

# Projekt obnove potresom oštećene stambene zgrade u Zagrebu

---

Šturman, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:303246>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-11**

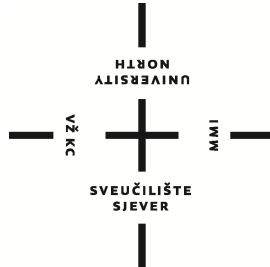


Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE SJEVER**  
**SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**



DIPLOMSKI RAD br. 66/GRD/2022

**PROJEKT OBNOVE POTRESOM**  
**OŠTEĆENE STAMBENE ZGRADE U**  
**ZAGREBU**

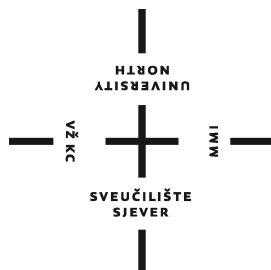
Ivan Šturman

Varaždin, listopada 2022.





**SVEUČILIŠTE SJEVER**  
**SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**  
**Diplomski sveučilišni studij graditeljstva**



DIPLOMSKI RAD br. 66/GRD/2022

**PROJEKT OBNOVE POTRESOM  
OŠTEĆENE STAMBENE ZGRADE U  
ZAGREBU**

Student:  
Ivan Šturman, 0336050575

Mentor:  
doc. dr. sc. Matija Orešković

Varaždin, rujan 2022.

## Prijava diplomskog rada

### Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za graditeljstvo

STUDIJ diplomski sveučilišni studij Graditeljstvo

PRISTUPNIK Ivan Šturman

MATIČNI BROJ 0336050575

DATUM 15.07.2022.

KOLEGIJ Revitalizacije, konzervacije i restauracije građevina

NASLOV RADA Projekt obnove potresom oštećene stambene zgrade u Zagrebu

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Reconstruction project of an earthquake-damaged residential building in Zagreb

MENTOR 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 66/GRD/2022

OPIS

Diplomskim radom potrebno je prikazati način projektne obnove stambene zgrade u Zagrebu koja je oštećena potresom. Rad se sastoji od:

- Uvod (potresi)
- Predmetna građevina
- Seizmičke karakteristike terena i geološki sastav tla
- Tehnička obilježja predmetne građevine
- Stanje građevine na očevidu
- Proračun potresne otpornosti
- Analiza potrebnih zahvata obnove
- Provjera otpornosti na potres po provedenim zahvatima na građevini
- Troškovnik radova sanacije
- Procjena tržišne vrijednosti građevine
- Zaključak

Rad treba sadržavati vlastite priloge, detalje, nacрте koji trebaju biti tekstualno potkrijepljeni.

ZADATAK URUČEN

22.09.2022



*[Signature]*

## ZAHVALA

Veliku zahvalnost, prvenstveno, dugujem mom mentoru, doc.dr.sc. Matiji Oreškoviću, dipl.ing.građ., što je prihvatio predloženu temu i koji mi je svojim savjetima i uputama puno pomogao kod izrade ovog diplomskog rada kao i ranije kroz kolegije u kojima je bio predmetni nastavnik. Unatoč svojim brojnim obvezama, pružio mi je povjerenje, a kroz samu izradu diplomskog rada me naučio biti uporan i sistematičan do zadnjeg detalja, te mu veliko hvala na tome.

Želim se još zahvaliti društvu e-DISTI Hrvatska d.o.o. koji su mi osigurali studentsku licencu za računalni program 3Muri i gospodinu Domagoju Grabovcu koji mi je pomogao svojim uputama i savjetima u radu sa 3Muri .

Hvala svima koji su vjerovali u mene, moje postavljene ciljeve i podržali me na putu ostvarenja tih ciljeva. Svima njima posvećujem ovaj rad.

Još se želim zahvaliti svim svojim prijateljima te kolegicama i kolegama studentima koji su mi bili neizmjereno velika podrška i dodatna motivacija tijekom cijelog studiranja.

Veliko HVALA svima!

## Sažetak

Tema ovog diplomskog rada je projekt obnove potresom oštećene stambene zgrade, u daljnjem tekstu „zgrada“, u Zagrebu. Zgrada ima etaže: suteren, kat i nestambeno potkrovlje. Oštećenja od potresa na zgradi vizualno djeluju "ozbiljno", te je vlasnik mišljenja da bi kuću trebalo srušiti ako se uspoređuje njena sadašnja vrijednost i predviđeni troškovi popravka oštećenja. Izradom projekta obnove, a pod terminom „obnova“ se misli na popravke svih utvrđenih oštećenja, te provedbom troškovne analize doći će se do potrebnih podataka za donošenje odluke o zadržavanju ili rušenju i uklanjanju zgrade. Za konačni zaključak će se prethodno provesti istraživanja, proračuni, procjena vrijednosti zgrade te analiza svih prikupljenih podataka.

Ovim diplomskim radom će se povezati znanja o potresu i oštećenjima od potresa, sanacija štete prema tehničkom propisu te procjena vrijednosti nekretnine.

Za proračun potresne otpornosti zgrade će se upotrijebiti računalni program 3Muri 13.5.0.2 kojim će biti proračunata otpornost zgrade prije potresa u usporedbi sa propisanom otpornosti po EC8, te potom i usporedba sa parametrom razine 2 obnove. Prema dobivenim rezultatima proračuna potresne otpornosti zgrade predložiti će se mjere za sanaciju i postizanje potresne otpornosti zgrade za razinu 2 obnove, te će se ponovno provesti kontrola putem 3Muri 13.5.0.2. programa.

Za radove obnove će se izraditi troškovnik potrebnih radova. Provesti će se pozivni natječaj i prikupiti tri ponude za izvođenje radova obnove. Izrađenim troškovnikom s tržišnim cijenama dobiti će se vrijednost radova obnove, a provedbom procjene vrijednosti nekretnine putem FK matrice će se dobiti tržišna vrijednost zgrade u trenutku izrade ovog rada. Izvršiti će se usporedba svih dobivenih brojčanih podataka radi zaključka o isplativosti provedbe projektom predviđenih radova obnove na zgradi .

Ključne riječi: potres, oštećenje, sanacija, obnova, procjena vrijednosti nekretnine

## **Abstract**

The subject of this thesis is the reconstruction project of an earthquake-damaged residential building, hereinafter referred to as "the building", in Zagreb. The building has floors: basement, first floor and non-residential attic. The earthquake damage to the building appears visually "severe", and the owner believes that the house should be demolished when comparing its current value and the estimated cost of repairing the damage. Creating a renovation project, and the term renovation refers to repairs of all identified damages, and a cost analysis will provide the necessary data for making a decision on retaining or demolishing and removing the building. For the final conclusion, research, calculations, assessment of the value of the building and analysis of all collected data will be carried out beforehand. In order to confirm or refute this thinking, it was necessary to carry out research, budgets, an assessment of the value of real estate and ultimately to make an analysis of all the collected data. The final result of the analysis should help to make a decision on the demolition of a residential building or its rehabilitation.

This thesis will combine knowledge about earthquakes and earthquake damage, damage repair according to technical regulations, and real estate valuation.

The computer software 3Muri 13.5.0.2 will be used to calculate the earthquake resistance of the building, which will calculate the resistance of the building before the earthquake in comparison with the prescribed according to EC8, and then the comparison with the parameter of level 2 of the renovation. According to the obtained results of the calculation of the earthquake resistance of the building, measures for remediation and achieving for level 2 of the renovation will be proposed, and control will be carried out again via software 13.5.0.2.

A cost estimate for the necessary works will be drawn up for the renovation works. An invitation to tender will be held and three bids will be collected for the execution of renovation works. The cost estimate with market prices will be used to obtain the value of the renovation work, and by conducting an assessment of the real estate value using the FK matrix, the market value of the building at the

time of this work will be obtained. A comparison of all obtained numerical data will be made in order to conclude on the cost-effectiveness of implementing the renovation works on the building foreseen by the project.

Keywords: earthquake, damage, rehabilitation, reconstruction, real estate valuation

## Sadržaj

1.	Uvod (potres) .....	2
1.1.	Potresi u Republici Hrvatskoj .....	4
1.2.	Veliki potresi u Svijetu .....	5
2.	Stambena zgrada Novoselečki put 5 Zagreb .....	6
2.1.	Seizmičke karakteristike i geološki sastav tla.....	6
2.2.	Tehnička obilježja predmetne stambene zgrade.....	9
2.2.1.	Identifikacija stambene zgrade.....	9
2.2.2.	Prostorno-planska dokumentacija.....	10
2.2.3.	Tehnička obilježja predmetne stambene zgrade.....	11
2.3.	Stanje predmetne stambene zgrade na očevidu.....	20
2.3.1.	Grafički prikaz mjesta i vrste oštećenja.....	23
2.3.2.	Prikaz mjesta i vrste oštećenja zabilježeno fotografiranjem.....	29
2.4.	Analiza potrebnih zahvata obnove .....	44
2.4.2.	Predviđeni zahvati obnove .....	46
2.4.3.	Materijali i način izvođenja radova sanacije .....	47
3.	Proračun potresne otpornosti.....	53
3.1.	Ulazni podaci.....	53
3.1.1.	Grafički prikaz modela u programu 3Muri 13.5.02 .....	60
3.2.	Proračun potresne otpornosti predmetne građevine prije potresa .....	65
3.2.1.	Rezultati proračuna nelinearne analize stanja prije potresa .....	66
3.3.	Proračun potresne otpornosti predmetne građevine po izvedenoj sanaciji .....	82
3.3.1.	Rezultati proračuna nelinearne analize predmetne građevine po izvedenoj sanaciji .....	82
4.	Troškovnik radova sanacije.....	84
4.1.	Troškovnik radova sanacije.....	84



4.2.	Pozivni natječaj za ponudu za izvođenje radova na sanaciji oštećenja građevine koja su nastala od potresa .....	84
5.	Procjena tržišne vrijednosti nekretnine .....	85
5.1.	Općenito o procjeni vrijednosti nekretnina .....	85
5.2.	Ulazni podaci za provedbu procjene vrijednosti nekretnine .....	87
6.	Analiza rezultata.....	94
6.1.	Otpornost građevine prije potresa .....	94
6.2.	Otpornost građevine po provedenim mjerama sanacije oštećenja .....	95
6.3.	Vrijednost građevinskih radova sanacije oštećenja.....	97
6.4.	Tržišna vrijednost predmetne građevine .....	98
6.5.	Završna analiza svih prikupljenih podataka.....	98
7.	Zaključak .....	103
8.	Literatura .....	105
9.	Popis tablica .....	107
10.	Popis slika.....	108
11.	Prilozi .....	113

**Popis oznaka i kratica**

MCS	MercalliCancani-Sieberg
PMF	Prirodoslovno-matematički fakultet
EC 8	Eurokod 8
Tp	Povratni period potresa
$a_{gR}$	djelovanje potresa- potresno ubrzanje tla
g	gravitacija Zemlje
PN2	Privremeno neuporabljivo-potrebne hitne intervencije
cm	centimetar
m <sup>2</sup>	metar kvadratni
m <sup>3</sup>	metar kubni
S	Sjever
J	Jug
I	Istok
Z	Zapad
MK	Međukatna konstrukcija
NN	Narodne novine
FRP	Fibre Reinforced Polymers ili polimer armiran vlaknima
FRCM	Fibre Reinforced Cementitious Matrix
kN	kiloNjutn
SD	Significant damage- značajno oštećenje
DL	Damage limitation-ograničeno oštećenje
GSN	Granično stanje nosivosti
GSU	Granično stanje uporabljivosti
ZO	Značajno oštećenje
OO	Ograničeno oštećenje
NKP	Neto korisna površina
GBP	Građevinska bruto površina
BV	Bruto volumen
ZPVN	Zakon o procjeni vrijednosti nekretnine (NN 78/15)
€	Euro
kn	Kuna

# 1. Uvod (potres)

Potres, 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. Proučavanjem potresa bavi se seizmologija, grana geofizike. Mjesto nastanka potresa u dubini Zemlje naziva se hipocentar ili žarište potresa. Ono može biti neposredno ispod površine pa sve do dubine od 750 km (potres s dubljim žarištem do sada nije zabilježen). Ako je hipocentar u dubini do 70 km, potres je plitak, srednje duboki hipocentar nalazi se između 70 i 300 km, a duboki hipocentar na više od 300 km ispod Zemljine površine. Potres je najjači u epicentru (mjesto na Zemljinoj površini neposredno iznad hipocentra) i u njegovoj najbližoj okolini (epicentralno područje) [1].

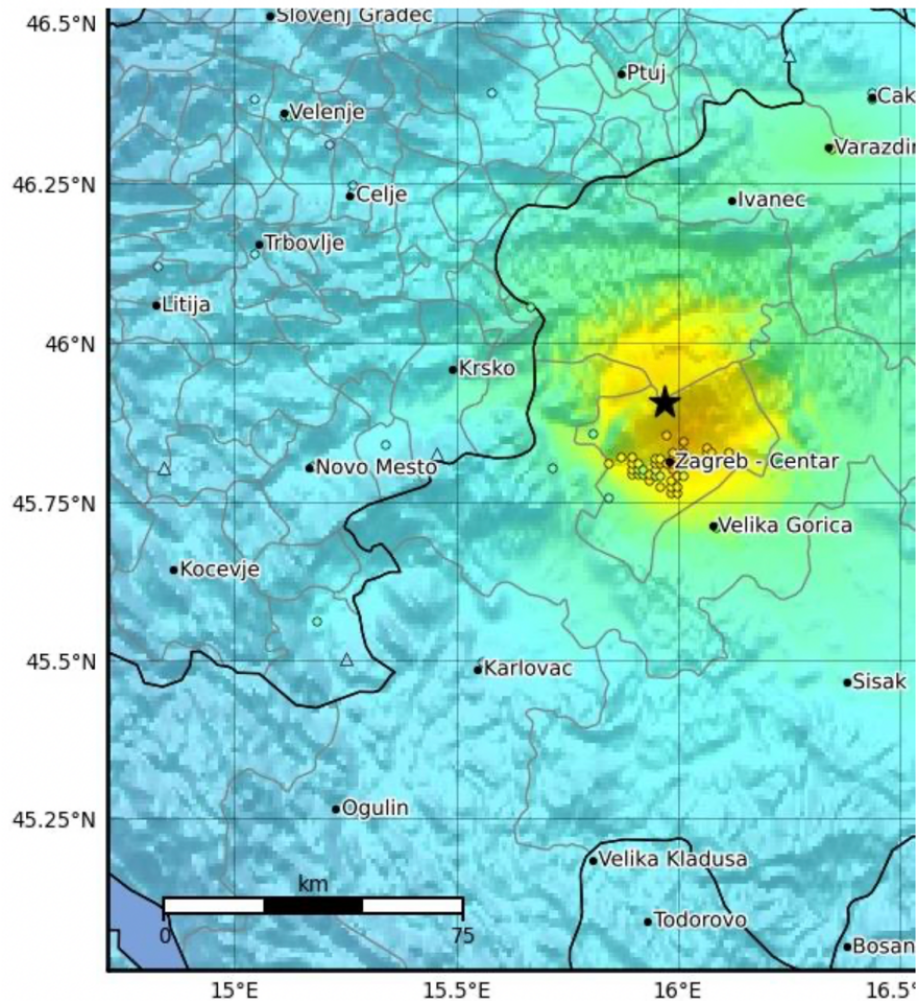
Potres u Zagrebu, koji se dogodio 22. ožujka 2020. godine u 06 sati i 24 minute, opisuje se kao vrlo jak potres koji je imao epicentar kod naselja Markuševac. Magnituda potresa iznosila je 5.5 prema Richteru, a intenzitet potresa u epicentru je bio VII. stupnja MCS ljestvice. U 07 sati 01 minutu dogodio se i naknadni potres magnitude 5.0 prema Richteru. Prema podacima Euromediterranskog seizmološkog centra magnituda potresa iznosila je 5.3 prema Richteru, koordinate lokacije N45.91 E15.97 [2].

Područje samog grada Zagreba presijeca zagrebački rasjed koji je sačinjen od niza manjih rasjeda: Podsused–Markuševac–Kašina–Zelina i Kerestinec–Ilica–Maksimir–Sesvete [2]. Geolozi seizmotektoničari procjenjuju da seizmogeni potencijal seizmogene zone Sjevernog medvedničkog rasjeda, s obzirom na duljinu po pružanju (oko 20 km) i dubinu koja doseže pod površinom (oko 12 km), može prouzročiti potres maksimalno očekivane magnitude koja se procjenjuje na oko 6.5 (po Richteru).

Premda se potres može osjetiti na velikoj udaljenosti od njegovog žarišta što smo dalje to će učinci potresa biti manji i slabije će se osjetiti.

