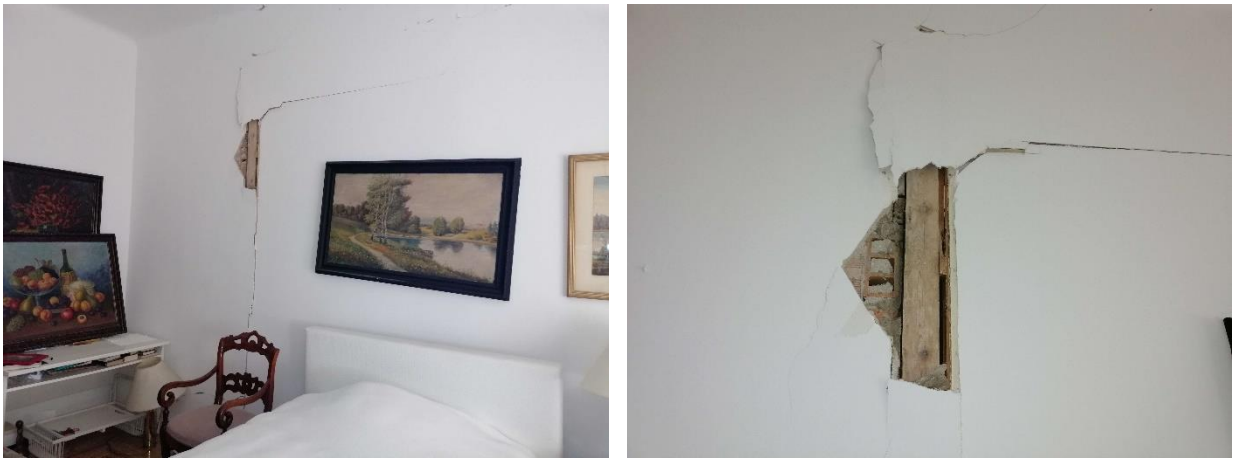
Horizontalna pukotina vidljiva na slici nalazi se na unutarnjem jugoistočnom nosivom zidu stana, odnosno sjevernom nosivom zidu stana. Ta pukotina (slično kao i pukotina poduprtog nadvoja s početka rekognosciranja) nalazi se na jugoistočnom spoju dvaju nosivih zidova: sjevernog nosivog zida stana (smjer istok-zapad) te unutarnjeg glavnog nosivog zida etaže i stubišta (smjer sjever-jug). Pukotina je očito rezultat pomaka i udara zida sjever-jug prilikom potresnog udara. Mora se zaključiti kako je ova pukotina strukturalna i duboka (nipošto površinska) te da ulazi u sami integritet nosivog sustava spoja i time ga oslabljuje.



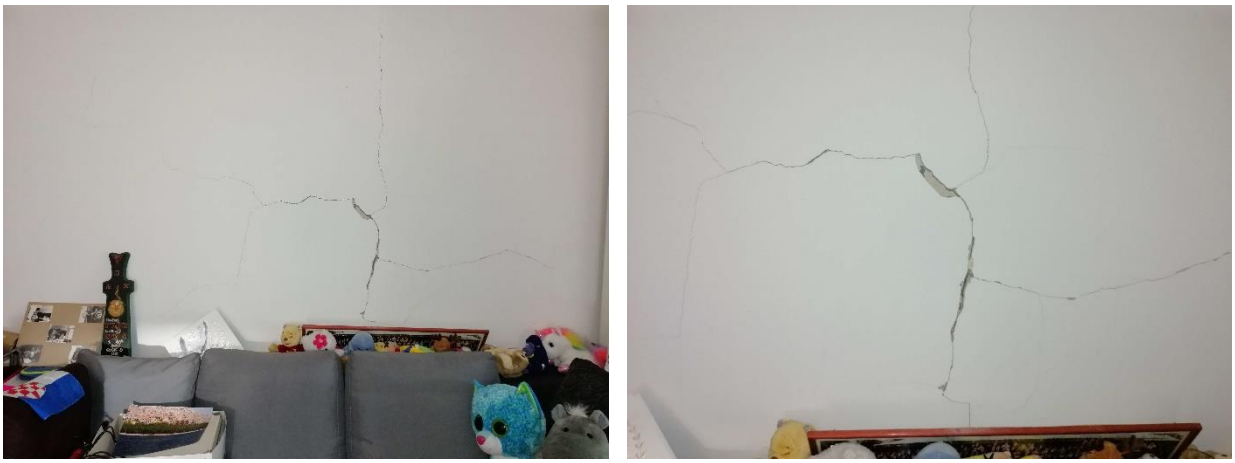
Slika 4.22. Pukotinska oštećenja u kupaonici

Opis oštećenja:

Oštećenja na zidovima kupaonice nastala su uslijed pomaka zidova u smjeru-sjever jug te su karaktera D3.



Slika 4.23. Poprijeko ispucani pregradni zid



Slika 4.24. Pukotinski sustav na pregradnim zidovima

Opis oštećenja:

Doslovno su svi pregledani pregradni zidovi strukturalno stradali u potresu. Oštećenja u pregradnim zidovima prelaze poprijeko poprečnog presjeka, duboka su i strukturalna. Oštećen je sam integritet pregradnog sustava te homogenost izgrađenog ziđa.

Karakter oštećenja pregradnih zidova ocjenjuje se razredom D4 jačine oštećenja.

4.4. ZAJEDNIČKI DIJELOVI STAMBENO-POSLOVNE ZGRADE

Kako bi se detaljnije i točnije moglo procijeniti stanje predmetnog stana, odnosno utjecaj koji stanje prvenstveno krovišta ali i ostalih zajedničkih prostorija imaju na stan, izvršen je i detaljan pregled zajedničkih dijelova zgrade, odnosno stubišta, krovišta, podruma i vanjske ovojnice.

4.4.1. KROVIŠTE , TAVAN



Slika 4.25. Pogled sa ulaza na krovište (lijevo) te pogled prema ulazu (desno)



Slika 4.26. Oštećeni i odlomljeni dimnjak te nosiva konstrukcija krovišta

Opis oštećenja:

Pregledom tavanskog prostora uočena su znatna oštećenja na svakom pojedinom dimnjaku. Iako su dimnjaci srušeni na razini krovnih ploha, oni i dalje predstavljaju neposrednu opasnost za zgradu i stanare. Naime, detaljnim pregledom uočile se mnoštvo strukturalnih horizontalnih pukotina duž svi stranica dimnjaka i to na svakom pojedinom pregledanom dimnjaku.



Slika 4.27. Pregradni zid sa tavanskim stanom sa druge strane zida



Slika 4.28.. Pukotinska oštećenja dimnjaka ispod krovne površine



Slika 4.29. Horizontalna puknuća po visini dimnjaka



Slika 4.30. Dijagonalne i horizontalne pukotine na dimnjaku

Nadalje, dijagonalne pukotine uočene na sjevernom dimnjaku upućuju na oštećenja u samoj strukturi dimnjaka te na odvajanje vezivnog materijala te gubitak spoja opeke od koje je građen dimnjak. Također se duboka horizontalna oštećenja mogu vidjeti na dimnjaku na slici lijevo. Evidentno je da je dimnjak na tom mjestu pretrpio znatna strukturalna oštećenja koja prodiru u sami integritet njegovog nosivog sustava. Takvi dimnjaci, jednako kao i oni ranije prikazani, predstavlja neposrednu i trenutnu opasnost, nije stabilan ni siguran te bi ga u najkraćem vremenskom razdoblju trebalo ukloniti i zamjeniti novim, modernim sustavom dimnjaka, a sve prema trenutnim i važećim standardima i normama.



Slika 4.31. Oštećeno krovište i odlomljeni dijelovi i oštećenja nastalom u trenutku potresa

Zaključno, i pokrovni sustav je pretrpio znatna oštećenja te ga je potrebno u što kraćem roku sanirati te zamjeniti novim pokrovom. Osim toga, tu priliku je potrebno iskoristiti za pravilno pokrivanje cijele krovne konstrukcije, sa novim letvama i kontraletvama te sanirati dijelove tavana koji su vidno oštećeni (pregradni zidovi, podovi-izolacija, nova podna obloga itd.).



Slika 4.32. Oštećene krovne plohe, potrebna zamjena krovnog pokrova te adekvatna i stručna sanacija

4.4.2. STUBIŠTE



Slika 4.33. Pukotine po nosivim zidovima stubišta

Pregledom zajedničkog prostora stubišta, detektirane su pukotine koje imaju jednak i slični karakter onima u predmetnom stanu. Jasno su u najvišim etažama detektirana odvajanja stropnih ploča

od vertikalnog nosivog sustava kao i križni i dijagonalni pukotinski sustav na nosivim zidovima. Evidentno je, da je prostor stubišta pretrpio također znatna oštećenja te će ga biti potrebno sanirati sustavno, kao dio jedne cjeline (zgrade).