Poznato je da na oštećenja koja nastaju od potresa na nekoj lokaciji, osim jačine i udaljenosti lokacije od epicentra potresa, veliki utjecaj imaju građa i svojstva lokalnog tla koja mogu izazvati povećanje amplitude gibanja tla.

Sukladno tome će se podrhtavanje tla i trešnja osjetiti ovisno o svojstvima tla ispod površine. Nasipana područja grada Zagreba gdje su zgrade građene prije 60-tih godina prošlog stoljeća su ujedno i najugroženija područja u Zagrebu.



Slika 1. karta sa položajem epicentra Zagrebačkog potresa[3]

Tablica 1. Djelovanja potresa prema znanstvenom radu C.Bruce Worden iz 2012. [3]

PODRHTAVANJE	NEOSJETNO	VRLO SLABO	SLABO	UMJERENO	UMJERENO JAKO	JAKO	VRLO JAKO	SNAŽNO	VRLO SNAŽNO
OŠTEĆENJA	NEMA	NEMA	NEMA	VRLO SLABO	SLABO	UMJERENO	UMJERENO RAZORNO	RAZORNO	VRLO RAZORNO
ag (%g)	<0.0464	0.297	2.76	6.2	11.5	21.5	40.1	74.7	>139
vg (cm/s)	<0.0215	0.135	1.41	4.65	9.64	20	41.4	85.8	>178
INTENZITET	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

## 1.1. Potresi u Republici Hrvatskoj

Tablica 2. Neki od značajnijih potresa koji su zabilježeni u Republici Hrvatskoj [4]

Epicentralno područje	Mercalli	Richter	Broj poginulih	Datum	Bilješka
Pag	IX-X			361	Grad Cissa propao u more
Zagreb, Medvednica	VIII			26.03.1502.	Srušio se toranj crkve Sv. Marka
Dubrovnik	X		2000do 3000	06.04.1667.	Kamenje sa Srđa se kotrljalo prema gradu
Sinjsko polje (Trilj)	IX			Srpanj 1898.	Prvi zabilježen na seizmografima na talijanskim, njemačkim, britanskim, ukrajinskim, ruskim i slovenskim postajama
Pokupsko/ Pokuplje	VIII-IX	5,8-6,0		Rujan 1909.	Potres je proučavao Mohorovičić i otkrio plohu diskontinuiteta
Imotski/ Imotsko polje	IX	6,2		29.12.1942.	Veliki dio zapadnog zida crvenog jezera se urušio
Makarska	VIII-IX	6,1-6,2		11.01.1962.	Kamene gromade s Biokova su se obrušavale na grad. U prvom udaru je oobiljno napukla makarska riva u duljini od 700-tinjak metara
Zagreb		5,5	1	22.03.2020.	Oštećen vrh južnog tornja katedrale
Petrinja	VIII-IX	6,2	7	29.12.2020.	Između Petrinje i Hrvatske Kostajnice nastalo više od 30 rupa zbog propadanja tla. Najviše u selu Mečečani kod Petrinje .Najveća je široka 25 m i duboka 13 m, a šire se i dalje.

## 1.2. Veliki potresi u Svijetu

Tablica 3. Neki od značajnijih potresa koji su zabilježeni u Svijetu [4]

MAGNITUDA /po Richteru	Država	Datum	Broj poginulih
9,5	Čile	22.05.1960.	5000
9,2	Aljaska	28.03.1964	125
9,1	Indonezija	26.12.2004.	227890
9,0	Rusija	04.11.1952	0
8,9	Japan	11.03.2011.	15000
8,8	Čile	27.02.2010.	500
8,8	Ekvador	31.01.1906.	1000
8,7	Indonezija	12.04.2012.	10
8,7	Aljaska	04.02.1965.	0
8,6	Indonezija	28.03.2005.	1400

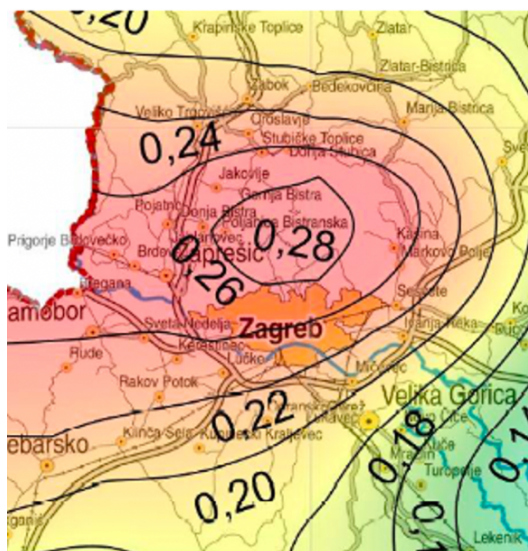
## 2. Stambena zgrada Novoselečki put 5 Zagreb

### 2.1. Seizmičke karakteristike i geološki sastav tla

Projektiranje potresne otpornosti konstrukcije vrši se prema Eurokodu 8, HRN EN 1998-1:2011/NA:2011. Prema karti potresnih područja Republike Hrvatske koje su sastavni dio nacionalnog dodatka mogu se uzeti slijedeći podaci za horizontalna vršna ubrzanja za povratne periode:

$$T_p = 95 \text{ godina} : a_{gR} = 0,13 \text{ g}$$

$$T_p = 475 \text{ godina} : a_{gR} = 0,26 \text{ g, pri čemu je } g = 9,81 \text{ m/s}^2$$



Slika 2. Seizmološki prikaz područja (isječak karte za povratni period od 475 godina) [5]

Na temelju prikazanih vrijednosti izračunava se vršno ubrzanje za tip tla na kojem se građevina nalazi. Pomoću izračunatog vršnog ubrzanja utvrđujemo doprinos pojavi horizontalne sile kao opterećenja na konstrukciju odnosno potresne sile.

U Eurocodu 8 su određeni tipovi temeljnog tla označeni slovima A,B,C,D,E,S1 i S2, te je dat njihov opis.



Tablica 4. tipovi temeljnog tla sa označenim tipom ispod temelja predmetne građevine [6]

TIP TEMELJNOG TLA	OPIS STRATIGRAFSKOG PROFILA	PARAMETRI		
		$v_s, 30$ (m/s)	$N_{spt}$ (N udaraca/30 cm)	$C_u$ (kPa)
<b>A</b>	Stijena ili druga geološka formacija poput stijene uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini	>800	-	-
<b>B</b>	Nanosi vrlo gustog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline, debljine najmanje nekoliko desetaka metara, s postupnim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom.	360-800	>50	>250
<b>C</b>	Duboki nanosi gustog ili srednje gustog pijeska, šljunka ili krute gline debljine oko nekoliko desetina metara do više stotina metara.	180-360	15-50	70-250
<b>D</b>	Nanosi rahlog do srednje zbijenog nekoherentnog tla (sa nešto mekih koherentnih slojeva ili bez njih) ili pretežno meko do dobro koherentno tlo.	<180	<15	<70
<b>E</b>	Profil tla koji se sastoji od površinskog aluvijalnog sloja sa vrijednostima $v_s$ za tipove C ili D i debljinom između 5 i 20 m, ispod kojeg je krući materijal s $v_s > 800$ m/s	-	-	-
<b>S<sub>1</sub></b>	Nanosi koji se od, ili sadrže sloj debljine najmanje 10 m mekih glina/praha sa velikim indeksom plastičnosti ( $PI > 40$ ) i velikim sadržajem vode.	<100 (približno)	-	10-20
<b>S<sub>2</sub></b>	Nanosi tla podložni likvefakciji, osjetljivih glina ili svaki drugi profil tla koji nije obuhvaćen tipovima A do E ili S <sub>1</sub>	-	-	-

Tlo na predmetnoj lokaciji nalazi se u razredu tla „D“ što je utvrđeno ispitivanjem "in situ" po društvu GEO-LAB d.o.o. Utvrđeno je da se ispod površinskog humusa i nasipa debljine 0,6 m mogu izdvojiti tri geotehničke sredine različitih općih i mehaničkih svojstava; GS 1 - glina niskoplastična do srednje plastična do dubine 2,2 i 2,6 m od površine postojećeg terena, GS 2 -glina srednje plastična do visokoplastična registrirana do dubine 4,7 i 5,1 m i GS 3- šljunak prašnasto-pjeskovit , rastresit do srednje zbijen registriran sve do dubine bušenja od 7 m. Geotehnički elaborat je priložen u odjeljku **prilozi** .

U nastavku je priložena tablica sa podacima prema kategorijama tla prema seizmičnosti (Eurocode 8, HRN EN 1998-1:2011)



Tablica 5. Podaci kategorije tla prema seizmičnosti (Eurocode 8, HRN EN 1998-1:2011). [6]

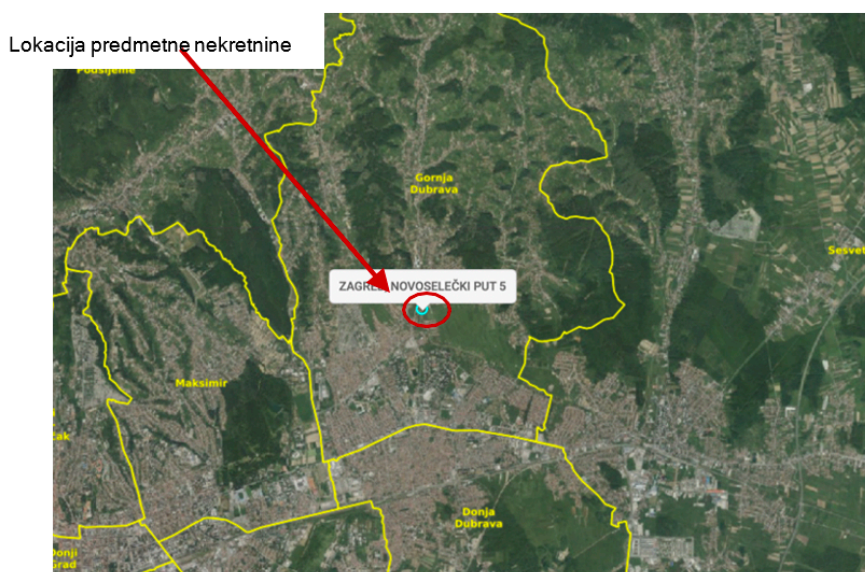
Tip tla	S	TP(s)	TC(s)	TD(s)
A	1,00	0,15	0,4	2,0
B	1,20	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,40	0,15	0,5	2,0

## 2.2. Tehnička obilježja predmetne stambene zgrade

### 2.2.1. Identifikacija stambene zgrade



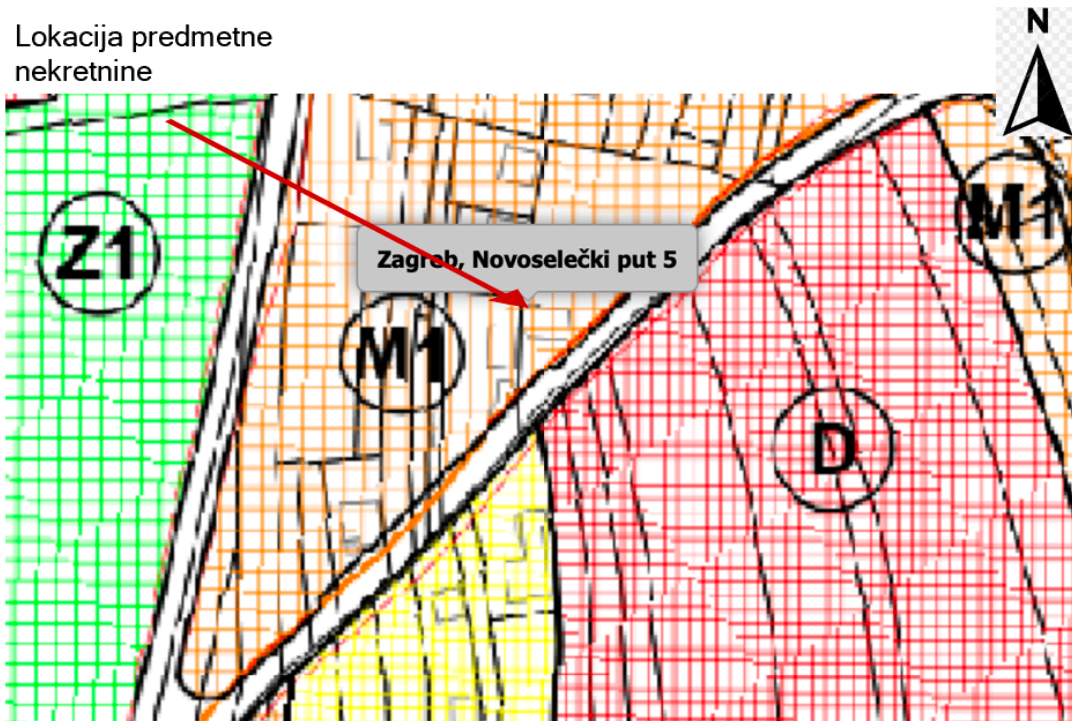
Slika 3. Prikaz mikrolokacije predmetne katastarske čestice (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/>) [7]



Slika 4. Prikaz makrolokacije predmetne katastarske čestice (Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/>) [7]

## 2.2.2. Prostorno-planska dokumentacija

Prema Generalnom urbanističkom planu grada Zagreba (16/07, 8/09, 7/13, 9/16, 12/16-pročišćeni tekst), predmetna katastarska čestica nalazi se unutar građevinskog dijela grada Zagreba unutar zone mješovite namjene - pretežito stambena označeno oznakom M1(slika 3) [8].



Slika 5. Prikaz mikrolokacije prema namjeni GUP-a Grada Zagreba (Izvor: <https://geoportal.zagreb.hr/Karta?tk=2>) [9]



### 2.2.3. Tehnička obilježja predmetne stambene zgrade



Slika 6. Sjeverno pročelje zgrade



Slika 7. Južno pročelje zgrade

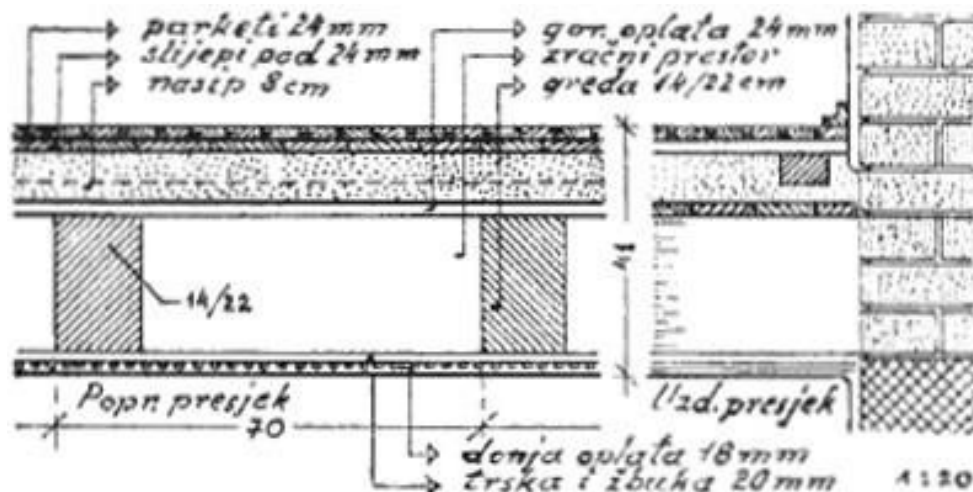
Predmetna stambena zgrada je izgrađena 1958. godine, kao objekt obiteljska kuća i nalazi se na adresi Novoselečki put 5, Zagreb. Katnost objekta je suteren, kat i nestambeno potkrovlje. Zgrada je zidana konstrukcija bez horizontalnih i vertikalnih serklaža. Zidovi su zidani punom opekom normalnog formata (format 1/1, odnosno dimenzija opeke je 12x25x6,5 cm) u vapnenom mortu. Međukatnu konstrukciju čine drveni grednici. Na zgradi je izveden drveni dvostrešni krov s drvenom krovišnom konstrukcijom statičkog sustava "dvostruka stolica" i pokrovom od biber crijeva.

Gradnja zgrade je započela po dobivanju građevinske dozvole 23.04.1958. i u istoj godini je postavljena krovna konstrukcija objekta.

Godine 1990.g. je napravljena dogradnja zgrade prema zapadu bez građevinske dozvole a koji je postupkom legalizacije 2013. godine legaliziran. Dograđeni dio 1990 g. ima FERT za podnu konstrukciju kata i potkrovlja, te armirano betonsko stubište. Dograđeni dio ima isti tip i u istoj liniji krovnih ploha isto dvostrešno krovište kao i prvotno izgrađeni dio.

### 2.2.3.1. Nosiva konstrukcija predmetne zgrade- međukatna konstrukcija

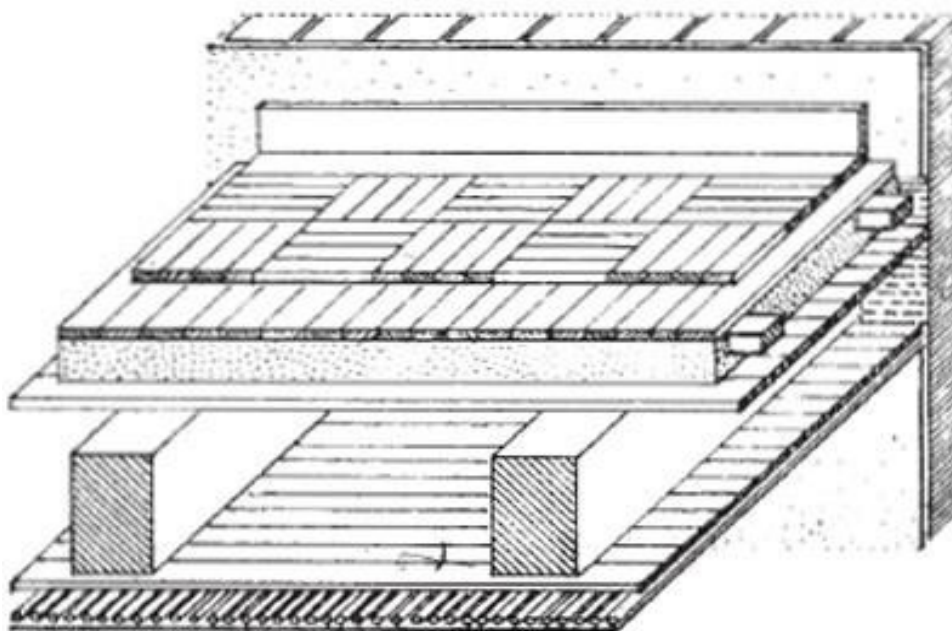
Izvedene međukatne konstrukcije između prizemlja i kata i između kata i potkrovlja su drvene međukatne konstrukcije, izuzev sanitarnih prostorija, gdje je na postojećoj drvenoj konstrukciji dodan sloj cementne glazure.



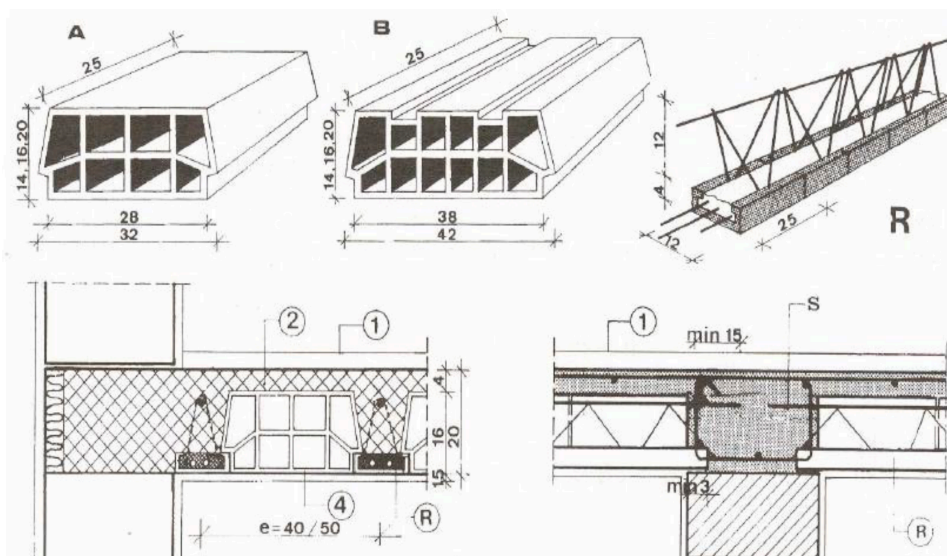
Slika 8. Primjer- presjek drvene međukatne konstrukcije [10]



Kao dodatni elementi drvenih stropova mogu biti materijali za ispune i nasipi te dašćane podloge iznad nosivih greda, i ožbukana trstika na potkonstrukciji od letvica sa završnom obradom kao podgled stropa.



Slika 9. Aksonometrijski prikaz drvene međukatne konstrukcije [10]



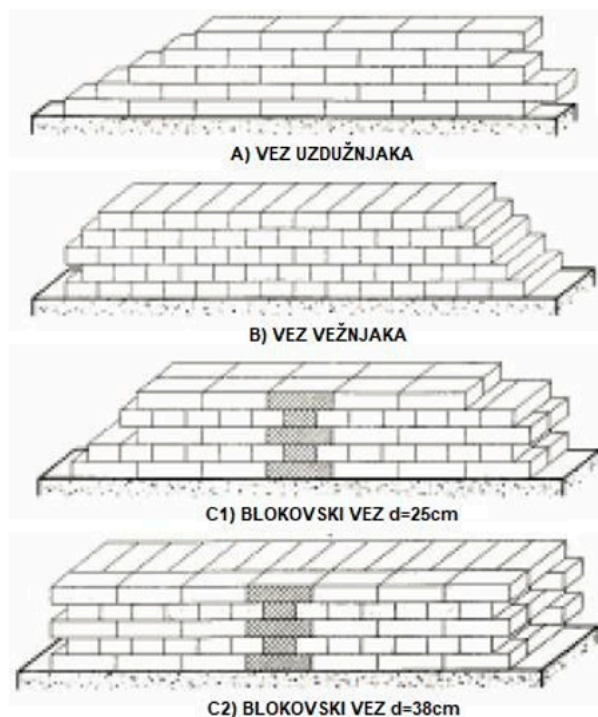
Slika 10. FERT međukatne konstrukcije [11]

U zapadnom dijelu zgrade (*dogradnja*) međukatna konstrukcija je izvedena kao polumontažni FERT strop debljine  $h=16+4\text{cm}$ . Opečni ulošci su dimenzija  $\text{š/v/d}=42/16/25\text{cm}$ , visina uložaka može biti i 14 cm odnosno 20 cm.

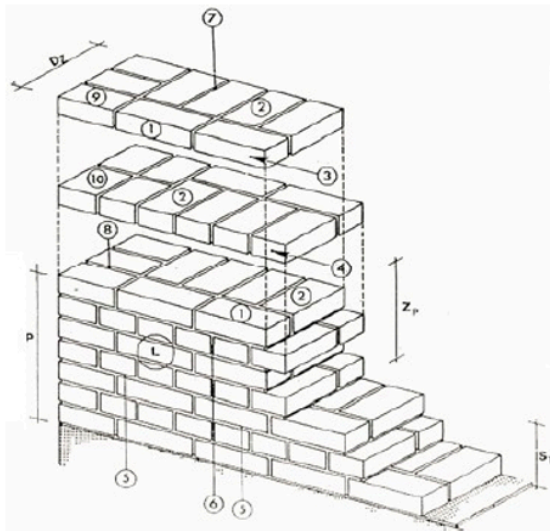
Gredice (RAN nosači) su širine 12 cm i postavljaju se na međusobnom osnom razmaku  $e\sim 50\text{cm}$  i zajedno s a.b. tlačnom pločom debljine 4cm monolitiziraju ugradnjom betona.

### 2.2.3.2. Nosiva konstrukcija predmetne zgrade- zidovi

Vertikalna nosiva konstrukcija izvedena je kao masivna konstrukcija od pune opeke standardnog formata  $\text{š/v/d}=12/6,5/25\text{cm}$ , zidane u vapnenom mortu; debljina vanjskih i unutarnjih nosivih zidova je 25cm; zidovi su obostrano žbukani vapnenim mortom. Pregradni zidovi izvedeni su od pune opeke istog formata slagane u jedan ( $d=12\text{cm}$ ) ili po kraćoj stranici „na kant“ ( $d\sim 7\text{cm}$ ) i obostrano su žbukani vapnenim mortom. Debljina morta je u rasponu od 10-13 mm, ponekad do 30 mm.



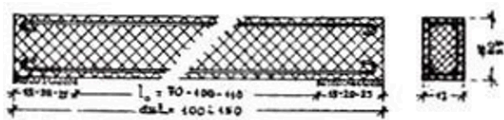
Slika 11. Vrsta veza zida od opeke normalnog formata [11]



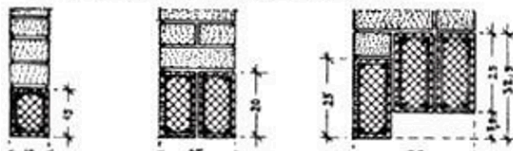
- L - Lice zida - to je zidna površina, tj. strana sa koje se gleda na zid.
- 1. - Uzdužnjak - opeka jednog sloja, postavljena paralelno dužini zida.
- 2. - Vežnjak - opeka jednog sloja, postavljena okomito na dužinu zida.
- 3. - Sloj uzdužnjaka - sloj zida kod koga se sa strane lica zida postavljaju uzdužnjaci.
- 4. - Sloj vežnjaka - sloj kod koga se sa strane lica zida postavljaju vežnjaci.
- 5. - Ležajnica - površina morta koja povezuje međusobno dva horizontalna sloja opeke. Visina = 1,2 cm.
- 6. - Sudarnica - spaja dvije opeke u jednom sloju zidanja. Debljina = 1,0 cm.
- 7. - Prijeklopi - to su površine preklapanja opeka dva susjedna sloja.
- 8. - Prekidi zidanja - primjenjuju se kod zidova određene dužine, za početak i kraj zidanja zida:
  - ravni prekid ( P ) - zupčast prekid ( Zp )
  - stepenast prekid ( St )

Slika 12. Elementi zida od opeke normalnog formata [11]

Iznad otvora u nosivim i pregradnim zidovima izvedeni su armirano-betonski nadvoji, armirani glatkom armaturom. Nosivi zidani zidovi (vanjski i unutarnji) u vrijeme građenja se nisu ojačavali vertikalnim armirano-betonskim elementima (vertikalnim serklažima).

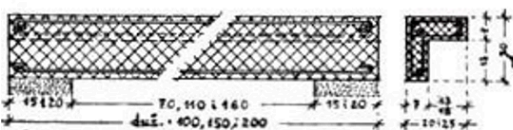


Podaci za dimenzije nadvoja, otvora i ležišta

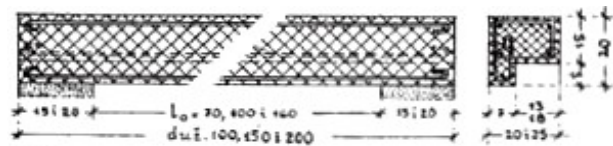


Primjena nadvoja u zidovima različite debljina

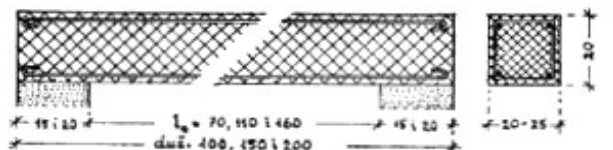
(a) ... Jednostavni pravokutni nadvoji / Tipovi G-4/



(b) ... Nadvoji s pristupkom 7-13 cm / Tipovi G-2/



(c) ... Nadvoji s pristupkom 7-5 cm / Tipovi G-3/

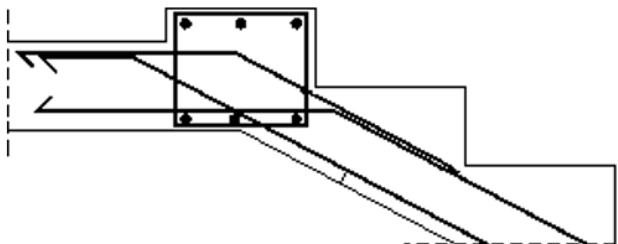


(d) ... Masivniji nadvoji bez pristupaka / Tipovi G-4/

Slika 13. Oblici armirano-betonskih nadvoja [10]



### 2.2.3.3. Nosiva konstrukcija predmetne zgrade- unutrašnje stubište



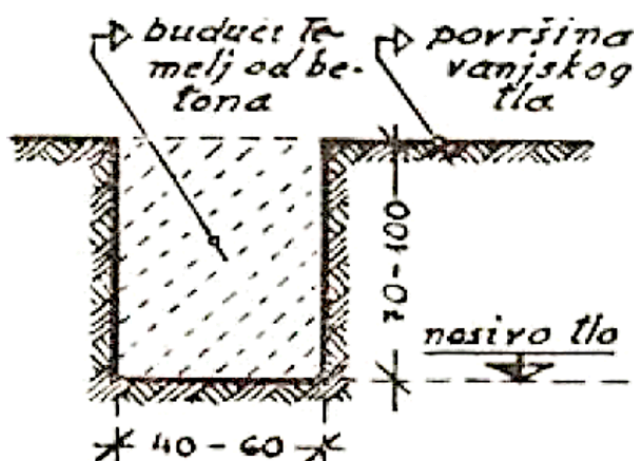
Slika 14. Presjek armirano-betonskog stubišta [11]

**Glavno unutrašnje stubište** izvedeno je kao dvokrako armirano-betonsko stubište.

Kod ovakvih stubišta se izvodi armirano-betonska ploča debljine  $d=12-16$  cm i stube koje su se konstruktivno armirale ili su izvođene bez armature. Širina stubišta je 135 cm, visina stuba cca 17 cm i dubina gazišta cca 25 cm.

### 2.2.3.4. Nosiva konstrukcija predmetne zgrade- temelji

Na prvom očevidu građevine uvid u izvedene temelje nije bio omogućen. Za drugi očevid je već bilo obavljeno geomehaničko istraživanje i bila je poznata dimenzija trakastih temelja i drugi podaci temeljnog tla. Tako je otkriveno da je širina trakastih temelja 60 cm a dubina 100 cm. Materijal temelja je armirani beton nepoznate čvrstoće i količine armature.

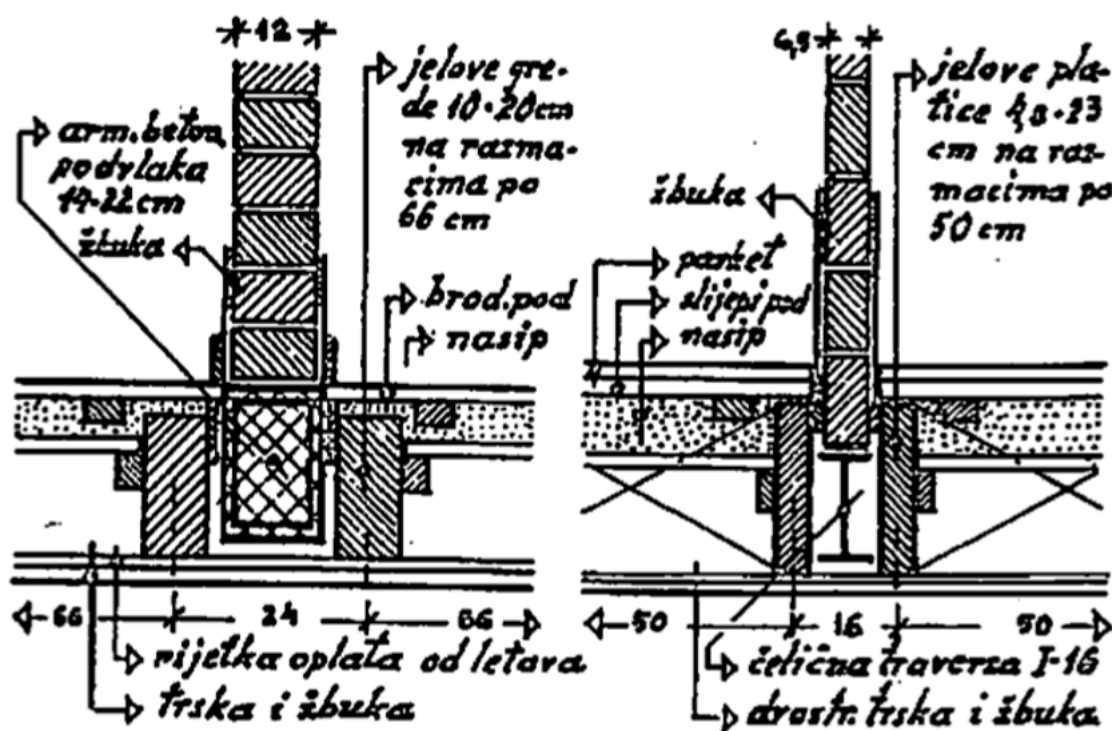


Slika 15. Presjek rova trakastog temelja [10]

### 2.2.3.5. Nenosiva konstrukcija predmetne zgrade- unutrašnji zidovi

Unutrašnji zidovi su također izvedeni od opeke kao i vanjski nosivi zidovi. Tlocrtno gledajući izvedeni unutrašnji nosivi zidovi čine pravilni križ i u njima se nalazi nekoliko otvora za vrata. Izvedeni su u debljini od 25 cm i obostrano su ožbukani vapnenim mortom. Nad otvorima izveden armirano-betonski nadvoj.