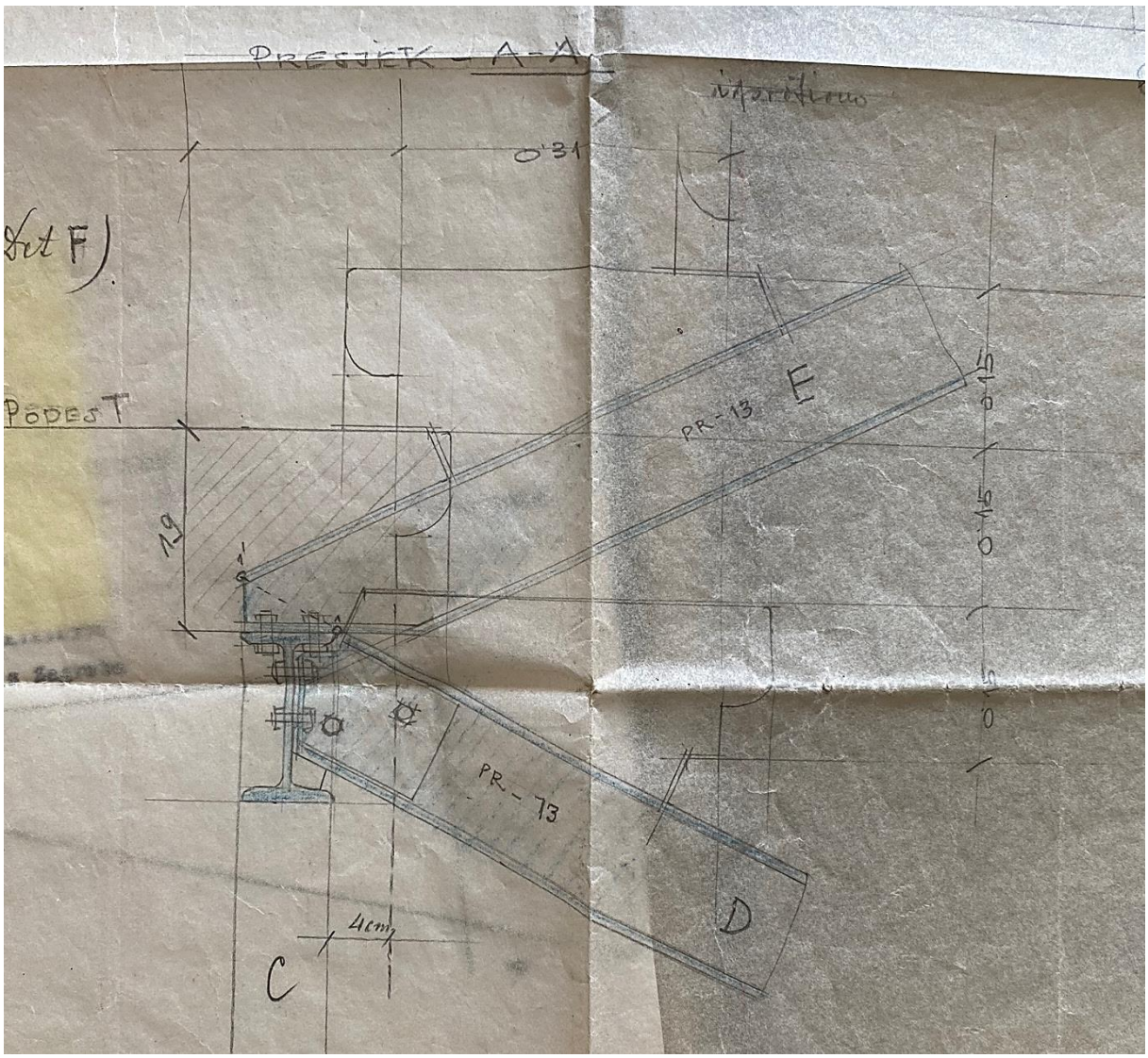


Slika 4.34. Podupiranja na ulazu u potkrovlje; horizontalne pukotine



Slika 4.35. Vertikalne pukotine na spojevima stubišnog kraka

Nosivi sustav stubišnog kraka su čelični nosači (I-profili) koji su međusobno spojeni vijcima te upušteni u nosive zidove zgrade. Na orginalnim nacrtima jasno se vide spojevi i načini izvedbe stubišnog kraka i podesta. U tom smislu, pukotinska oštećenja stubišnog kraka nisu kritične naravi ali svakako se predlaže ojačati stubišni krak sa dodatnim čeličnim profilima, poglavito u sredini raspona stubišnog kraka.



Slika 4.36. Detalj spoja stubišnog kraka i podesta (orginalni projektni nacrti zgrade)



Slika 4.37. Površinska oštećenja na nosivim zidovima stubišnog prostora



Slika 4.38. Duboke zidne pukotine na mjestima nekadašnjih otvora (lučni otvori se iscrtavaju pukotinskim oštećenjem)



Slika 4.39. Već karakteristične horizontalne pukotine na spojevima zidova i stropova

Uzduž cijelog stubišta mogu se vidjeti karakteristične horizontalne pukotine koje opet upućuju na odvajanja sustava strop-zid te duboka strukturalna oštećenja na predmetnim zidovima.



Slika 4.40. Horizontalne pukotina na mjestima spoja čeličnih nosača stubiš-nog podesta



Slika 4.41. Pukotine u nadvoju, identične pukotinama u predmetnom stanu



Slika 4.42. Oštećenja na nosivom dijelu nadoja u nosivom zidu prizemlja

Također, na pozicijama nadvoja u prizemlju javlja se horizontalni pukotinski sustav jednak pukotinama nadvoja u predmetnom stanu. Pozicija tih horizontalnih pukotina je u nosivom zidu te one također ukazuju na gubitak strukturalne homogenosti nosivog zidnog sustava te kao takve predstavljaju znatan rizik daljnjoj uporabljivosti zgrade.

Zaključno, oštećenja detektirana u zajedničkom sustavu stubišta mogu se okarakterizirati kao oštećenja razreda D3-D4, odnosno stupanj oštećenja koji može značajno promijeniti nosivost konstrukcije približavajući je graničnoj.

4.4.3. PODRUMSKE PROSTORIJE



Slika 4.43. Nosivi sustav ploče prizemlja

Pregledom podrumskih prostorija nisu detektirana znatna oštećenja na nosivom sustavu. Treba napomenuti da Izvršitelj nije imao pristup svim podrumskim prostorijama te da je pregled nije uzeo u obzir sve dijelove podruma i temelja.

Stropna ploča je u ovom slučaju vrlo vjerojatno kompozitna lučna ploča (kombinacija čeličnih nosača i betona), tj. vrsta konstrukcije kakvima se pretežito gradilo u Europi početkom XX. stoljeća.

5. PRIJEDLOZI I NAČINI SANACIJE

Opisana oštećenja u ovom Diplomskom radu svakojake su naravi i na raznim mjestima. U suštini, ona se konstruktivnim protežu cijelim sustavom promatranog predmetnog stana.

Konstruktivni sustav predmetnog stana pretrpio je znatna oštećenja (najčešće razred D4) te kao takav nije siguran za uporabu.

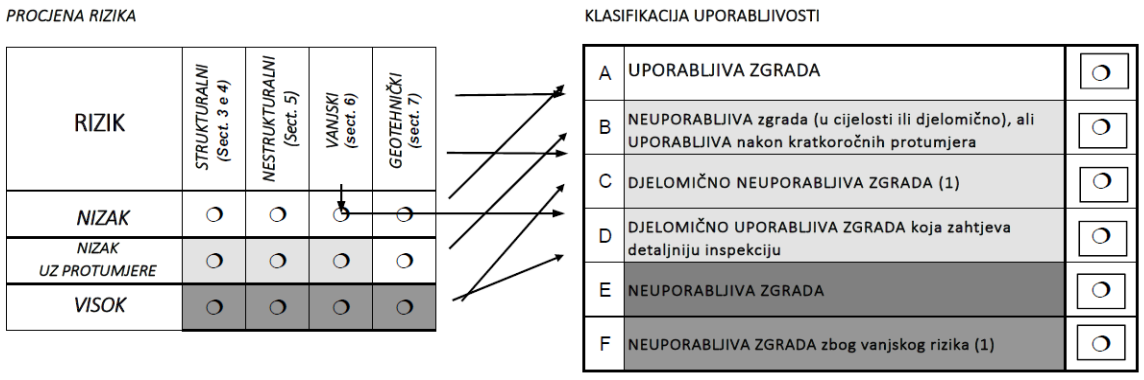
Prilikom pristupa sanaciji konstruktivnog sustava potrebno je imati u vidu da se konstrukcija jednog stana ne može (i ne smije) odvojiti od konstruktivnog sustava cjelokupne zgrade. Imajući to na pameti, najbolje bi bilo kada bi se sanaciji konstrukcije pristupilo cijelovito, odnosno kao jednoj nerazdvojnoj cjelini. Pri tome se misli na sanaciju cijelog nosivog sustava zgrade.

U tom smislu i nastavno na sve navedeno, sanacije koje će se izvesti moraju pokriti različite tipove oštećenja i različite tipove konstrukcija. Ni jedan od navedenih dijelova zgrade ne bi se pri tom smio zanemariti.