Pregradni zidovi su također izvedeni od pune opeke i u debljini zida od 12 cm, obostrano ožbukani vapnenim mortom.

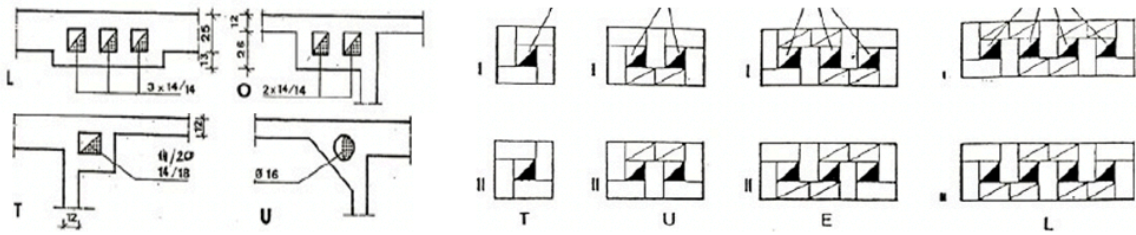


Slika 16. Mogući načini oslanjanja pregradnih zidova [10]

### 2.2.3.6. Ostala konstrukcija predmetne zgrade- dimnjaci

Na objektu postoje tri dimnjaka, i svi su jednocjevni. Grede međukatnih konstrukcija su udaljene oko 20 cm od dimnjaka. Dimnjaci su obostrano ožbukani.

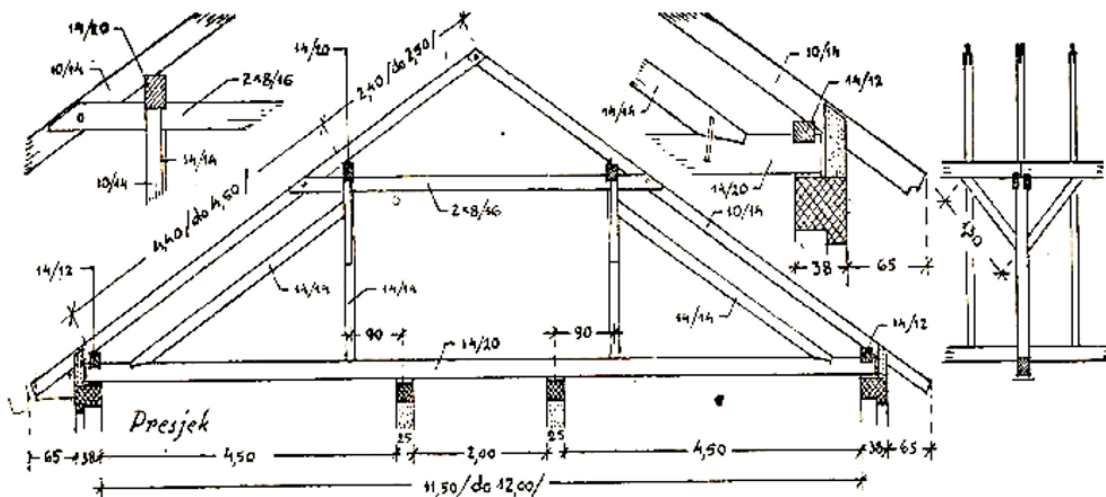
Vrste dimnjaka koji su bili uobičajeni u gradnji u vremenu kad je predmetna građevina izgrađena su prikazani na slici 17.



Slika 17. Oblici dimovodnih kanala [10]

### 2.2.3.7. Ostala konstrukcija predmetne zgrade- krovna konstrukcija

Krovna konstrukcija je drvena, dvostrešna, izvedena kao klasična dvostrešna konstrukcija statičkog sustava "dvostruka stolica". Elementi nosive konstrukcije (vezne grede, rogovi, podrožnice, nazidnice, stupovi i ruke) izvedeni su od drvene tesane građe (hrastovine); pokrov: biber crijep slagan preko horizontalnih drvenih letvi. U zapadnom dijelu zgrade (*dogradnja*) krovna konstrukcija izvedena je kao klasično dvostrešno krovište, drveni rogovi su postavljeni preko podrožnica i nazidnica; pokrov: biber crijep.



Slika 18. Dvostrešno krovište, statički sustav dvostruka stolica [10]



*Slika 19. Krovna konstrukcija i dimnjak u potkrovlju predmetne građevine*

#### **2.2.3.8. Zahvati na zgradi tijekom dosadašnjeg životnog vijeka**

Očevidom građevine i tehničke dokumentacije utvrđeno je da je građevina izgrađena prema prvotnoj građevinskoj dozvoli izdanoj 1958.godine i da je naknadno proširena prema zapadnoj međi 1990.godine. Ovo proširenje za podlogu nije imalo izmjenu i dopunu građevinske dozvole već je vlasnica postupkom legalizacije 2013.godine ishodila rješenje o izvedenom stanju i tako legalizirala bespravno sagrađeni dio građevine.

Na građevini nisu uočeni zahvati na unutrašnjim nosivim zidovima koji bi mijenjali originalnu mehaničku otpornost i stabilnost.

## 2.3. Stanje predmetne stambene zgrade na očevidu

Prema elaboratu ovlaštenog statičara utvrđena su dva tipa oštećenja.

TIP 1: Oštećenja koja ne utječu na mehaničku otpornost i stabilnost zgrade (oštećenja nenosivih elemenata konstrukcije, raspucala žbuka/obloga zidova i stropova, mrežaste pukotine i pukotine manje od 1,5mm)

TIP 2: 1) Oštećenja koja utječu na mehaničku otpornost i stabilnost zgrade odnosno oštećenja za koja je potrebna izrada projekta sanacije (nosivi elementi konstrukcije, stubište) i

2) Oštećenja koja ne utječu na mehaničku otpornost i stabilnost zgrade ali su potrebni hitni radovi (npr. uklanjanje i ponovna izvedba dimnjaka, zabatnih zidova, te zatvaranje razrušenog krova uslijed pada dimnjaka) – cilj hitnih radova je zatvaranje konstrukcije radi prevencije novih oštećenja uzrokovanih vanjskim utjecajima - atmosferilijama.

S obzirom na utvrđivanje stupnja oštećenja, predmetna zgrada je prilikom brzog pregleda statičara ocijenjena žutom oznakom : PN2 – Privremeno neuporabljivo – potrebne mjere hitne intervencije.



Slika 20. Žuta naljepnica

Zgrada ima umjerena oštećenja bez opasnosti od urušavanja, ali ne može se upotrebljavati zbog potencijalne opasnosti urušavanja pojedinih elemenata same zgrade i opasnosti od razdvajanja vanjskih zidova od međukatne konstrukcije na etaži stropa 1. kata.

### OŠTEĆENJA TIP 1:

Oštećenja koja ne utječu na mehaničku otpornost i stabilnost zgrade uočena su u svim prostorijama; sva oštećenja su pozicionirana na tehničkim podlogama i opisana ispod priloženih fotografija.

Za navedena oštećenja je izrađen troškovnik radi lokalne zidarske obrade: obijanje raspucale žbuke, priprema podloge, lokalno zapunjavanje manjih rupa unutar sljubnica opeke kvalitetnim cementnim mortom, ojačanje rabić pletivom ili FRCM pletivom i žbukanje produžnim mortom, soboslikarska obrada (gletanje i farbanje).

Po potrebi se može predvidjeti izvedba spuštenog stropa od gips-kartona ukoliko se zidarskim radovima ne mogu obraditi pukotine žbuke u podgledu stropa ili bi izvedba spušenog stropa bilo ekonomičnije rješenje od uklanjanja žbuke i trstike.

### OŠTEĆENJA TIP 2:

Oštećenja koja utječu na mehaničku otpornost i stabilnost zgrade i oštećenja za koja su potrebni hitni radovi odnose se na sljedeće:

- pukotine >3mm u vanjskim nosivim zidovima (S i J pročelje) na koje se oslanja krovna konstrukcija veza međukatne konstrukcije, stropa iznad kata (drveni grednik) s vanjskim nosivim zidovima (S i J pročelja)
- utvrđen razmak međukatne konstrukcije konstrukcije i vanjskih nosivih zidova, veza zidova kata s vanjskim nosivim zidovima (S i J pročelja)
- utvrđen razmak između poprečnih zidova na 1.katu i vanjskih nosivih zidova
- uklanjanje oštećenih dimnjaka (2 kom), te ponovno zidanje istih popravak oštećenih dijelova krova (drvena konstrukcija i pokrov).

Budući su zidane konstrukcije bez vertikalnih ojačanja (vertikalnih serklaža) vrlo osjetljive na horizontalna (seizmička) djelovanja, time je kod seizmičkog djelovanja



dužeg trajanja ili ponovnog seizmičkog djelovanja (tzv. „Aftershock“) mogući slom vanjskih uglova zidova u prizemlju i na etaži kata jer se nisu izvodili vertikalna ojačanja (vertikalni serklaži).

Teoretski gledano, postoji velika vjerojatnost kako bi se u ponovljenom potresu iste magnitude i trajanja vjerojatno urušila ili prognula međukatna konstrukcija iznad kata (drveni grednik), s obzirom na zatečene pomake.

Prema stručnom radu naslova: „ Procjena oštećenja građevina nakon potresa- postupak provođenja pregleda zgrada „ objavljenog u listu „Građevinar „ 12/2020, stranice 1089-1115 koji je izradila grupa autora ( Doc.dr.sc. Mario Uroš , Doc.dr.sc. Marta Šavor Novak , izv.prof.dr.sc. Josip Atalić , Doc.dr.sc. Zvonko Sigmund, Maja Baniček, mag.ing.aedif. , Doc.dr.sc. Marija Demšić , Dr.sc. Sanja Hak ) izrađena je niže navedena i priložena procjena oštećenja konstrukcijskih i nekonstrukcijskih elemenata. Sukladno tom stručnom radu upotrijebljeni su nazivi, tablice, opis i kvalifikacija pojedinih oštećenja na stambenoj zgradi-obiteljskoj kući koja je predmet ovog diplomskog rada.

Tablica 6. Ocjena oštećenja konstrukcijskih i nekonstrukcijskih elemenata [12]

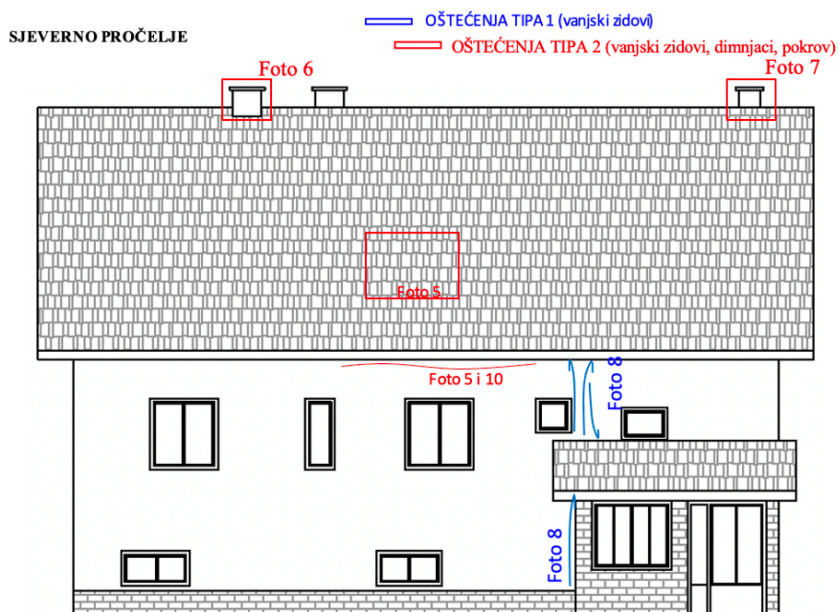
Oštećenja konstrukcijskih elemenata										
Dio konstrukcije	TEŠKO - VRLO TEŠKO			BLAGO - UMJERENO			NEZNATNO			NEMA
	> 65%	35 - 65%	< 35%	> 65%	35 - 65%	< 35%	> 65%	35 - 65%	< 35%	
1	Vertikalni elementi	o	o	⊗	o	o	o	o	o	o
2	Međukatne konstrukcije	o	o	o	o	o	⊗	o	o	o
3	Stubišta	o	o	o	o	o	o	o	o	⊗
4	Krovišta	o	o	o	o	o	⊗	o	o	o
5	Ispune/pregrade	o	o	o	o	o	⊗	o	o	o
6	Temelji	o	o	o	o	o	o	o	⊗	o
	Oštećenja nastala prije potresa	o	o	o	o	o	o	o	o	⊗

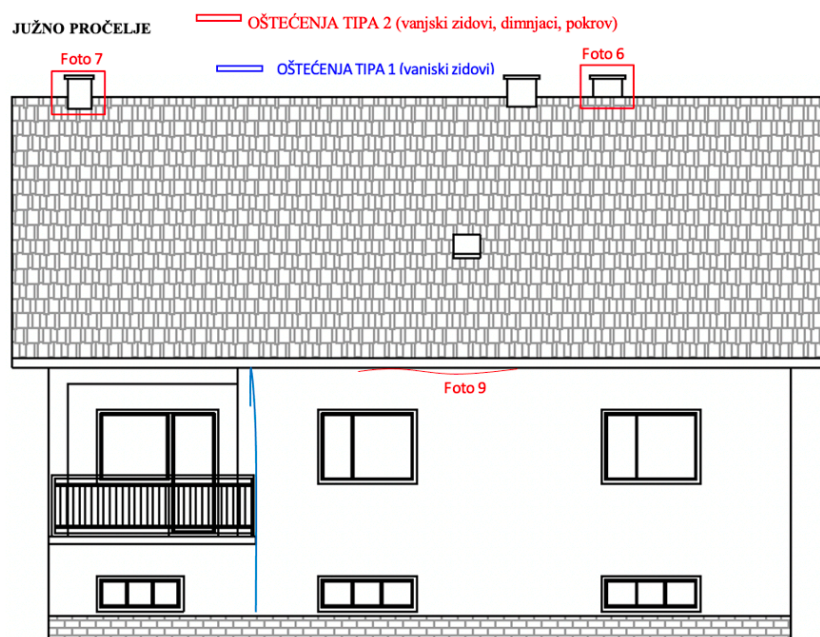
Oštećenja nekonstrukcijskih elemenata						
Tip oštećenja		VRLO TEŠKO	UMJERENO - TEŠKO	BLAGO	NEMA	NEPOZNATO
1	Odvajanje žbuke, dijelova obloge i spušenih stropova	o	⊗	o	o	o
2	Otpadanje dijelova crijeva i dimnjaka ili zabatnog zida potkovića	⊗	o	o	o	o
3	Otpadanje dijelova vijenaca i parapeta	o	o	⊗	o	o
4	Otpadanje drugih unutarnjih ili vanjskih dijelova građevine	o	o	o	o	⊗
5	Oštećenje vodovodne mreže, kanalizacije ili sustava grijanja	o			o	⊗
6	Oštećenje električne ili plinske mreže	o			o	⊗

### 2.3.1. Grafički prikaz mjesta i vrste oštećenja

U nastavku ovog rada su dani prikazi vrste i pozicije oštećenja na nacrtima , fasadama i presjeku predmetne građevine.