5.1. SANACIJA NOSIVIH KONSTRUKTIVNIH DIJELOVA ZGRADE

Kao što je detaljno opisano u svim poglavljima rekognosciranja stana, oštećenja na nosivom sustavu konstrukcije stana su znatna i ozbiljnog karaktera. Većina oštećenja okarakterizirana su kao oštećenja stupnja D4 i D5 što ulazi u stupanj oštećenja koji značajno mijenja i narušava nosivu sposobnost konstrukcije dovodeći je do granice djelomičnog ili potpunog urušavanja osnovnih strukturalnih komponenti.

Gledajući tablicu povezanosti rizika i uporabljivosti konstrukcije (oštećenih dijelova), možemo zaključiti da je u tom smislu stupanj rizika *visok*, a navedeni konstruktivni dijelovi zgrade *ne zadovoljavaju svoj stupanj uporabljivosti*, odnosno nisu sigurni i uporabljivi.



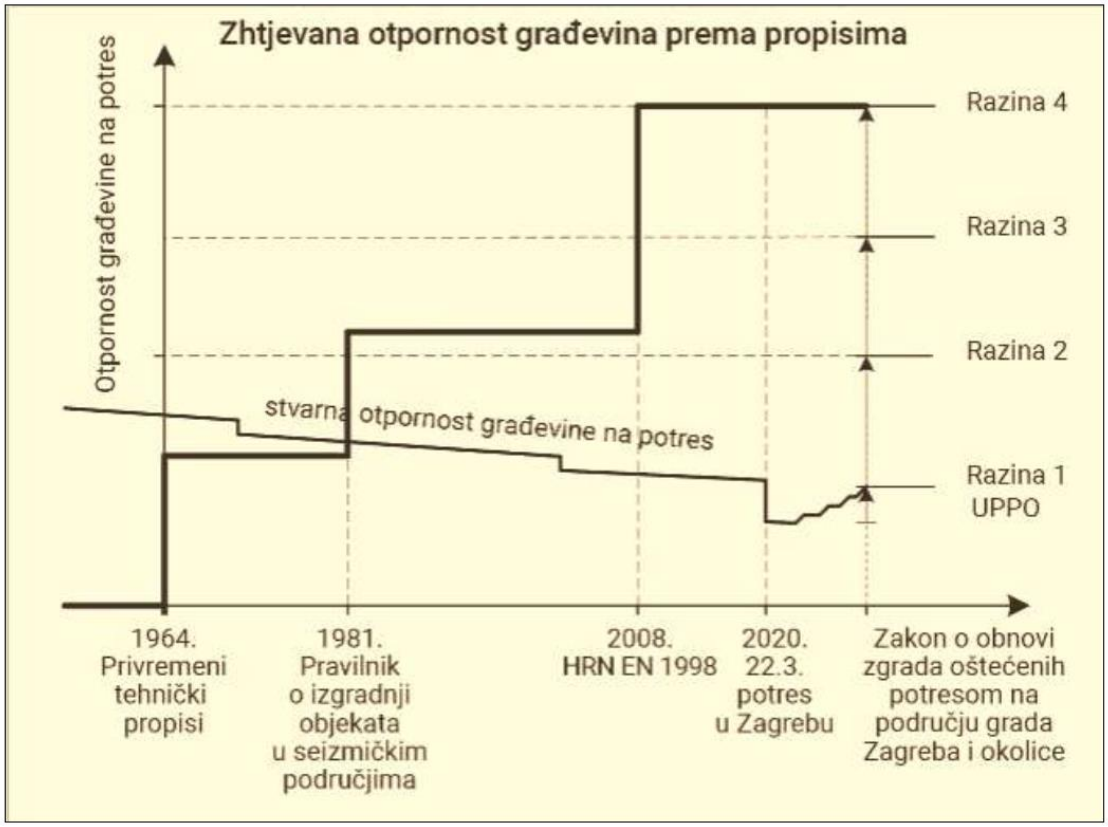
Slika 5.1. Tablica povezanosti stupnja rizika i uporabljivosti elemenata zgrade i cijele zgrade

Svrha sanacije jest u tome da sve konstruktivne komponente zgrade (temelji, stupovi, grede, zidovi, stropovi, krovne grede i rogovi) povežu jedna s drugom u jednu integralnu cjelinu kako bi se u slučaju novog potresa zgrada ponašala kao jedna integralna cjelina. Osim toga, sama statička stabilnost zgrade se znatno povećava.

Važno je za napomenuti kako sanacija korištenjem spomenutih suvremenih metoda predstavlja lakše i brže izvedivu sanaciju ali uz podizanje mehaničke otpornosti i stabilnosti zgrade na viši stupanj. Istovremeno nije potrebno dodatno duboko zadiranje u postojeću konstrukciju, duboka štemanja i sl. radovi koji dodatno oštećuju konstrukciju.

Predlaže se predmetnu građevinu sanirati, odnosno pojačanjem građevine. Osim svih mjera navedenih kod Razine 1, treba izvesti pojačanje kritičnih mjesta u objektu i elemenata koji su oštećeni u potresu. Zahvatima se ne mijenja bitno krutost i masa objekta, te se očekuje razina otpornosti objekta 50% razine koju traži EC, odnosno u skladu s Pravilnikom iz 1981 i 1987. (karta za 95-godišnji povratni period).

- Popravak većih pukotina u nosivim zidovima
- Značajniji popravci krovne konstrukcije
- Popravak stubišta
- Povezivanje i/ili stabilizacija zidova i međukatnih konstrukcija
- Izmjene dimnjaka vezano uz izvedbu kondenzacijskih uređaja
- Sva lokalna ojačavanja AB elementima, FRP-om ili sl.



Slika 5.2. Otpornost građevine na potres nakon provedene sanacije prema razinama 1-4

Objekt se koristi za stanovanje, te je neophodno odabrati vrstu radova i dinamiku njihove realizacije kojima će se vlasnici moći prilagoditi. Cijena - konačnu cijenu formiraju cijene radova konstruktivne, ali i cijena restauratorskih radova na obnovi zapadne i južne fasade, te svi unutrašnji zanatski radovi u stanovima koji će proizaći nakon konstruktivne sanacije. Stoga treba naglasiti da odabir skuplje radnje ne znači i veću konačnu cijenu.

Potrebna je sanacija svih nadvoja na unutrašnjim nosivim zidovima, te sjevernoj i južnoj fasadi (bez obzira na oštećenja od potresa) ugradnjom karbonskih mrežica i užadi.

Sanacijske metode i pojačanje konstrukcije zgrade u sebi moraju sadržavati:

- **Čvrstoću**

  Čvrstoćom nosivih elemenata se konstrukcija odupire dinamičkoj sili uzrokovanoj potresnim udarom te zgrada djeluje kao jedna integralna jedinica.
- **Krutost**

  Krutost predstavlja otpor konstrukcije deformaciji te se može primijeniti samo na strukturne jedinice konstrukcije.

- **Duktilnost**

  Duktilnost je svojstvo materijala da podnese plastičnu deformaciju bez loma, a mjera duktilnosti izražava se omjerom između deformacija kod sloma i deformacija pri popuštanju.
- **Otpornost na požar**

  Sanirani i nosivi elementi moraju imati traženu vatrootpornost po današnjim standardima i pravilnicima. Požarna opasnost često prati potrese zbog velikih pomaka u instalacijama, mogućnosti pojave kratkih spojeva, prevrtanja zapaljivih kućanskih elemenata itd.

U tom smislu, mjere sanacije možemo podijeliti na kratkoročne mjere i dugoročne, odnosno one trajne, tj. kompletnu sanaciju.

Kratkoročne mjere sanacije:

- Zatezanje ili nanošenje zatega/kabli
- Pregrade i zaštita prolaza
- Podupiranje oštećenog nosivog sustava (grede, serklaži, stropovi)

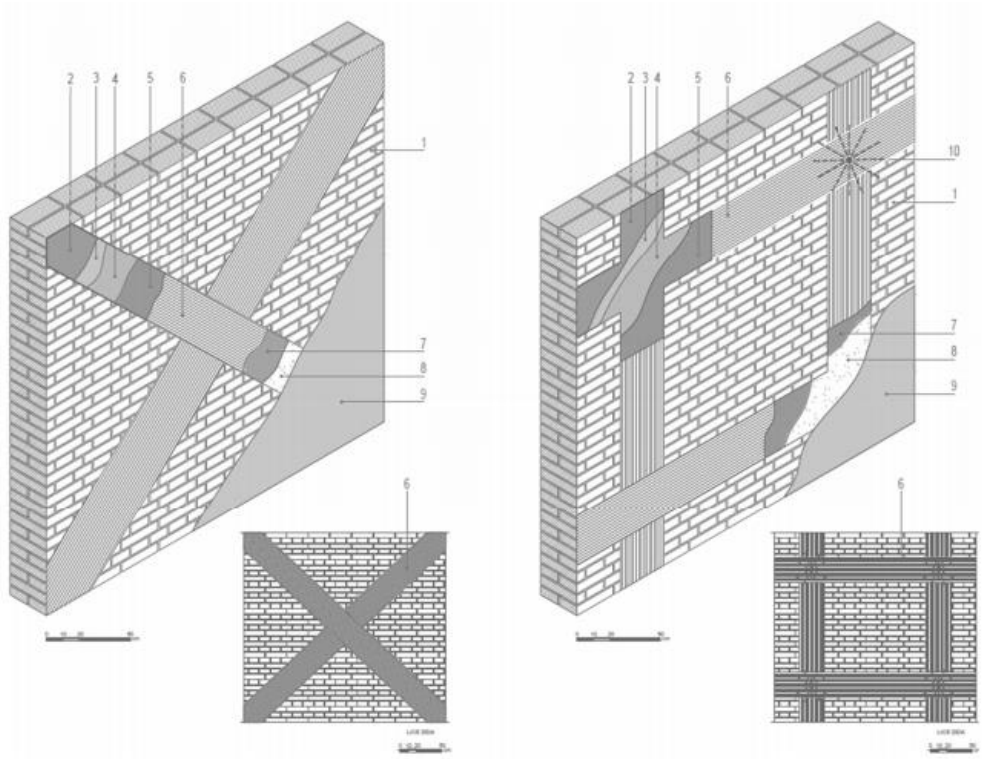
Dugoročne mjere sanacije:

- Rušenje oštećenih zidova veličine D4 i D5 te zamjena i gradnja novih
- Uklanjanje oštećenih dijelova zidova, jače povezivanje s temeljima, ugradnja nove armature i kompletna obnova
- Uklanjanje oštećenih dimnjaka te zamjena novim
- Izgradnja i ugradnja novog nosivog sustava zgrade
- Izrada novih vertikalnih serklaža u kutovima objekta
- Povezivanje i uklapanje novoizgrađenog vertikalnog nosivog sustava u horizontalni sustav zgrade (ab vijenci, ab nadvoji, ab hor. serklaži)
- Dubinsko injektiranje nosivog zidnog sustava
- Izrada novih nadvoja i horizontalnih serklaža
- Postavljanje čeličnih kabli za prednaprezanje nosivih elemenata zgrade
- Povezivanje i zatezanje etaža preko vanjskih i unutarnjih nosivih zidova
- Ankeriranje zidova za vertikalne nosive strukture
- Ankeriranje i povezivanje drvenog krovišta (rogovi i grede te nazidnice)
- Krpanje pukotina i mjesta opadanja žbuke
- Ugradnja armaturnih mrežica u zidove (na obje strane zida), njihovo međusobno povezivanje te prekrivanje završnim slojevima

- Obnavljanje oštećenih zidova pojačanim armaturnim mrežicama te ugradnja kvalitetnog vežećeg sredstva koje ima smanjenu razinu stezanja
- Specijalni radovi: kabelska ili zatezna prednaprezanja unutar (ili izvan) nosivog vertikalnog i horizontalnog sustava zgrade.

5.1.1. OJAČANJA NOSIVIH ZIDOVA

Postupak ojačanja zidova od opeke karbonskim vlaknima

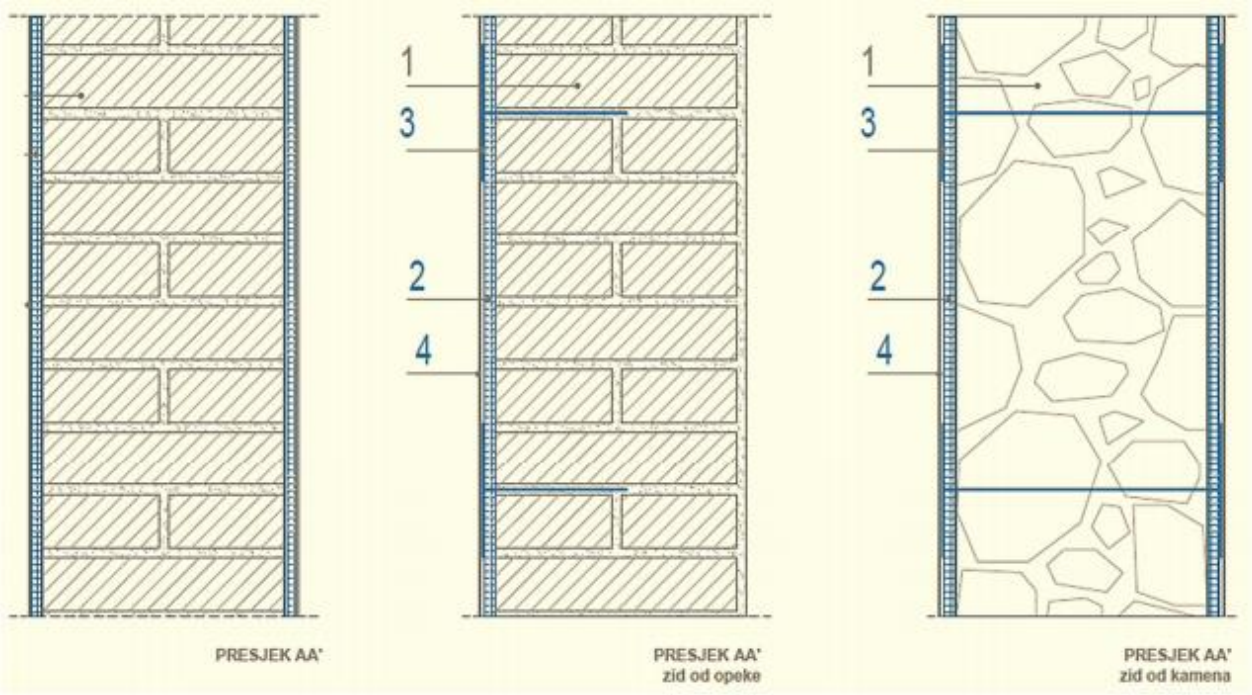


Slika 5.3. Posmično/vlačno i kombinirano tlačno/savojno ojačanje za nosive zidove (kamen, cigla i tuf) može se izvesti primjenom tkanina iz linije FRP SUSTAVA.

Postupak ojačanja zidova od opeke armiranjem i sidrenjem

Posmično/vlačno ojačanje za nosive zidove (kamen, opeka i tuf) može se izvesti primjenom „kompaktne armirajuće žbuke“ koja se sastoji od armaturne mrežice (FRCM sustav ili obični rebrasti čelik) u kombinaciji s dvokomponentnim mortom visoke duktilnosti ojačanim vlaknima (slika 192). Ovakav tip sanacije posebno se preporučuje za vanjske i unutarnje nosive zidove jer se znatno dobiva na posmičnoj i vlačnoj čvrstoći zidova (koja dotad nije postojala) te se zidovi homoge-

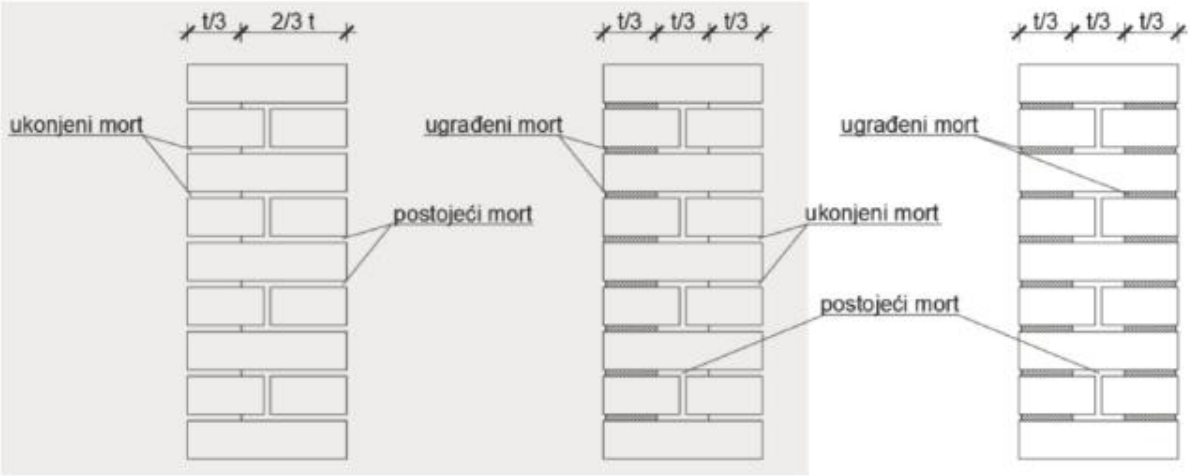
niziraju po cijeloj svojoj dužini. Osim toga, u ovom slučaju se izbjegavaju razna injektiranja zidova, a koja se niti ne preporučaju na zidovima tanjim od 50 (60) cm. Povezivanje i sidrenje se svakako preporuča izvesti s obje strane zida.



Slika 5.4. Ojačanje nosivog i/ili pregradnog zida od opeke, kamena ili tufa. Način ojačanja: 1. Postojeći zid od opeke; 2. Mrežica FRCM sustava ili obična ČBR mreža; 3. Sidrenje od posebnog užeta ili obična čelična šipka φ6 ili 8; 4. Posebne ili obične vrste cementne žbuke.

Djelomična zamjena morta u sljubnicama

Djelomična zamjena morta u sljubnicama sastoji se od djelomičnoga, ali dubokog uklanjanja oštećenoga morta u sljubnicama i zamjene novim mortom boljih mehaničkih svojstava i trajnosti. Tom je metodom moguće povećati otpornost zidanih konstrukcija na djelovanje vertikalnih i horizontalnih opterećenja (slika 55).