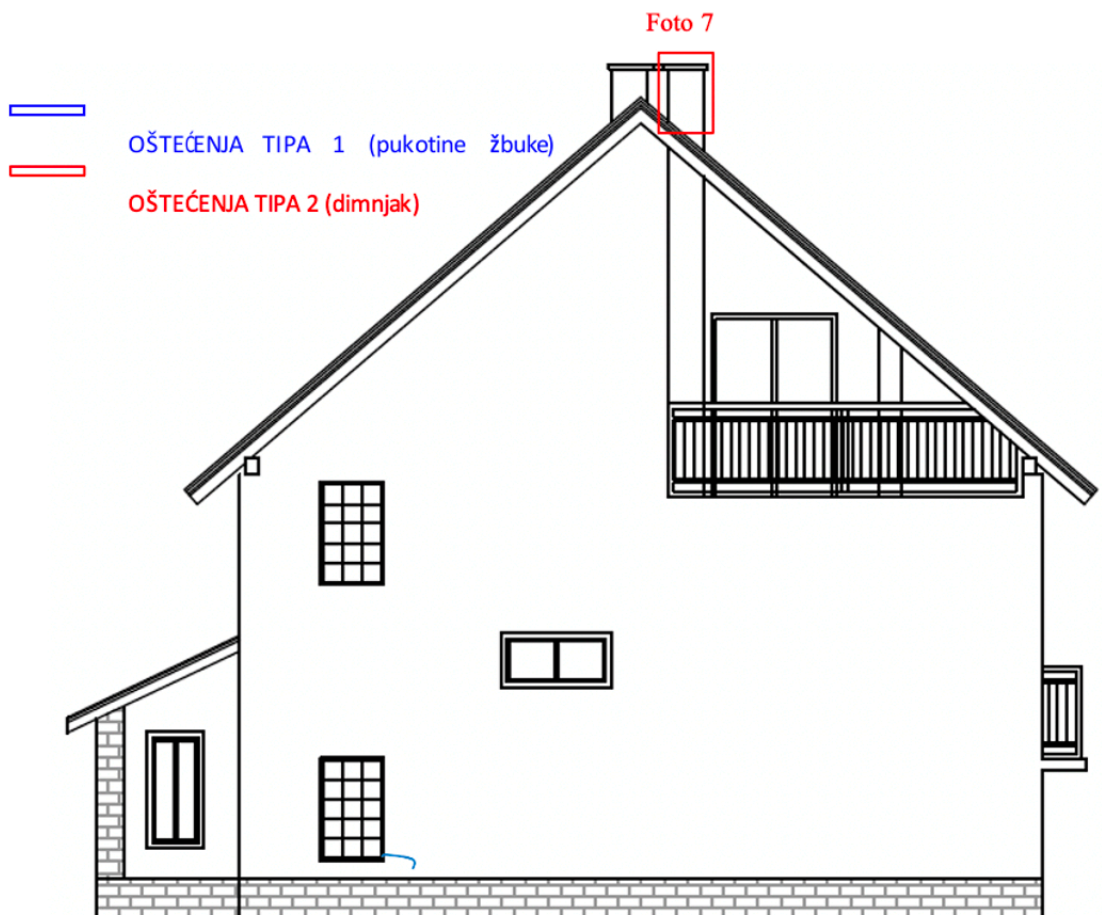
Slika 21. Prikaz mjesta i vrste oštećenja na sjevernom pročelju



Slika 22. Prikaz mjesta i vrste oštećenja na južnom pročelju

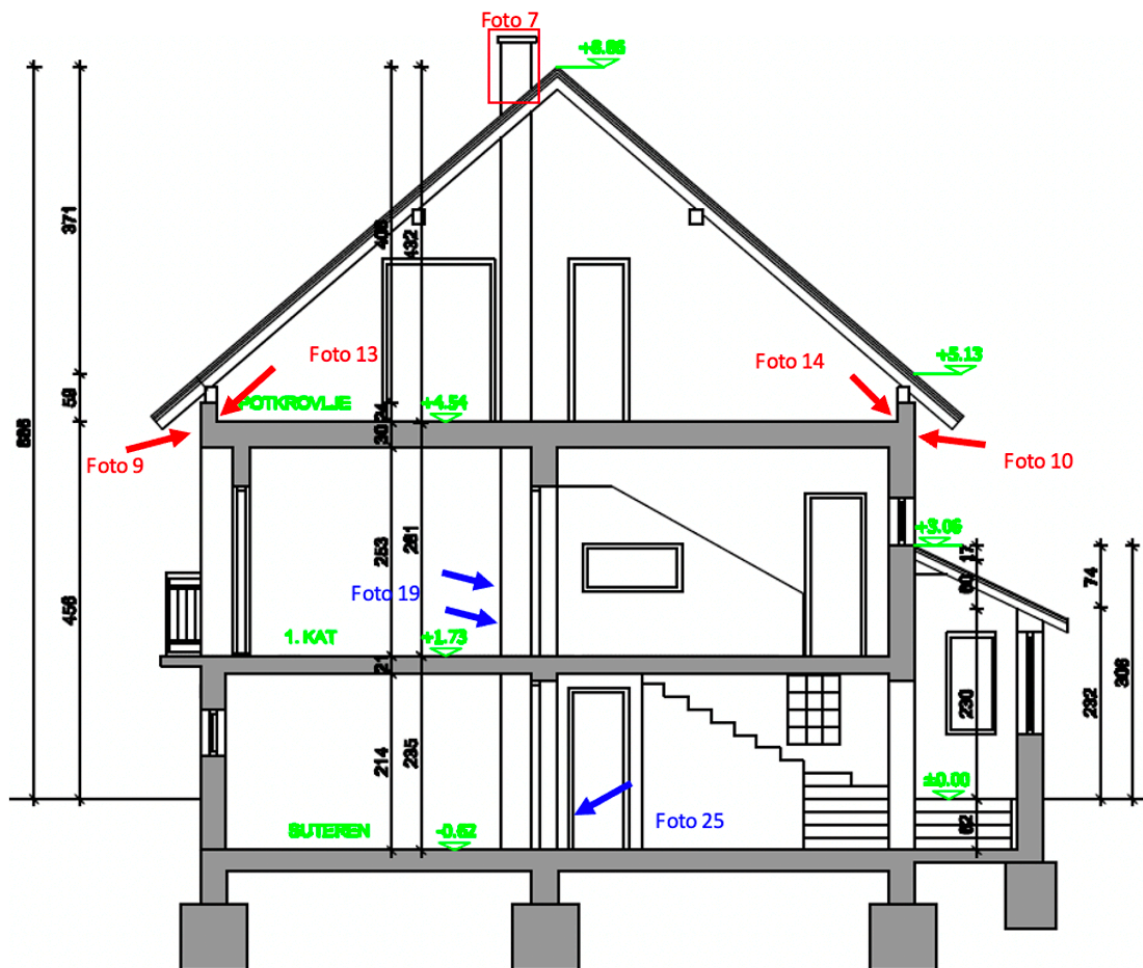


ZAPADNO PROČELJE



Slika 23. Prikaz mjesta i vrste oštećenja na zapadnom pročelju

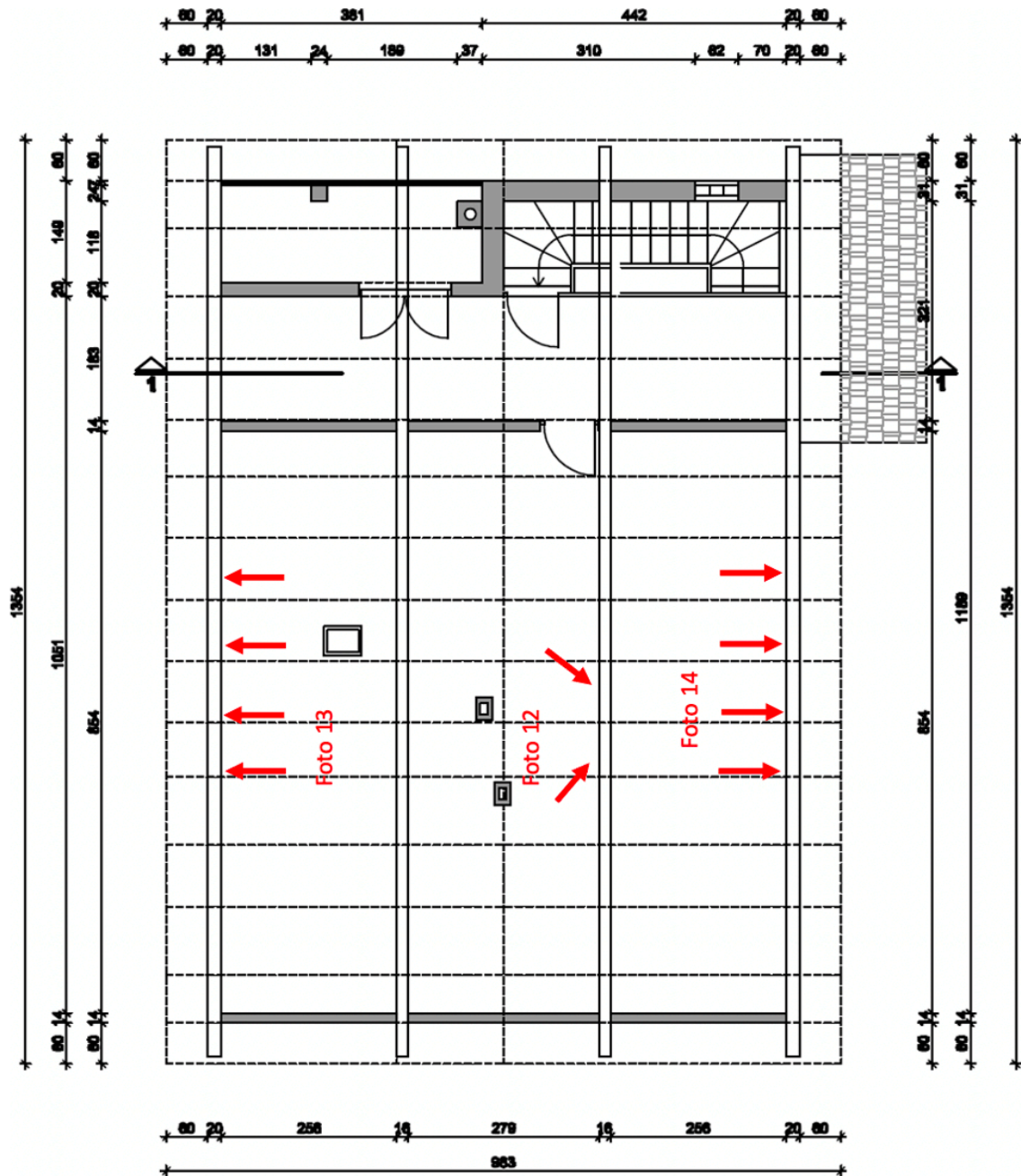
POPREČNI PRESJEK



- ▬ OŠTEĆENJA TIP 1 (pukotine žbuke unutarnjih zidova kod otvora ili dimnjaka)
- ▬ OŠTEĆENJA TIP 2 (pukotine u S i J vanjskim zidovima, zazor / razmaci na spoju MK konstrukcije kata s vanjskim zidovima)

Slika 24. Prikaz mjesta i vrste oštećenja na poprečnom presjeku

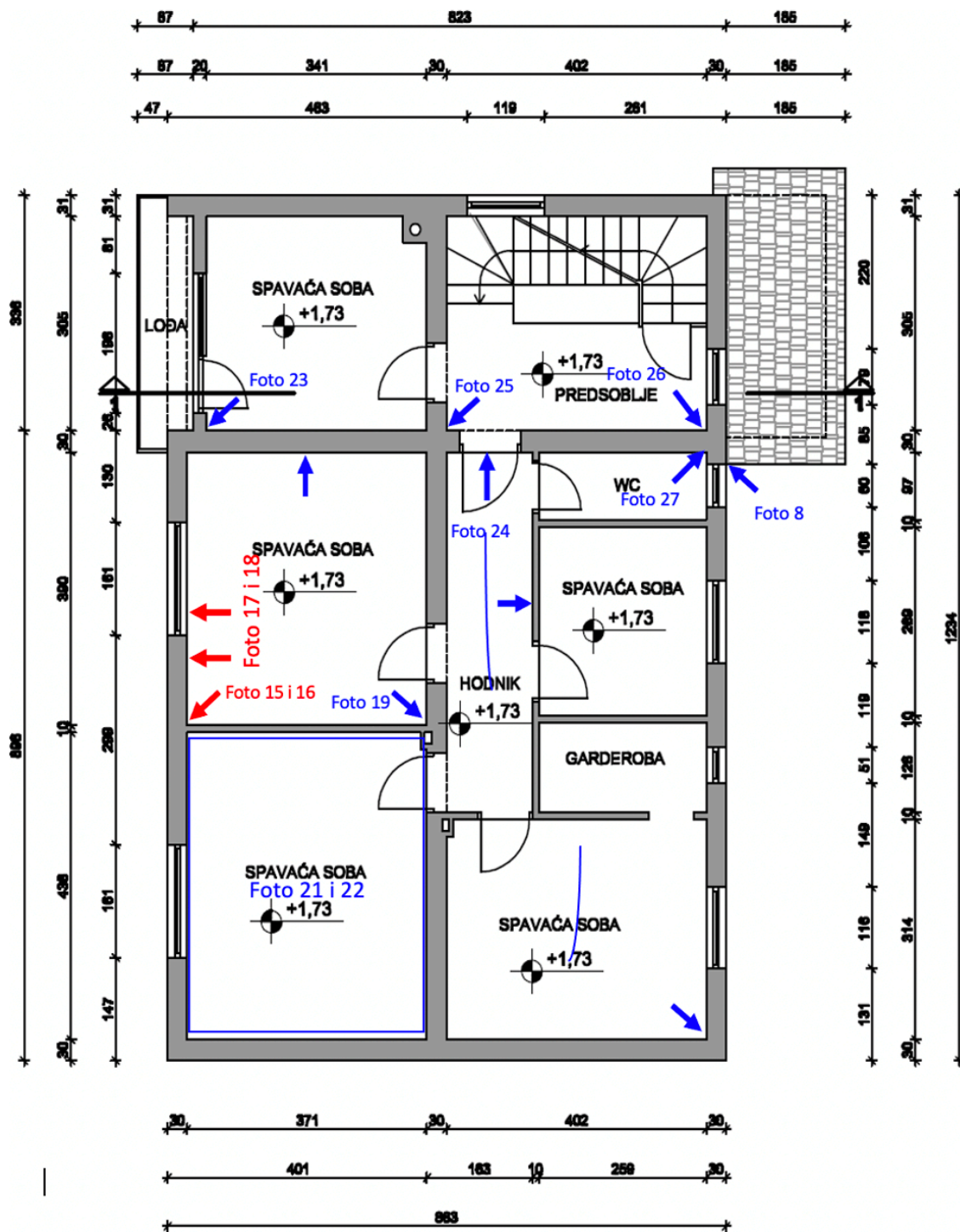
TLOCRT TAVANA (KROVNA KONSTRUKCIJA)



OŠTEĆENJA TIP 2 (zazori / razmaci na spoju MK konstrukcije kata s vanjskim zidovima, oštećenje drvene podrožnice na spoju sa stupom i oštećenje drvenih kosnika)

Slika 25. Prikaz mjesta i vrste oštećenja na tlocrtu tavana

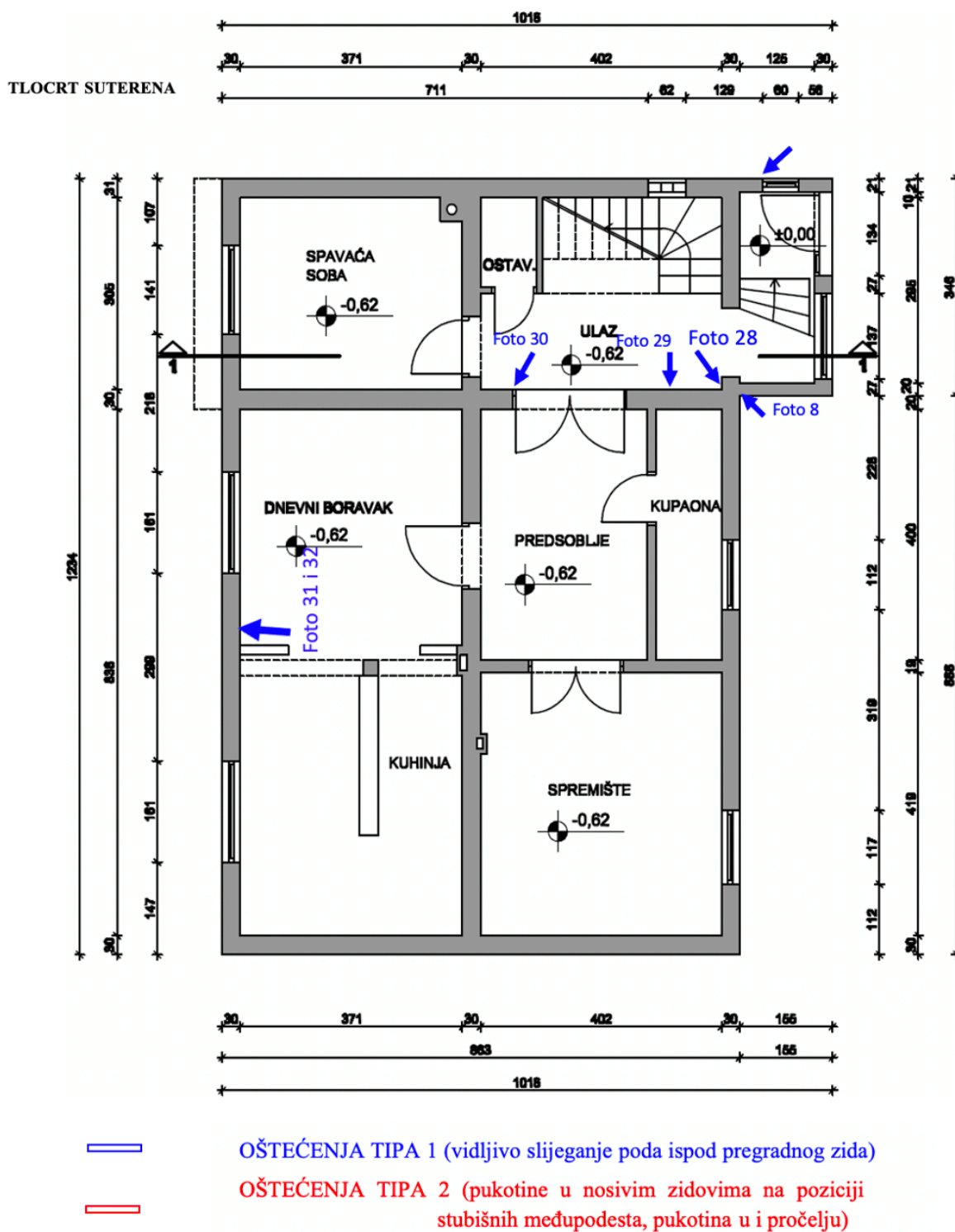
TLOCRT KATA



- ▬ OŠTEĆENJA TIP 1 (pukotine u podględu stropa, u pregradnim zidovima, na spoju zidova i dimnjaka i oko otvora)
- ▬ OŠTEĆENJA TIP 2 (horizontalne pukotine na spoju MK i vanjskog zida, vertikalne pukotine na spoju unutarnjeg i vanjskog zida)

Slika 26. Prikaz mjesta i vrste oštećenja na tlocrtu kata





Slika 27. Prikaz mjesta i vrste oštećenja na tlocrtu suterena

### 2.3.2. Prikaz mjesta i vrste oštećenja zabilježeno fotografiranjem



Foto 5. Pukotina vanjskog zida na poziciji MK iznad kata, oštećeni dimnjak i pokrov (S pročelje) OŠTEĆENJA TIP 2 (MK – međukatna konstrukcija)

*Slika 28. Prikaz pukotine vanjskog zida na poziciji iznad kata, te oštećeni dimnjak i pokrov*





Foto 6. Oštećeni dimnjak, pokrov i limarski opšav (S pročelje) – OŠTEĆENJA TIP A 2

*Slika 29. Prikaz oštećenog dimnjaka i limenog opšava*

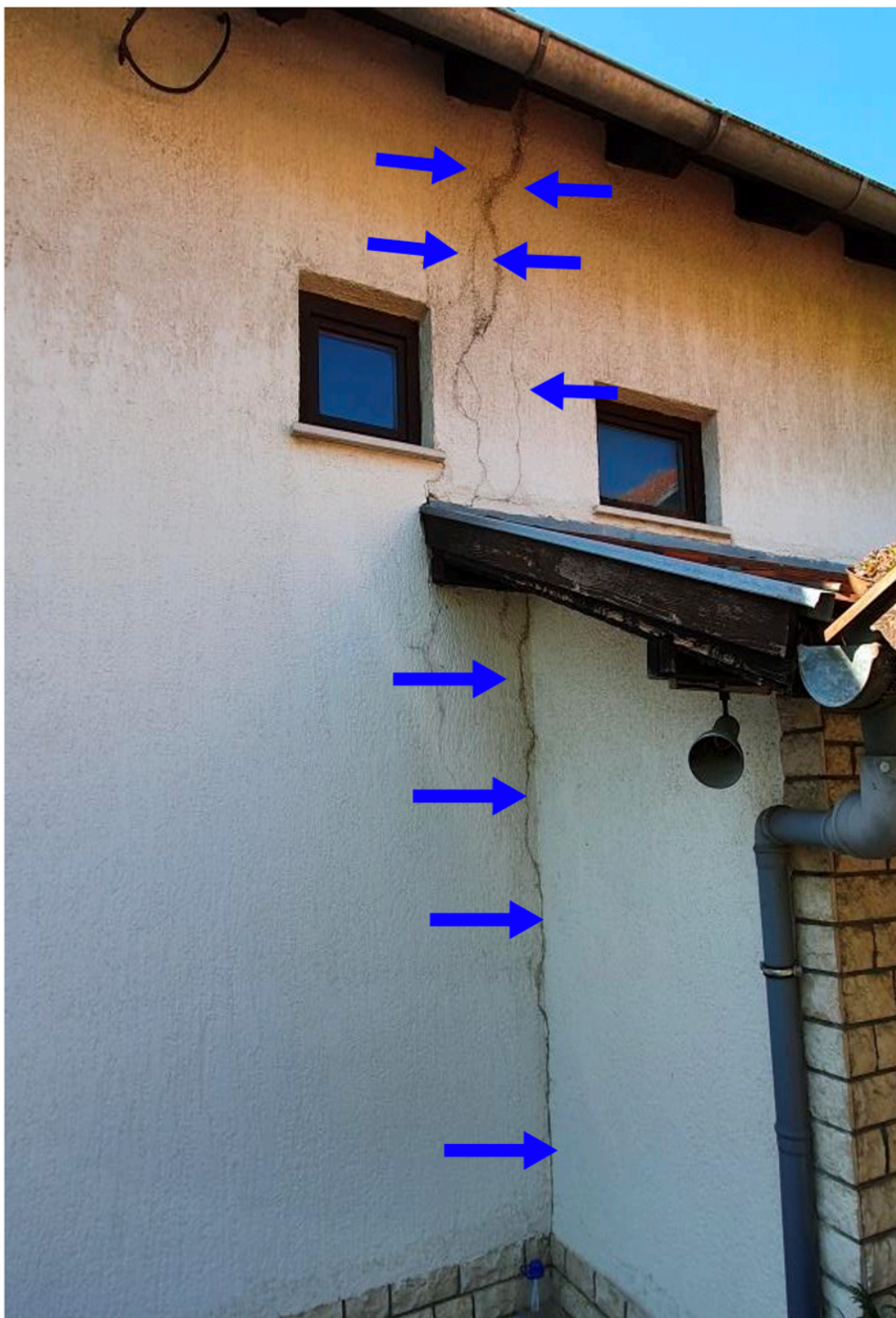


Foto 8. Vertikalna pukotina (spoj zgrade građene prije 1968. i dogradnje), S pročelje – OŠTEĆENJA TIPA 1

Slika 30. Prikaz vertikalne pukotine i odvajanja dograđenog dijela od osnovne zgrade





Foto 9. Pukotina u vanjskom zidu (J pročelje) – OŠTEĆENJE TIP A 2

Slika 31. Prikaz vodoravne pukotine u vanjskom zidu južnog pročelja



Foto 10. Pukotina u vanjskom zidu (S pročelje) – OŠTEĆENJE TIP A 2

Slika 32. Prikaz vodoravne pukotine u vanjskom zidu sjevernog pročelja



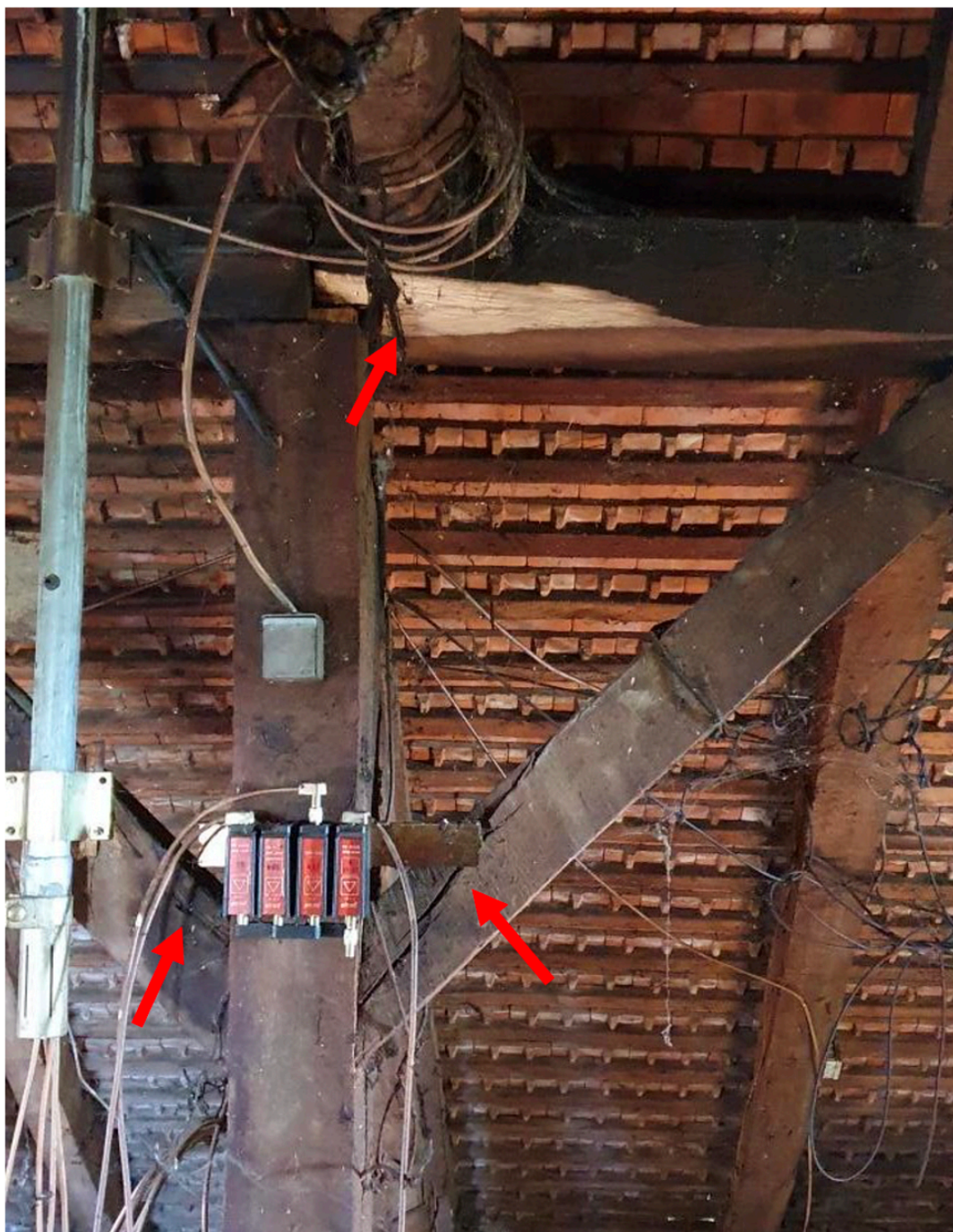


Foto 12. Oštećenje drvene podrožnice na spoju sa stupom i oštećenje drvenih kosnika - OŠTEĆENJA TIP 2

Slika 33. Prikaz oštećenja drvene podrožnice na spoju sa stupom i oštećenje drvenih kosnika





Foto 13. Pukotina na spoju MK (pod tavana) i vanjskog zida (J zid), izmjeren max pomak od cca 3cm OŠTEĆENJA TIP A 2

*Slika 34. Prikaz oštećenja parapetnog zida u potkrovlju na spoju sa podnom konstrukcijom*

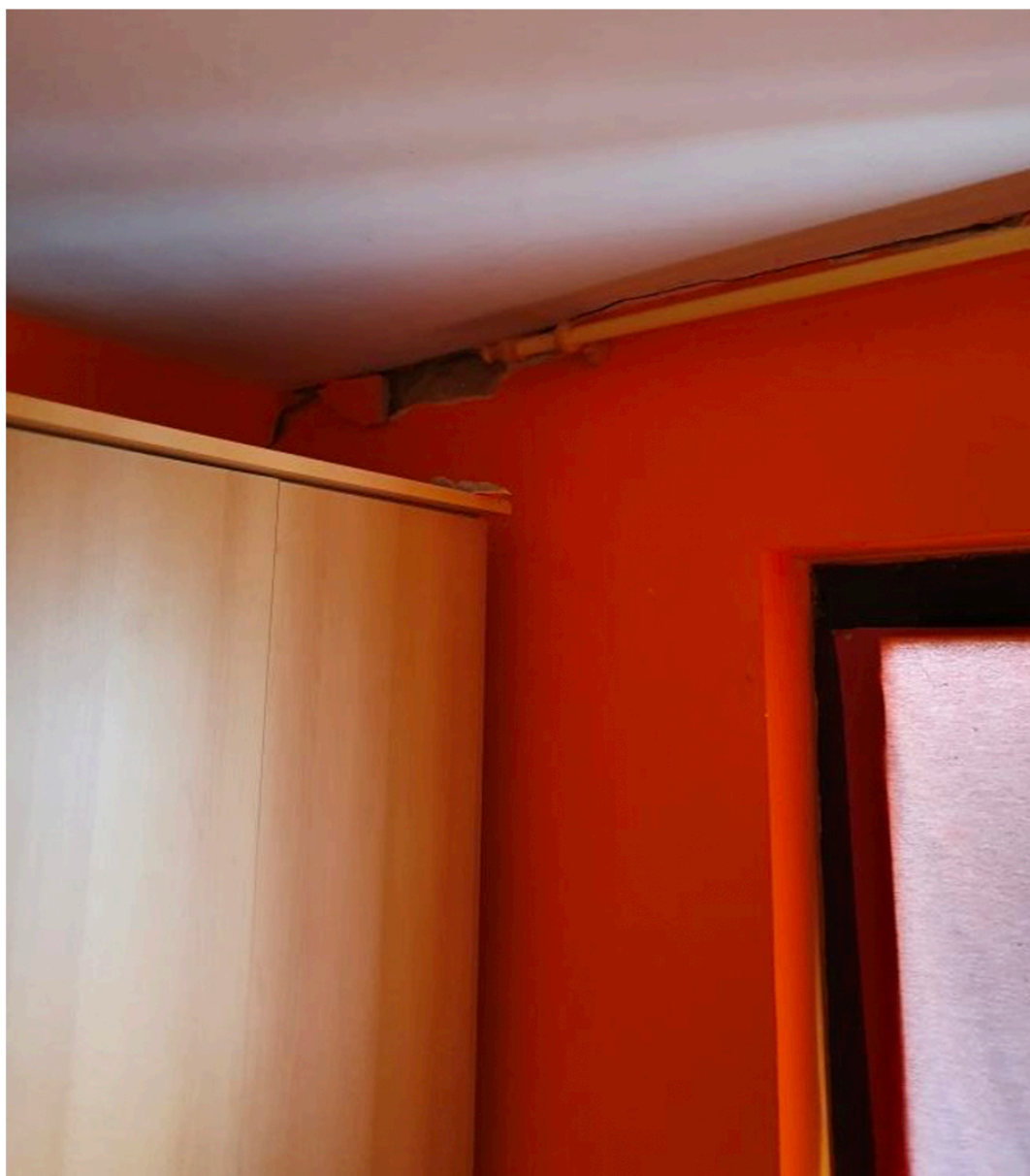


Foto 15. Horizontalna pukotina na spoju MK i vanjskog zida J zid) - OŠTEĆENJE TIP 2  
(MK – međukatna konstrukcija)

*Slika 35. Prikaz horizontalne pukotine na spoju MK i vanjskog zida J zid) - OŠTEĆENJE TIP 2 (MK – međukatna konstrukcija)*





Foto 16. Vertikalna pukotina na spoju unutarnjeg i vanjskog(zida (J zid) – OŠTEĆENJE TIPA 2

*Slika 36. Prikaz vertikalne pukotine na spoju unutarnjeg i vanjskog zida (J zid) - OŠTEĆENJE TIPA 2*



Foto 17. Horizontalna pukotina na spoju MK i vanjskog zida(J zid) - OŠTEĆENJE TIP 2 (MK – međukatna konstrukcija)



Foto 18. Horizontalna pukotina na spoju MK i vanjskog zida(J zid) - OŠTEĆENJE TIP 2 (MK – međukatna konstrukcija)

*Slika 37. Prikaz horizontalne pukotine na spoju MK i vanjskog zida J zid) - OŠTEĆENJE TIP 2*





Foto 20. Vertikalna pukotina na spoju unutarnjeg i vanjskog zida (J zid) – OŠTEĆENJE TIP A 2

*Slika 38. Prikaz horizontalne pukotine na spoju unutarnjeg i vanjskog zida (J zid) - OŠTEĆENJE TIP A 2*