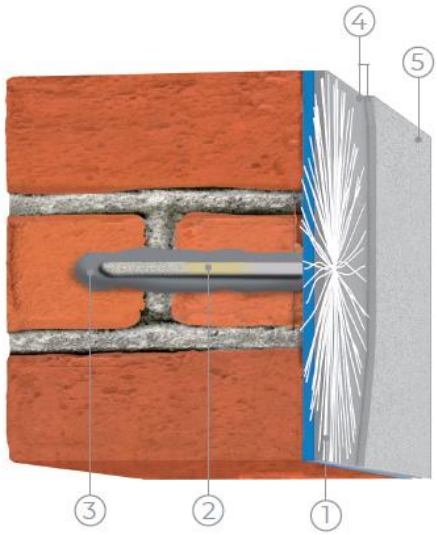


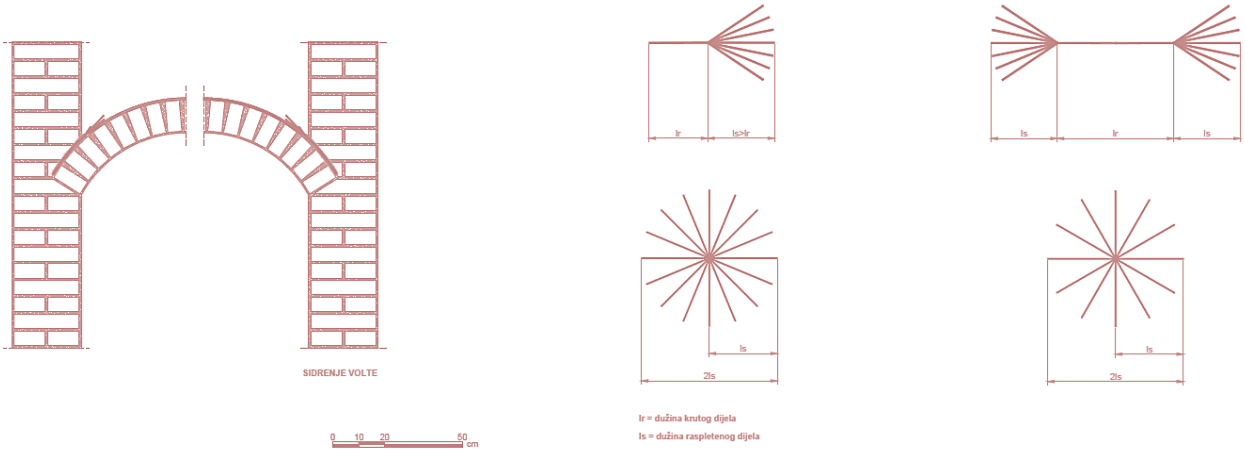
Slika 5.5. Djelomična zamjena morta u sljubnicama zidova

5.1.2. DODATNI SUSTAVI OJAČANJA - KARBONSKA UŽAD

Nadvoje i lučne grede potrebno je sanirati sidrenjem karbonskom užadi ili ojačanjem čeličnim profilima.

Da bi se osigurala veća učinkovitost sustava ojačanja na nosivim zidovima, moguće je izvesti dodano sidrenje posebnom užadi od karbonskih vlakana u kombinaciji s karbonskim mrežicama. Ovu užad moguće je i preporuča se primijeniti na lučnim nadvojima i svodovima (slika 196). Sidrenje od posebnog užeta može se izvesti kroz element i tako osigurati dvostruko sidrenje ili samo s jedne strane zida, ovisno o potrebama projekta i vrsti zida.

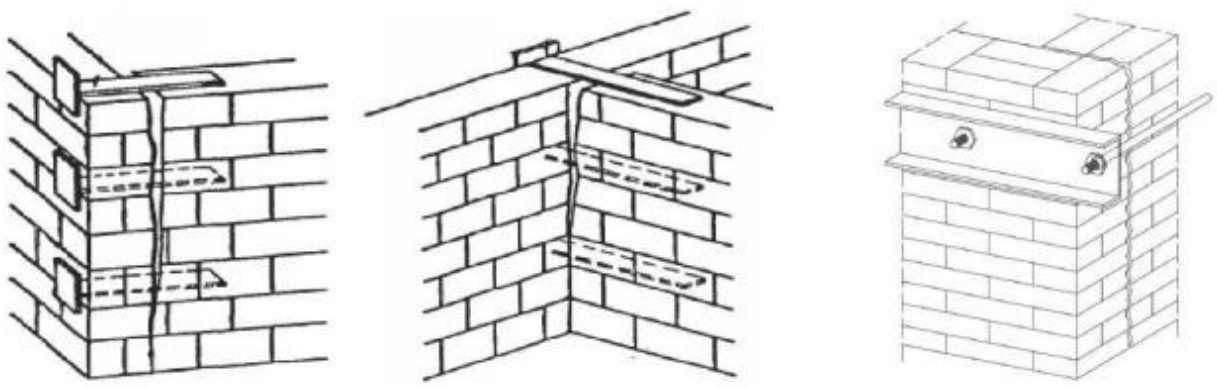




Slika 5.6. Načini postavljanja i ojačanja karbonskom užadi

5.1.3. POVEZIVANJE KONSTRUKCIJE SIDRIMA I ZATEGAMA

Prije izvedbe zatega treba razmotriti kvalitetu ziđa (starost materijala, nehomogenost, nedostatak veziva, rasprostranjenost pukotina) koja znatno utječe na primjenjivost ovakvih rješenja. Kako bi povezali zidovi koji su se odvojili zbog potresa mogu se upotrijebiti skobe poput lastina repa, metalne ploče ili polimerne mreže. Kako bi se povezali zidovi koji su se odvojili potresom, mogu se upotrijebiti zatege koje završavaju na lastin rep, metalnim pločama ili polimernim mrežama. Takve ploče mogu biti jako učinkovite u ojačanju ugla, no ne mogu povratiti zidove u vertikalan položaj. Rascjep se zatim zapunjuje, a površine pokrivaju mrežicom i žbukom ili slično.



Slika 5.7. Mogući načini povezivanja nosivih zidova
(a) Povezivanje međusobno okomitih zidova metalnim pločama (skobe)
(b) Povezivanje međusobno okomitih zidova čeličnim sidrima ili zategama

Druga mogućnost je bušenje horizontalnih rupa u zidovima kroz vertikalnu pukotinu i injektiranje epoksidnom smolom ili drugim materijalom uz umetanje čeličnih šipki.

Daljnje detaljne prijedloge sanacijskih mjera i vrsta sanacije potrebno je razraditi u suradnji i savjet Projektanta te se tijekom projektiranja sanacije odlučiti za neke od njih. Napominjemo da je za određenu vrstu oštećenja dato više mogućih rješenja. Izabrano rješenje na kraju treba konstruktivno povezati nosive dijelove zgrade u jednu cijelinu, povećati im nosivost, krutost i otpornost povećanjem mehaničke otpornosti i stabilnosti te time zgradu funkcionalno podići na razini uporabljivosti i time je pripremiti za buduću eksploataciju ali i mogući novi potresni udar.

Predloženim metodama i rješenjima to je svakako moguće postići.

5.2. SANACIJA NENOSIVIH DIJELOVA ZGRADE

Iako nisu nosivi dijelovi strukture zgrade, pregradni zidovi, zidne obloge,prozori, vrata i sl. uvelike pridonose homogenosti i cjelokupnosti cijelog konstruktivnog sustava. Oni su, kao što je prikazano kroz poglavlja rekognosciranja uvelike oštećeni te možemo reći da nema ni jednog nenosivog elementa koji nije pretrpio određeni tip oštećenja, prvenstveno na istočnom krilu zgrade.

Dugoročne mjere sanacije:

- Rušenje oštećenih zidova veličine D4 i D5 te zamjena i gradnja novih
- Rušenje odvojenih pregradnih zidova te obnova sa pojačanjima u strukturi te povezivanja s nosivim sustavom (nosivim zidovima, serklažima itd.)
- Zamjena svih zidnih gipskartonskih obloga novima pojačanima (duple ploče)
- Zamjena keramičkih pločica na ulazima, kupaonicama i kuhinjama,
- Zamjena oštećenih prozora i vratiju novima,
- Gletanje i prikrivanje površinskih pukotina slabijeg i neopasnog intenziteta
- Pregled i kontrola cjelokupnih instalacija od strane strojarskih i elektroinženjera te popravak i zamjena potrebnih
- Kompletan popravak i navlačenje novog fasadnog sustava na dijelove koje dozvole konzervatori i u dogovoru s njima
- Zamjena pokrova na oštećenim dijelovima krovišta
- Uređenje okoliša dvorišta

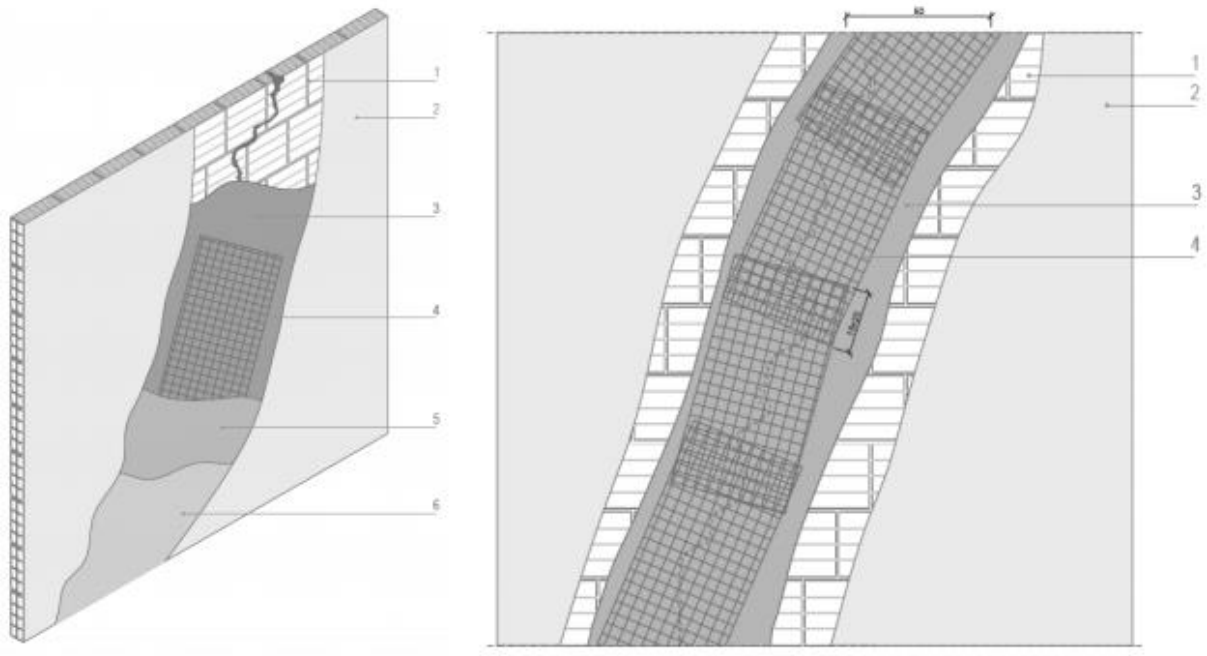
Potrebno je imati na umu da radove sanacije treba izvoditi određenim redom i po redoslijedu prioriteta s time da je neophodno primarno sanirati noseći sustav cijele zgrade, posebno uključujući temeljni sustav i temeljno tlo. Pri tome je jasno da će radovi na nosivoj strukturi zgrade preuzeti prioritet, s time da se moraju izvesti stručno, temeljito, pažljivo te potpuno, a njihov rezultat mora biti podizanje zgrade na viši standard i nivo, a sve sukladno današnjim propisima i pravilima građevinske struke.

Da bi sanacijski radovi na nosivom sklopu zgrade imali smisla, oni se trebaju izvesti u cjelini, tj. cijela zgrada i njezini dijelovi morali bi u tome sudjelovati. Postavljanje novog vertikalnog nosivog sustava (armiranobetonski vertikalni serklaži, čelični profili, čelični kabeli i sl). moraju se povezati sa horizontalnim serklažima koji će prolaziti kroz vijenac svake etaže te na taj način tvoriti homogenu nosivu okvirnu strukturu.

Radovi na nenosivom i pregradnom sustavu odrađuju se nakon primarnih radova te ne bi trebali predstavljati složene radove. No, u svakom će slučaju i oni biti opsežni, detaljni i temeljiti te će ih svaki stan trebati odraditi prikladno svojem tipu i razredu oštećenja.

5.2.1. POPRAVAK PUKOTINA

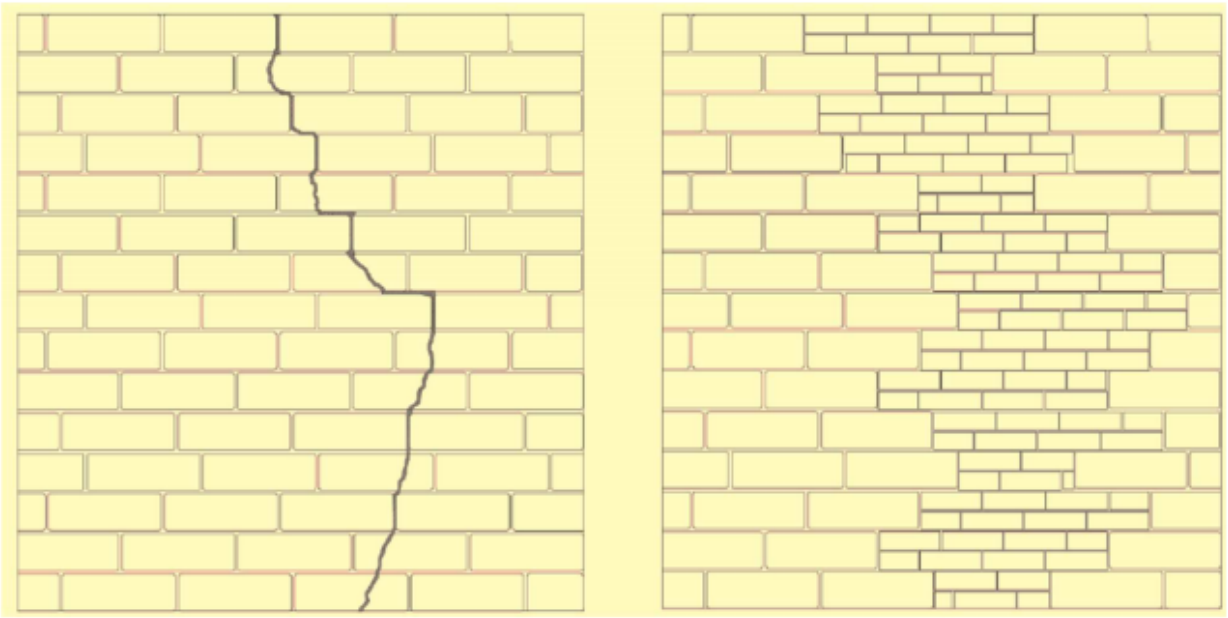
Metode popravka pukotina ovise o vrsti i širini pukotina [4]. Ako je širina pukotina razmjerno mala, manja od 10 mm, i ako je debljina zida razmjerno mala, pukotine se smiju zatvoriti mortom. Iste se pukotine kod debljih zidova zatvaraju injektiranjem. Popravak pukotina širine veće od 10 mm najčešće obuhvaća rekonstrukciju, odnosno djelomično preslagivanje dijela zida. Otpornost zidova na vertikalno raspucavanje može se značajno poboljšati ugradnjom čeličnih spirala ili polimerne armature maloga promjera u horizontalne sljubnice. Za popravak dijagonalnih pukotina može se uz prije navedene tehnike primijeniti ovijanje jednoga ili oba lica ziđa u kombinaciji s odgovarajućim mortom ili žbukom.



Slika 5.8. Sanacija pukotina i ojačanje pregradnih zidova može se izvesti primjenom sustava tankoslojne armirane žbuke koji se sastoji od mrežice iz FRCM SUSTAVA ili čelične rabitz mrežice (moguće i ČBR tanke mreže) u kombinaciji s dvokomponentnim mortom ojačanim vlaknima i visoke duktilnosti: 1. Postojeći pregradni zid; 2. Postojeća žbuka; 3. Dvokomponentni mort visoke duktilnosti; 4. Mrežica (alkalnootporna od staklenih vlakna ili čelična rabitz mrežica ili ČBR tankoprofilna mrežica); 5. Drugi sloj dvokomponentnog morta kao i pod 3); 6. Završni sloj

5.2.2. PONOVNO ZIDANJE DIJELA ZIDA

Lokalna metodologija uklanjanja i ponovne izgradnje (“scuci-cuci”) ima za cilj obnavljanje kontinuiteta zida uzduž linijskih pukotina (zamjena oštećenih elemenata novima, ponovno uspostavljanje konstrukcijskoga kontinuiteta) i obnavljanje teško oštećenih dijelova zidova. Poželjna je uporaba materijala koji su oblikom, dimenzijama, krutošću i čvrstoćom slični onima u izvornom zidu.



Slika 5.9. Ponovno zidanje dijela zida

Načini izvođenja razlikuju se ovisno o stupnju oštećenja i tipologiji zida. Ako je oštećenje razmjerno malo i zahvaća samo jedan sloj zida, intervencija se može izvesti samo na zahvaćenoj strani. Ako oštećenje prolazi kroz veći dio zida, intervenciju treba izvesti postupnom zamjenom zidnih elemenata samo s jedne strane ili djelovanjem na obje strane koordinirano, u slučaju veće debljine zida. Općenito, u zahvatima “scuci-cuci” posebna se pozornost posvećuje kompatibilnosti novoga dijela s ostatkom zidane konstrukcije.