Foto 21. Pukotine podgleda stropa iznad kata OŠTEĆENJA TIP 1



Foto 22. Pukotine podgleda stropa iznad kata OŠTEĆENJA TIP 1

*Slika 39. Prikaz pukotina stropa iznad kata- OŠTEĆENJE TIP 1*





Foto 23. Pukotina na spoju unutarnjeg zida i MK kata, te unutarnjeg i vanjskog zida - OŠTEĆENJE TIP 1(MK – međukatna konstrukcija)

*Slika 40. Prikaz pukotina na spoju unutarnjeg zida i MK kata, te unutarnjeg i vanjskog zida- OŠTEĆENJE TIP 1*

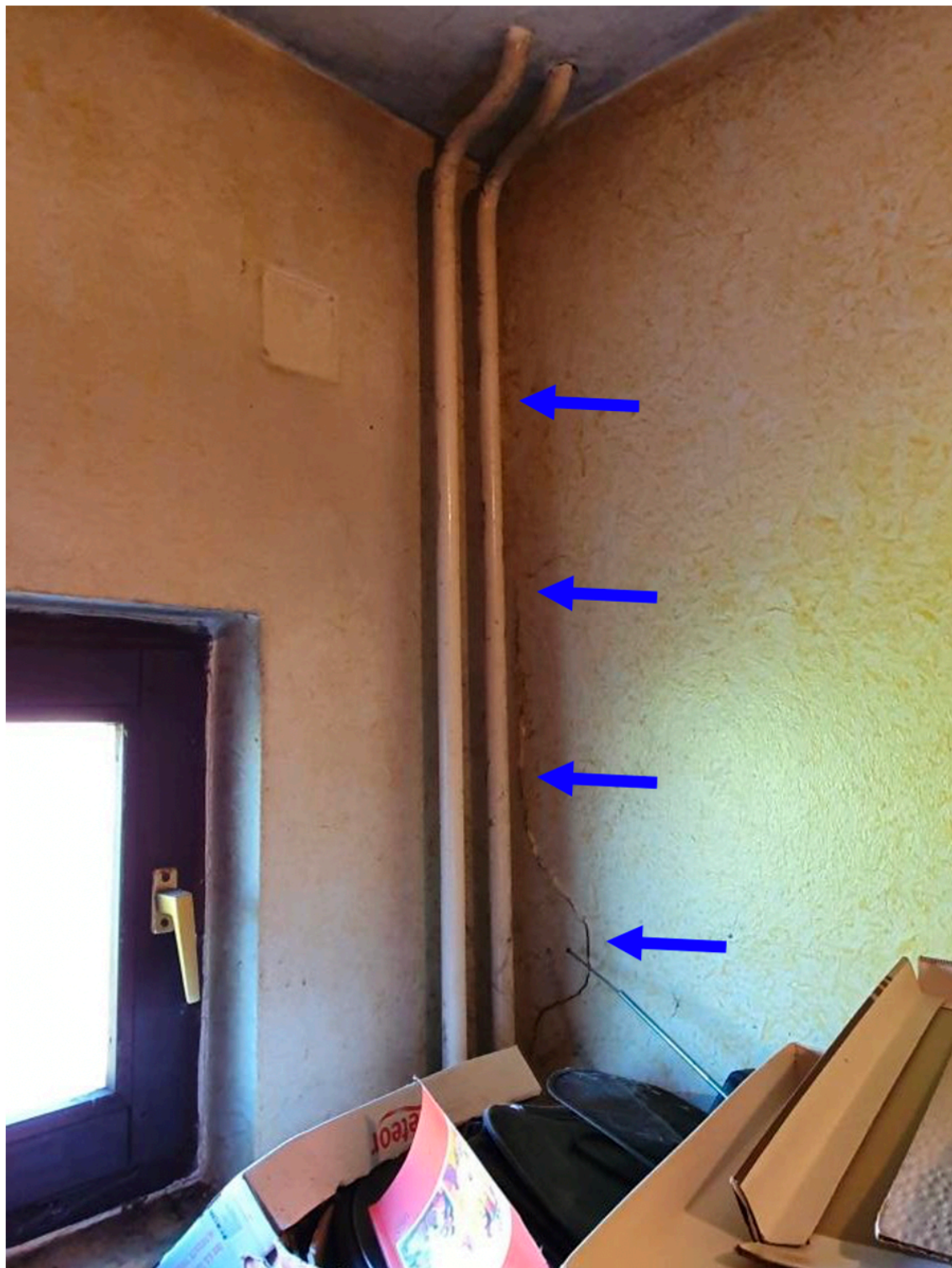


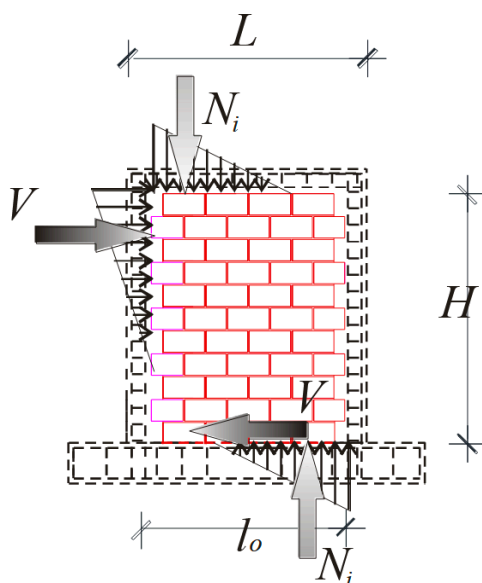
Foto 26. Pukotina na spoju unutarnjeg i vanjskog zida kata(S strana) – OŠTEĆENJE TIP A 1

Slika 41. Prikaz pukotina na spoju unutarnjeg zida kata (Sjeverna strana)-  
OŠTEĆENJE TIP A 1

Na prethodnim slikama su prikazana značajnija oštećenja koja bi trebalo sanirati bilo da se radi o dostizanju otpornosti na potres zahtijevane po razini 2 obnove ili za dovođenje građevine u stanje prije potresa budući da nastavak stanovanja u građevini sa ovom vrstom oštećenja nije moguć bez sanacije svih oštećenja.

Stanje zidane konstrukcije na očevidu nakon potresa je vidljivo oštećeno. Zabilježeno je više vertikalnih i horizontalnih pukotina koja se najjače ističu na spojevima zidova i spojevima zidova sa međukatnim konstrukcijama, a što je uobičajena pojava kod ovakvog tipa zidane konstrukcije koje su slabo otporne na opterećenje horizontalnim silama kojima su izložene u slučaju potresa. Stare zidane i nearmirane građevine se odupiru horizontalnim silama u ravnini čvrstoćom prijanjanja morta i trenjem koje je u funkciji vertikalnog opterećenja. Kroz svoj životni vijek mort, koji je uglavnom vapneni i bez dodatka cementa ili sličnog hidrauličkog veziva, gubi svoja prijanjajuća svojstva i tako zidovima nastupa smanjenje otpornosti na potresne sile. U jačem potresu opterećenja prelaze nosivost zida i on se ruši ili nastaju velika oštećenja pojedinih dijelova i čitave zgrade. Zato je potrebno ojačati takve zidove.

Djelovanje sila na uokvirenu zidanu konstrukciju može se predstaviti modelom kao na slici 42.



Slika 42. Prikaz djelovanja sila na uokvirenu zidanu konstrukciju pri djelovanju potresa [13]



Temeljne konstrukcije su trakasti temelji i oni su prilikom očevida bili otkopani radi provjere stanja i zatečeni su sa vidljivom vertikalnom pukotinom. U međuvremenu nije bilo novih otkapanja i utvrđivanja detaljnijeg stanja trakastih temelja.



*Slika 43. Prikaz otkopanog trakastog temelja na očevidu*

Međukatne konstrukcije imaju vidljiva oštećenja u vidu pukotina obloge podgleda stropova, te spojeva sa zidovima budući nema čvrste veze.

Provedenim očevidom nisu utvrđena oštećenja na izvedenim instalacijama na građevini. Zbog starosti zgrade i samih instalacija preporuča se izvršiti zamjenu prilikom radova na sanaciji štete od potresa.

## 2.4. Analiza potrebnih zahvata obnove

### 2.4.1. Vrste obnove

Tehničkim propisom o izmjeni i dopuni Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 75/2020) u Prilogu III [14] su definirane razine obnove za potresom oštećene konstrukcije zgrada u odnosu na mehaničku otpornost i stabilnost :

- Razina 1 – popravak nekonstrukcijskih elemenata

Svrha ovih radova je nekonstrukcijske elemente dovesti do razine lokalne nosivosti i stabilnosti kroz popravak ili zamjenom oštećenog nekonstrukcijskog elementa kako bi se građevine osposobile za boravak i daljnje korištenje odnosno vraćanje objekta u stanje prije potresa pri čemu se potresna otpornost zgrade u cjelini ovom vrstom popravka ne razmatra. U ovu razinu obnove spada :

- popravak ili uklanjanje i ponovna izvedba oštećenih dimnjaka, krovnih vijenaca i parapeta, balkonskih ogradnih zidova
- popravak ili uklanjanje i ponovna izvedba dijelova zabatnih zidova na tavanu ili potkrovlju
- djelomično ili potpuno prezidavanje nenosivih (pregradnih) zidova materijalom iste ili manje mase
- popravak krovišta (lokalna zamjena rogova, letvi, kosnika)
- zamjena dijelova pokrova (crijepa, sljemenjaka)
- popravak pukotina u nekonstrukcijskim elementima
- popravak ili zamjena dijelova krovne limarije, krovnih prodora, popravak krovne izolacije i sl.
- ostale slične mjere.

o Razina 2 – vrši pojačanje građevine

Uz mjere Razine 1, potrebno je izvesti pojačanje kritičnih mjesta u objektu i elemenata koji su oštećeni u potresu. Predviđenim zahvatima se očekuje postići razina otpornosti objekta 50% razine koju traži EC 8, odnosno u skladu s Pravilnikom iz 1981 i 1987. (karta za 95-godišnji povratni period) za granično stanje znatnog oštećenja.

Neki od značajnijih radova Razine 2 su :

- Popravlak većih pukotina u nosivim zidovima
- Obuhvatniji popravlak krovne konstrukcije
- Popravlak stubišta
- Popravlak i povezivanje zidova
- Popravlak međukatnih konstrukcija i sidrenje u zidove
- Mjere stabilizacije nepridržanih zidova
- Izmjena dimnjaka vezano uz zamjenu atmosferskog uređaja za loženje kondenzacijskim plinskim bojlerima
- Sva lokalna ojačavanja AB elementima, FRP-om ili sl.

Naznačeno je da radove konstrukcije Razine 2 treba izvoditi tako da se omogući jednostavno pojačanje građevinske konstrukcije nastavak na Razinu 3.

o Razina 3 – poboljšana razina nosivosti u odnosu na razinu 2

Razinom obnove 3 predviđeno je postići seizmičku otpornost 75-100% EC 8 ( za povratni period 225 g.) i obvezno se primjenjuje za zgrade razreda važnosti III prema nizu HRN EN 1998 koje su oštećene u potresu.

Neki od radova Razine 3 obnove su :

- Pojačanja nosivih zidova (injektiranje, fugiranje, prezidavanje, FRP, torketiranje)
- Pojačanje ili izvedba novih međukatnih konstrukcija i krovništa, sa propisanim sidrenjem u zidove



- Popravak i/ili izvedba novih stubišnih krakova i podesta
- Izvedba novih dodatnih (ukrutnih) nosivih zidova
- Pojačanje temelja
- Izvedba novih vertikalnih i horizontalnih serklaža

Provedba zahvata primjerenom pojačanju potresom oštećene građevinske konstrukcije da se postigne mehanička otpornost i stabilnost zgrade na potresno djelovanje za poredbenu vrijednost premašaja od 20% u 50 godina (povratni period 225 god.) za granično stanje znatnog oštećenja.

- o Razina 4 - cjelovita obnova

Ovom razinom je predviđeno postizanje mehaničke otpornosti i stabilnosti prema pripadnim normama niza HRN EN 1998 odnosno postizanje 90-100% zahtjeva EC i odnosi se na zgrade razreda važnosti IV oštećene u potresu.

Misli se na radove kojima se cjelovito obnavlja građevinska konstrukcija zgrade radi postizanje mehaničke otpornosti i stabilnosti zgrade prema važećim normama za projektiranje potresne otpornosti konstrukcije niza HRN EN 1998.

Uputom Ministarstva graditeljstva (klasa: 360-01/20-01/106, ur.br.: 531-01-20-1 od 3.srpnja 2020.) [15] uređeno je da se sa radovima svih razina može započeti temeljem glavnog projekta i bez ishođenja građevinske dozvole. Radovi razine 3 i 4 zahtijevaju ishođenje uporabne dozvolu po završetku radova.

#### **2.4.2. Predviđeni zahvati obnove**

Gledajući isključivo zahtjev za postizanjem otpornosti na potres za razinu 2 koja zahtijeva ispunjenje minimalno 50 % zahtjeva propisanog EC 8 njega je moguće postići radovima koji bi se mogli izvesti sanacije svih pukotina uz ojačanje svih potresom oštećenih zidova. Sanacija se treba izvoditi postavljanjem FRCM mreže ljepljenjem kontinuirano kroz pregrade. Platno se postavlja u visini cijelog zida na

svaki zid. Međusobno će se zidovi povezivati FRP užadima . Sudari zidova se izvode naizmjeničnim ljepljenjem FRP užadi na mreže i uvođenjem u zidove pod kutom od 45°. Po postavljenoj mreži i užadima se nanosi nova žbuka.

Na drvenoj podnoj konstrukciji nisu predviđeni radovi sanacije zbog stanja sa opterećenjem temeljnog tla koje je prema geomehaničkom nalazu i izvještaju na 98% dozvoljenog opterećenja. Zbog izuzetno skupih mjera osiguranja konstrukcije od mogućnosti urušavanja prilikom radova izrade većih šliceva, žljebova i slično ukoliko bi se izvodili vertikalni i horizontalni serklaži, te zbog kako je već ranije navedeno stupnja opterećenosti temeljnog tla, vertikalni i horizontalni serklaži nisu primjenjivi i ne predlažu se izvoditi. Svi rasklimani dijelovi zidova će se demontirati i nanovo zazidati produženim vapneno-cementnim mortom.

Sa izvedbom svih opisanih zahvata ne prekoračuje se dozvoljeno opterećenje za vrstu tla na kojem je građevina temeljena (prema izvješću geomehaničara temeljno tlo je prije bilo kakvih dodatnih radova i ugradnje opterećenja opterećeno vertikalnim projektnim djelovanjem od 1350 kN što je minimalno manje od dozvoljenog opterećenja koje iznosi 1364 kN s tim da je, u postocima gledano, opterećenje na 98,9% dozvoljenog opterećenja. Može zaključiti da nova opterećenja tla, koja bi nastupila bilo kakvim ukrućivanjima i ojačanjima armiranim betonom kroz ab ploče i vertikalne i horizontalne serklaže koja bi ujedno vršila dodatno opterećenje na temeljno tlo nisu dopuštena bez ojačanja temeljnih traka što bi dodatno izazvalo troškove sanacije.