6. ZAKLJUČAK

Tijekom izrade ovog Diplomskog rada, detaljno se pregledao stan oštećen snažnim potresom u Zagrebu u ožujku 2020. Tim potresom stradalo je većina zgrada Donjeg grada kao i Gornjeg. Zgrade oštećene potresom starosti su sto i više godina. Materijal njihove izgradnje je najčešće opeka normalnog formata (jedinka) a zgrade nemaju betonski, armirano-betonski skeletni sustav.

Definicija promatrane razine štete vrlo je relevantna i temelji se na europskoj makroseizmičkoj skali EMS98 (Europska makroseizmička skala) koja je osnova za procjenu seizmičkog intenziteta u europskim zemljama, a koristi se i u velikom broju zemalja izvan Europe.

Nadalje, sam rizik zgrade možemo svrstati u nekoliko razreda (ovisno o stupnju i poziciji) dok samu zgradu paralelno ocjenjujemo prema stupnju uporabivosti.

Nakon detaljnog rekognisciranja stana te pregleda kompletnih oštećenja detektiranih u stanu, možemo izvesti nekoliko zaključaka (vezano za jačinu i karakter oštećenja):

- Odmah ulaskom u stan ističe se hitna mjera podupiranja grede (nadvoja) u oslabljenju zida, odnosno u konstruiranom prolazu hodnika. Razina oštećenja ovog spoja svakako se može okarakterizirati sa D4-D5, tj. stupanj oštećenja koji značajno mijenja i narušava nosivu sposobnost konstrukcije dovodeći je do granice djelomičnog ili potpunog urušavanja osnovnih strukturalnih komponenti.
- Stropovi svih prostorija predmetnog stana su strukturalno oštećeni prilikom potresa.
- Dijagonalne stropne pukotine ukazuju na odmak glavnih nosivih zidova od smjera dolaska potresnog vala, odnosno od postojeći odmak od paralelne osi potresnog udara.
- Sva gore opisana stropna pukotinska oštećenja, odvajanja stropnih ploča, gubitak integriteta nosive konstrukcije (vertikalne i horizontalne) nedvosmisleno ukazuje na razinu oštećenja D4-D5, tj. stupanj oštećenja koji značajno mijenja i narušava nosivu sposobnost konstrukcije dovodeći je do granice djelomičnog ili potpunog urušavanja osnovnih strukturalnih komponenti.
- Doslovno svi pregledani pregradni zidovi strukturalno su stradali u potresu. Oštećenja u pregradnim zidovima prelaze poprijeko poprečnog presjeka, duboka su i strukturalna. Oštećen je sam integritet pregradnog sustava te homogenost izgrađenog ziđa. Karakter oštećenja pregradnih zidova ocjenjuje se razredom D4 jačine oštećenja.
- Pregledom tavanskog prostora uočena su znatna oštećenja na svakom pojedinom dimnjaku. Iako su dimnjaci srušeni na razini krovnih ploha, oni i dalje predstavljaju neposrednu opasnost za zgradu i stanare.

- U najvišim etažama stubišnog prostora detektirana su odvajanja stropnih ploča od vertikalnog nosivog sustava kao i križni i dijagonalni pukotinski sustav na nosivim zidovima. Evidentno je, da je prostor stubišta pretrpio također znatna oštećenja te će ga biti potrebno sanirati sustavno, kao dio jedne cjeline (zgrade).
- Oštećenja detektirana u zajedničkom sustavu stubišta mogu se okarakterizirati kao oštećenja razreda D3-D4, odnosno stupanj oštećenja koji može značajno promijeniti nosivost konstrukcije približavajući je graničnoj.
- Pregledom podrumskih prostorija nisu detektirana znatna oštećenja na nosivom sustavu.

Strukturalno gledajući, detaljnim pregledom zgrade detektirana su oštećenja po cijelom objektu, njezinoj unutrašnjosti i vanjskoj strani, koja načelno možemo podijeliti na:

- Strukturalna oštećenja (oštećenja u nosivom sustavu i nosivoj konstrukciji, prvenstveno nosivim zidovima)
- Oštećenja u nenosivim zidanim elementima (pregradni zidovi)
- Oštećenja u oblogama zidova
- Oštećenja krovišta (dimnjaci)

Neke od mjera sanacije:

- Rušenje oštećenih zidova veličine D4 i D5 te zamjena i gradnja novih
- Uklanjanje oštećenih dijelova zidova
- Uklanjanje oštećenih dimnjaka te zamjena novim
- Izrada novih vertikalnih serklaža u kutovima objekta
- Povezivanje i uklapanje novoizgrađenog vertikalnog nosivog sustava u horizontalni sustav zgrade
- Izrada novih nadvoja
- Krpanje pukotina i mjesta opadanja žbuke
- Ugradnja armaturnih mrežica u zidove njihovo međusobno povezivanje te prekrivanje završnim slojevima
- kabelska ili zatezna prednaprezanja unutar nosivog vertikalnog i horizontalnog sustava zgrade
- Rušenje odvojenih pregradnih zidova
- Zamjena svih zidnih gipskartonskih obloga novima pojačanima
- Zamjena oštećenih prozora i vratiju novima
- Zamjena pokrova na oštećenim dijelovima krovišta

Zaključno, sa svim tim elementima, predmetni stan na II. katu potrebno je okarakterizirati kao neuporabljiv (u cijelosti i djelomično) s hitnošću provođenja kratkoročnih ali posebno dugoročnih mjera sanacije opisanih prethodnim poglavljem. Nastavno na to, sveukupno oštećenje predmetnog stana može se okarakterizirati u vidu stopostotnog (100%) oštećenja.

Na kraju je potrebno napomenuti kako se ovim potresom (ožujak 2020.) podigla svjesnost ljudi na postojanje potresa i nestabilnost prirode ali isto tako i na nedostatnost dosadašnjih oblika sanacije starih zgrada zagrebačkog područja. Bitno je za napomenuti kako niti jedna vrsta estetske obnove pročelja i fasada (koliko god ona bila bitna) ne može nadomjestiti konstruktivnu obnovu i sigurnost ljudi u zgradi.

Varaždin, listopad 2020.

SVEUČILIŠTE SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, LEON KOŽNJAK *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica ~~završnog~~/diplomskog *(obrisati nepotrebno)* rada pod naslovom TEHNIČKA DIJAGNOSTIKA ZGNJEČENJA POKRIVAČA POTEZIMA U PRIJENOSU MJERA *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

LEON KOŽNJAK

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, LEON KOŽNJAK *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom ~~završnog~~/diplomskog *(obrisati nepotrebno)* rada pod naslovom TEHNIČKA DIJAGNOSTIKA ZGNJEČENJA POKRIVAČA POTEZIMA U PRIJENOSU MJERA *(upisati naslov)* čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

LEON KOŽNJAK

7. LITERATURA

[1] Orešković, M. Elaborati ocjene postojećeg stanja nosive konstrukcije uz provedbu detaljnog pregleda stambene zgrade i i prijedlog mjera sanacije, ožujak-listopad 2020.

[2] Basch Oto i dr.: Osnovna geološka karta, L 33-81, Ivanić Grad; Geološki zavod Zagreb;1980.

[3] European Macroseismic Scale 1998, Centre Europèen de Géodynamique et de Séismologie, Imprimerie Joseph Beffort, Helfent-Bertrange, Editor: G. Grünthal, ISBN No2-87977-008-4, Luxembourg 1998

[4] Kuk K., Šariri K., Kuk V., Prelogović E., Sović I. Seizmiološke i seizmološke značajke šireg Zagrebačkog područja, Građevinar 52 (2000), 11, 647-653

[5] Gusić, D., Landeka, J., Lukić, A., Prša, M., Vidić, I., (2016): Seizmička aktivnost na području Republike Hrvatske, Ekscentar, br. 19, pp. 84-90

[6] Muhovec I. (2020): STUDIJA indikativnog pružanja pukotina na vertikalnim stijenama (VSP) koje su položene paralelno pravcu potresnog udara (u povodu potresa u Zagrebu, 22. ožujka 2020.)

Internet izvori:

[7] https://hr.wikipedia.org/wiki/Potres

POPIS SLIKA

SLIKA 1.1. LOKACIJA PREDMETNE ZGRADE U ODNOSU NA EPICENTRE POTRESA U RAZDOBLJU OD 22.03.2020-26.03.2020. 11

SLIKA 1.2. PRIKAZ LOKACIJE EPICENTRA SA OŠTEĆENJEM 14

(IZVOR: HTTPS://WWW.EMSC-CSEM.ORG/EARTHQUAKE/EUROPE/) 14

SLIKA 2.1. PRIKAZ MAKROLOKACIJE PREDMETNE KATASTARSKE ČESTICE 16

SLIKA 2.2. PRIKAZ MIKROLOKACIJE PREMA NAMJENI U GUP-U GRADA ZAGREBA 17

SLIKA 2.3. PRIKAZ PREDMETNE KATASTARSKE ČESTICE 18

SLIKA 2.4. PRIKAZ MIKROLOKACIJE PREDMETNE KATASTARSKE ČESTICE 19

SLIKA 3.1. OPĆI PREGLED MEĐUOVISNOSTI RIZIKA I UPORABLJIVOSTI 22

SLIKA 4.1. POZICIJA PREDMETNOG STANA - ETAŽE 2 UNUTAR STAMBENO- POSLOVNE ZGRADE 23

SLIKA 4.2. TLOCRTNA DISPOZICIJA PRIZEMNE ETAŽE 26

OPIS OŠTEĆENJA: 27

SLIKA 4.3. OŠTEĆENJE NADVOJA 27

SLIKA 4.4. POGLED HODNIKOM U SMJERU ZAPADA PREMA OŠTEĆENOM NADVOJU 27

SLIKA 4.5. JASNO VIDLJIVA STRUKTURA KONSTRUKTIVNE PUKOTINE 28

SLIKA 4.6. PUKOTINE U POPREČNOM NENOSIVOM ZIDU 29

SLIKA 4.7. NOSIVI ZID U JI DIJELU STANA 29

SLIKA 4.8. POJAVA UKRIŽENIH PUKOTINA. 30

SLIKA 4.9. SHEMATSKI PRIKAZ ŠIRENJA JEDNOSMJERNE PUKOTINE 30

SLIKA 4.10. VERTIKALNE PUKOTINE NA VANJSKIM KRAJNJIM NOSIVIM ZIDOVIMA 31

SLIKA 4.11. SPOJ STROPA I VANJSKOG NOSIVOG ZIDA 31

SLIKA 4.12. GENERALNI PRIKAZ GENEZE NASTANKA HORIZONTALNIH PUKOTINA NA SPOJEVIMA VANJSKIH ZIDOVA I STROPOVA 32

SLIKA 4.13. SPOJ STROPA I VANJSKOG NOSIVOG ZIDA, HORIZONTALNE PUKOTINE 32

SLIKA 4.14. PREGLED PUKOTINA TERMOVIZIJSKOM KAMEROM 33

SLIKA 4.15. DIJAGONALNE PUKOTINE PO CIJELOJ POVRŠINI STROPA 33

SLIKA 4.16. SPAVAĆA SOBA TAKOĐER ISPUNJENA STROPNIM UNAKRSNIM PUKOTINAMA 34

SLIKA 4.17. . RAZVOJ STROPNIH PUKOTINA OD KUTOVA SOBE PREMA SREDINI 34

SLIKA 4.18. TEŠKA STRUKTURALNA OŠTEĆENJA TE OPADANJA VELIKIH KOLIČINA ŽBUKE SA STROPOVA 34

SLIKA 4.19. HORIZONTALNE PUKOTINE UZDUŽ VANJSKOG NOSIVOG ZIDA 35

SLIKA 4.20. SPOJ VERTIKALNE I HORIZONTALNE PUKOTINE; VANJSKI NOSIVI ZID 35

SLIKA 4.21. HORIZONTALNA PUKOTINA NA JI SPOJU NOSIVOG ZIĐA 36

SLIKA 4.22. PUKOTINSKA OŠTEĆENJA U KUPAONICI 36

SLIKA 4.23. POPRIJEKO ISPUCANI PREGRADNI ZID 37
SLIKA 4.24. PUKOTINSKI SUSTAV NA PREGRADNIM ZIDOVIMA 37
SLIKA 4.25. POGLED SA ULAZA NA KROVIŠTE (LIJEVO) TE POGLED PREMA ULAZU (DESNO) 38
SLIKA 4.26. OŠTEĆENI I ODLOMLJENI DIMNJAK TE NOSIVA KONSTRUKCIJA KROVIŠTA 38
SLIKA 4.27. PREGRADNI ZID SA TAVANSKIM STANOM SA DRUGE STRANE ZIDA 39
SLIKA 4.28. . PUKOTINSKA OŠTEĆENJA DIMNJAKA ISPOD KROVNE POVRŠINE 39
SLIKA 4.29. HORIZONTALNA PUKNUĆA PO VISINI DIMNJAKA 39
SLIKA 4.30. DIJAGONALNE I HORIZONTALNE PUKOTINE NA DIMNJAKU 40
SLIKA 4.31. OŠTEĆENO KROVIŠTE I ODLOMLJENI DIJELOVI I OŠTEĆENJA NASTALOM U TRENUTKU POTRESA 40
SLIKA 4.32. OŠTEĆENE KROVNE PLOHE, POTREBNA ZAMJENA KROVNOG POKROVA TE ADEKVATNA I STRUČNA SANACIJA 41
SLIKA 4.33. PUKOTINE PO NOSIVIM ZIDOVIMA STUBIŠTA 41
SLIKA 4.34. PODUPIRANJA NA ULAZU U POTKROVLJE; HORIZONTALNE PUKOTINE 42
SLIKA 4.35. VERTIKALNE PUKOTINE NA SPOJEVIMA STUBIŠNOG KRAKA 42
SLIKA 4.36. DETALJ SPOJA STUBIŠNOG KRAKA I PODESTA (ORGINALNI PROJEKTNI NACRTI ZGRADE) 43
SLIKA 4.37. POVRŠINSKA OŠTEĆENJA NA NOSIVIM ZIDOVIMA STUBIŠNOG PROSTORA 43
SLIKA 4.38. DUBOKE ZIDNE PUKOTINE NA MJESTIMA NEKADAŠNJIH OTVORA (LUČNI OTVORI SE ISCRTAVAJU PUKOTINSKIM OŠTEĆENJEM) 44
SLIKA 4.39. VEĆ KARAKTERISTIČNE HORIZONTALNE PUKOTINE NA SPOJEVIMA ZIDOVA I STROPOVA 44
SLIKA 4.40. HORIZONTALNE PUKOTINA NA MJESTIMA SPOJA ČELIČNIH NOSAČA STUBIŠNOG PODESTA 45
SLIKA 4.41. PUKOTINE U NADVOJU, IDENTIČNE PUKOTINAMA U PREDMETNOM STANU 45
SLIKA 4.42. OŠTEĆENJA NA NOSIVOM DIJELU NADOJA U NOSIVOM ZIDU PRIZEMLJA 45
SLIKA 4.43. NOSIVI SUSTAV PLOČE PRIZEMLJA 47
SLIKA 5.1. TABLICA POVEZANOSTI STUPNJA RIZIKA I UPORABLJIVOSTI ELEMENATA ZGRADE I CIJELE ZGRADE 48
SLIKA 5.2. OTPORNOST GRAĐEVINE NA POTRES NAKON PROVEDENE SANACIJE PREMA RAZINAMA 1-4 50
SLIKA 5.3. POSMIČNO/VLAČNO I KOMBINIRANO TLAČNO/SAVOJNO OJAČANJE ZA NOSIVE ZIDOVE (KAMEN, CIGLA I TUF) MOŽE SE IZVESTI PRIMJENOM TKANINA IZ LINIJE FRP SUSTAVA. 52
SLIKA 5.4. OJAČANJE NOSIVOG I/ILI PREGRADNOG ZIDA OD OPEKE, KAMENA ILI TUFA. NAČIN OJAČANJA: 1. POSTOJEĆI ZID OD OPEKE; 2. MREŽICA FRCM SUSTAVA ILI OBIČNA ČBR MREŽA; 3. SIDRENJE OD POSEBNOG UŽETA ILI OBIČNA ČELIČNA ŠIPKA Φ6 ILI 8; 4. POSEBNE ILI OBIČNE VRSTE CEMENTNE ŽBUKE. 53
SLIKA 5.5. DJELOMIČNA ZAMJENA MORTA U SLJUBNICAMA ZIDOVA 54
SLIKA 5.6. NAČINI POSTAVLJANJA I OJAČANJA KARBONSKOM UŽADI 54
SLIKA 5.7. MOGUĆI NAČINI POVEZIVANJA NOSIVIH ZIDOVA 55
(A) POVEZIVANJE MEĐUSOBNO OKOMITIH ZIDOVA METALNIM PLOČAMA (SKOBE) 55
(B) POVEZIVANJE MEĐUSOBNO OKOMITIH ZIDOVA ČELIČNIM SIDRIMA ILI ZATEGAMA 55

SLIKA 5.8. SANACIJA PUKOTINA I OJAČANJE PREGRADNIH ZIDOVA MOŽE SE IZVESTI PRIMJENOM SUSTAVA TANKOSLOJNE ARMIRANE ŽBUKE KOJI SE SASTOJI OD MREŽICE IZ FRCM SUSTAVA ILI ČELIČNE RABITZ MREŽICE (MOGUĆE I ČBR TANKE MREŽE) U KOMBINACIJI S DVOKOMPONENTNIM MORTOM OJAČANIM VLAKNIMA I VISOKE DUKTILNOSTI: 1. POSTOJEĆI PREGRADNI ZID; 2. POSTOJEĆA ŽBUKA; 3. DVOKOMPONENTNI MORT VISOKE DUKTILNOSTI; 4. MREŽICA (ALKALNOOTPORNA OD STAKLENIH VLAKNA ILI ČELIČNA RABITZ MREŽICA ILI ČBR TANKOPROFILNA MREŽICA); 5. DRUGI SLOJ DVOKOMPONENTNOG MORTA KAO I POD 3); 6. ZAVRŠNI SLOJ 57

SLIKA 5.9. PONOVNO ZIDANJE DIJELA ZIDA 58