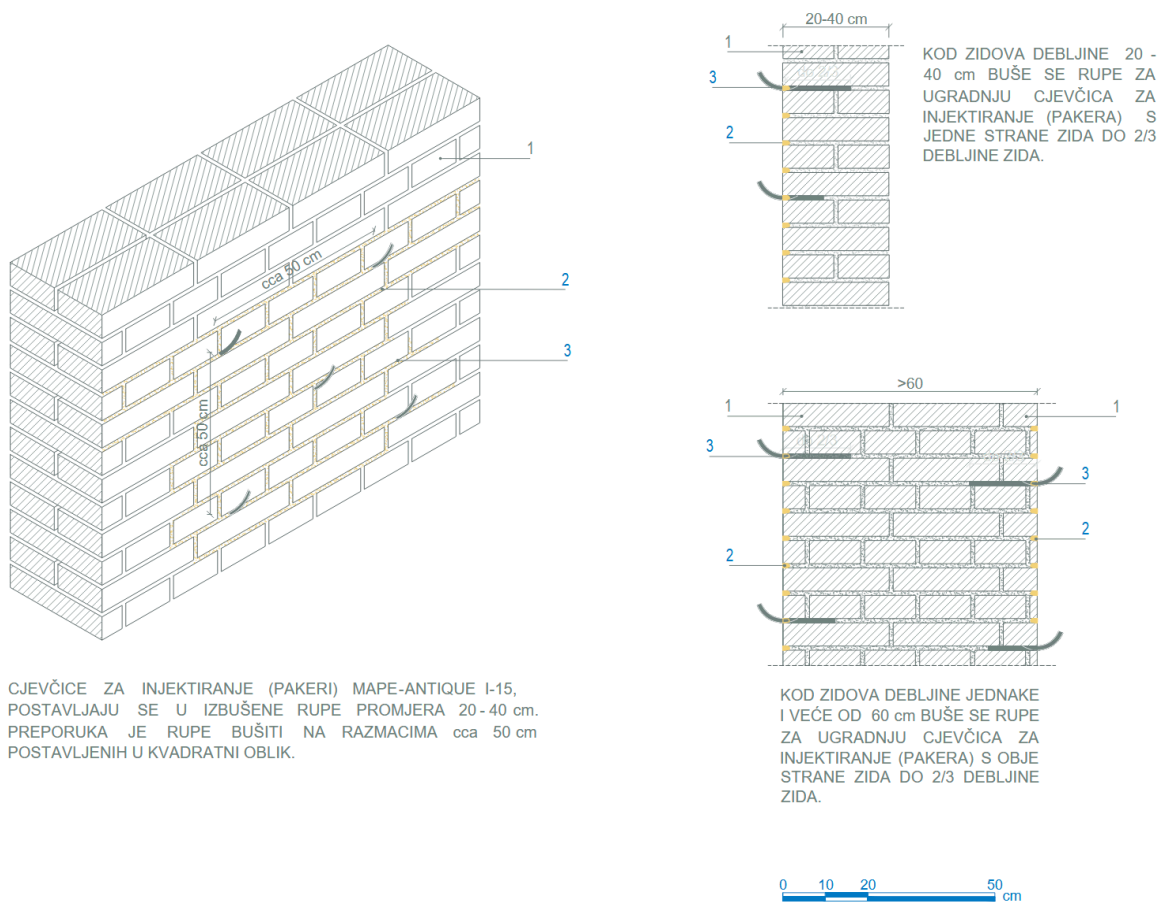
### **2.4.3. Materijali i način izvođenja radova sanacije**

U izvedbi sanacijskih radova će se upotrijebiti klasični (produženi vapneno-cementni mort, puna opeka) i suvremeni materijali, te materijali proizvedeni između ostalog za sanaciju oštećenja od potresa poput FRCM i FRP-a.

Moguće je još upotrijebiti materijale za injektiranje nosivih zidova [16]. Postupak kod izvođenja injektiranja je slijedeći : prvo se pripremi podloga na način da se zapune i zabrtve sve pukotine i praznine na površini zida gdje bi mogla iscuriti injektirana smjesa.

Potom se izbuši niz rupa promjera 20 do 40 mm do dubine 2/3 debljine zida na rasteru kvadratne udaljenosti 50x50 cm.

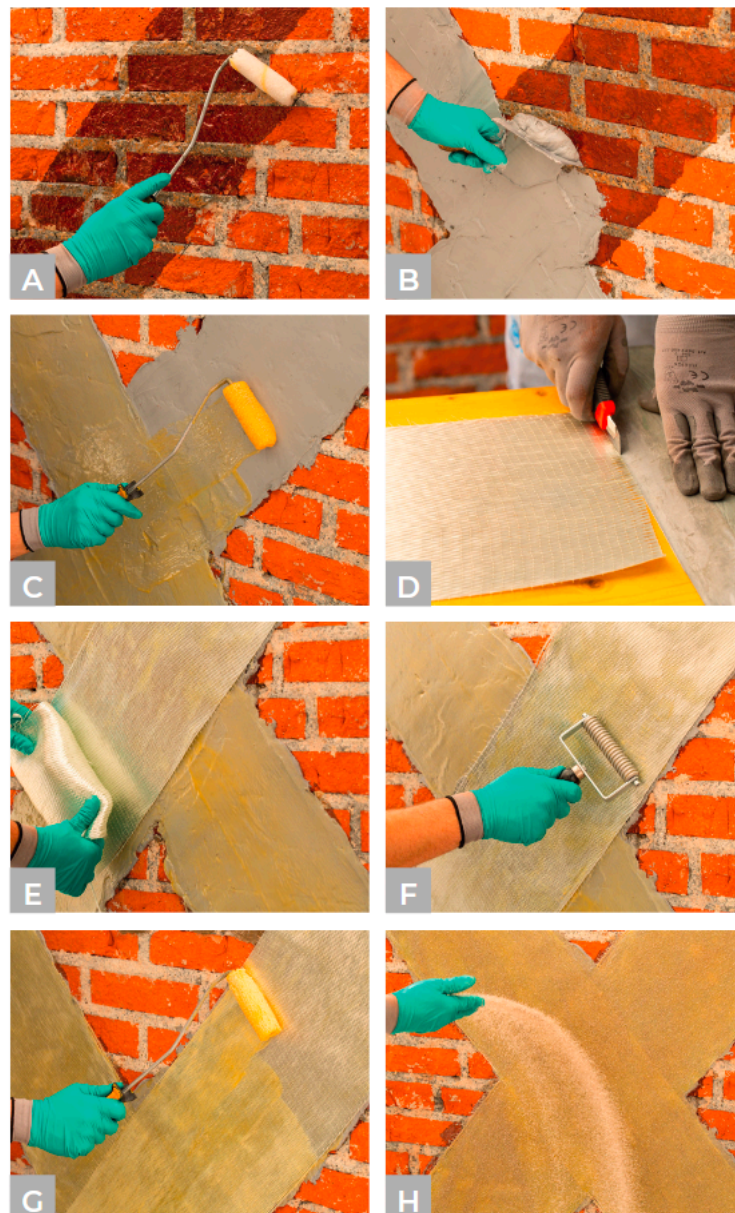
Zatim se ugrade cjevčice u prethodno izbušene rupe . Dan prije injektiranja je potrebno zasiti vodom unutrašnjost konstrukcije i onda započeti injektiranje od najviše cjevčice prema niže.



CJEVČICE ZA INJEKTIRANJE (PAKERI) MAPE-ANTIQUÉ I-15, POSTAVLJAJU SE U IZBUŠENE RUPE PROMJERA 20-40 cm. PREPORUKA JE RUPE BUŠITI NA RAZMACIMA cca 50 cm POSTAVLJENIH U KVADRATNI OBLIK.

Slika 44. Prikaz postupka injektiranja (izvor: brošura Mapei, Protupotresna ojačanja konstrukcija) [16]

Ojačanje nosivih zidova od opeke karbonskim vlaknima FRP sustava [16] se izvodi u nekoliko slojeva dok su slojevi još svježi. Prvo se na površinu koja se sanira nanese dvo-komponentni epoksidni temeljni premaz, zatim se nanese dvo-komponentni epoksidni kit i epoksidna smola pa specijalna tkanina koja se rolerom utiskuje u prethodno navedene slojeve. Zatim se preko postavljene tkanine nanosi drugi sloj epoksidne smole te se dok je još smola svježā smolu posipa kvarcnim pijeskom.



Slika 45. Prikaz postupka ojačanja - FRP sustav (izvor: brošura Mapei, Protupotresna ojačanja konstrukcija) [16]



FRCM sustav je sustav ojačanja nosivih zidanih zidova od opeke primjenom „kompaktne armirajuće žbuke“ [16] koja se sastoji od alkalno otporne mrežice u kombinaciji sa dvo-komponentnim mortom visoke duktilnosti ojačanim vlaknima.

Način izvođenja je slijedeći : na površinu koja se sanira se najprije nanese dvo-komponentni mort visoke duktilnosti u kojega se potom utisne alkalno-otporna mrežica sa preklopima spojeva po dužini od min.10 cm širine, te se potom nanese drugi sloj morta u debljini sloja od 5-6 mm.



Slika 46. Prikaz postupka ojačanja - FRCM sustav (izvor: brošura Mapei, Protupotresna ojačanja konstrukcija) [16]

FRCM sustav [16] se može upotrijebiti i za popravak lokalnih pukotina i postupak je gotovo identičan prethodnome sa dopunom da se prije radova treba zidna površina očistiti od svih dijelova postojeće žbuke koja se rasklimala i koja se može odvojiti i otpasti.



Slika 47. Prikaz postupka ojačanja - FRCM sustav (izvor: brošura Mapei, Protupotresna ojačanja konstrukcija) [16]



Pregradne zidove se može učvrstiti MAPEWRAP EQ SYSTEM sustavom materijala i radova [16]. Izvodi se tako da se prvotno skine boja sa svih zidova i minimalno još 10 cm sa stropova koji su u dodiru sa pregradnim zidovima. Potom se nanese sloj ljepila po cijeloj površini pregradnog zida u kojega se polaže tkanina u dva sloja, te se još jednim slojem premaza ljepila premaže položena tkanina. Nakon 24 sata se ojačana površina ožbuka mortom za zaglađivanje kao PLANITOP 200.



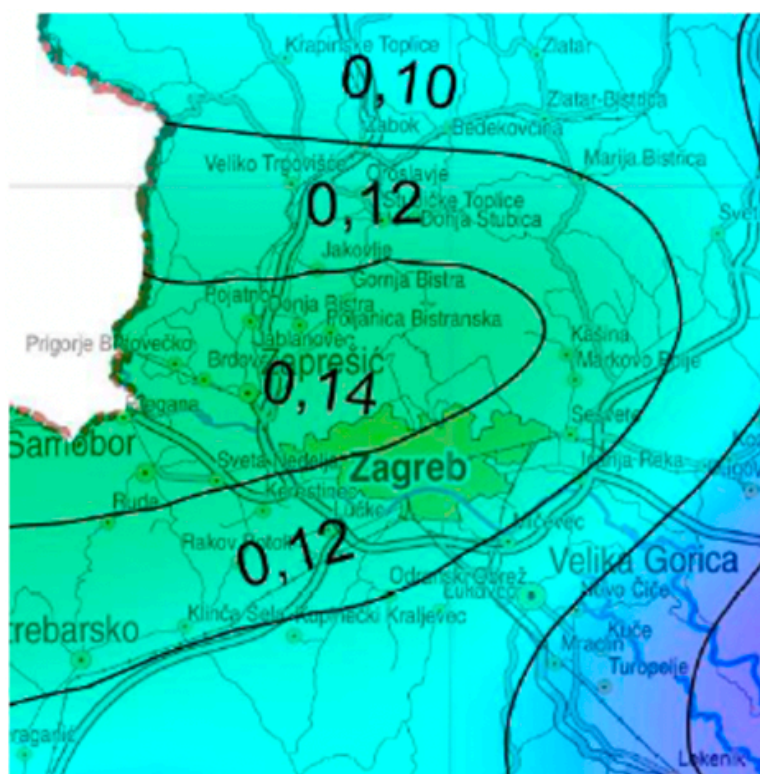
Slika 48. Prikaz postupka ojačanja – MAPEWRAP EQ sustav (izvor: brošura Mapei, Protupotresna ojačanja konstrukcija) [16]

### 3. Proračun potresne otpornosti

#### 3.1. Ulazni podaci

Prema podacima seizmičke karte Geofizičkog odsjeka PMF-a horizontalna vršna ubrzanja iznose za lokaciju predmetne građevine:

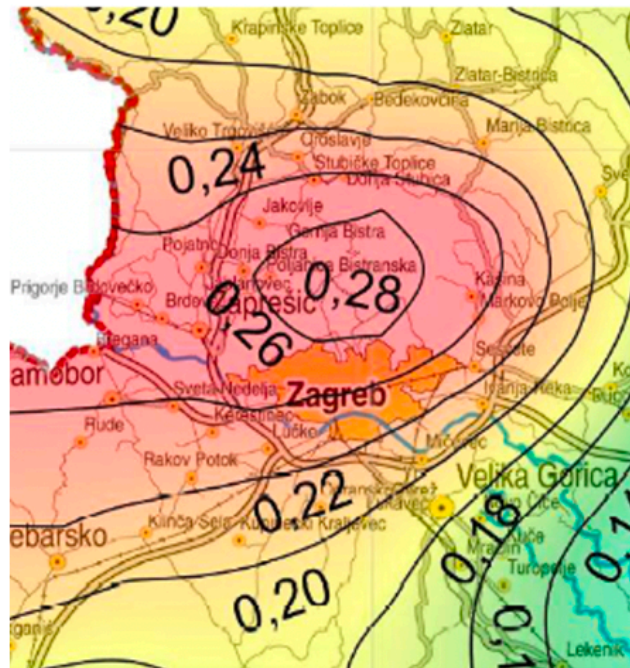
$a_{gR}=0.13$  g za  $T_p=95$  god.



Slika 49. Isječak iz seizmološke karte za povratni period 95.godina [17]

$ag_R=0.26$  g za  $T_p=475$  god.

$g=9,81$  m/s<sup>2</sup>



Slika 50. Isječak iz seizmološke karte za povratni period 475.godina [5]

Za predmetnu građevinu izvršeno je ispitivanje temeljenog tla te je utvrđeno da je temeljena na tlu tipa „D“. Iz norma HRN EN-1998-1:2011. Kompletni geomehanički izvještaj se nalazi u poglavlju PRILOZI na kraju ovog diplomskog rada.

Provjera zatečenog stanja je izvršena u računalnom programu 3Muri 13.5.02 za statičko vertikalno opterećenje i za horizontalno potresno opterećenje N2 statičkom nelinearnom metodom („push-over“ analiza). „Push-over“ analiza je kvazistatička analiza zgrade u kojoj se provjera potresne otpornosti zgrade provodi na modelu zgrade kako ga oblikuje računalni program. Na model zgrade računalni program nanosi bočno opterećenje odnosno horizontalnu silu veličine od nule pa sve do maksimalne sile koju zgrada može podnijeti. Rezultat 3Muri nelinearne statičke „push-over“ analize je krivulja kapaciteta ili „push-over“ krivulja koja predstavlja potresnu otpornost analiziranog modela odnosno zgrade. Naziva se statična jer se sila nanosi statično, a nelinearna zato jer je odziv konstrukcijskih elemenata nelinearan (iz elastičnog stanja konstrukcijski elementi prijeđu u plastično stanje

sve do rušenja). Bočno guranje ili „push-over“ 3Muri provodi za X i Y smjer. Sile u X smjeru prenašaju zidovi koji se pružaju u X smjeru, a sile u Y smjeru prenašaju zidovi koji se pružaju u Y smjeru.

Postupak rada proveden u računalnom programu 3Muri je bio slijedeći : prvo se modelirala zgrada za koju se provodi analiza. Kod modeliranja predmetne zgrade krovna konstrukcija je definirana kao nestrukturna jer je stara i loše ili nikako usidrena te se u modelu doprinos krutosti krovišta zanemaruje, a što je na strani sigurnosti. Balkon i unutrašnje stubište se tretira kao dodatno opterećenje (linearno opterećenje). Konzervativno smo zanemarili sudjelovanje zidova vjetrobrana jer je to naknadno dozidano i očekivano je da će tu doći do pukotina na spoju. S obzirom da se pregradni zidovi ne pružaju po visini građevine već su elastično oslonjeni na drveni grednik njihov se utjecaj zanemaruje u modelu. Zidovi koji se iz donje etaže ne nastavljaju na gornju ili su zidani na drvenom gredniku se tretiraju kao dodatno linearno opterećenje. Za iscrtavanje „push-over“ krivulje potrebno je odabrati kontrolni čvor koji računalni program koristi u provedbi analize, odnosno kao čvor za kontrolu pomaka. Kao kontrolni čvor odabire se čvor sa najvećim očekivanim pomakom uslijed bočnog opterećenja. Kontrolni čvor se za predmetnu građevinu razlikuje ovisno o smjeru (X i Y smjer). Norma EC 8 propisuje da mi u modelu moramo obuhvatiti vjerojatnost i mogućnost da se nama stvarna udaljenost centra krutosti i centra masa ne poklapa sa našom modelskom udaljenosti. Uslijed različitog rasporeda uporabnog opterećenja (namještaj, ljudi ...) u stvarnosti u odnosu na model, postoji mogućnost da je u stvarnoj konstrukciji težište udaljenije od centra krutosti nego u modelu što nije na strani sigurnosti. Zbog toga računalni program provodi po 12 analiza po pravcu što onda obuhvaća sve kombinacije opterećenja. Od njih 24 odabiremo 2 sa najmanjom nosivosti, jednu po X i jednu po Y smjeru, i one su mjerodavne. U skladu s propisima 3Muri poštuje obje propisane razdiobe horizontalnog opterećenja na konstrukciju, ravnomjerno (uniformno) i opterećenje proporcionalno prvom njihajućem obliku konstrukcije. U skladu sa normom 3Muri izvrši dvije kontrole, prva je za granično stanje nosivosti GSN što je zapravo značajno oštećenje (ZO), a druga za granično stanje uporabljivosti GSU odnosno ograničeno oštećenje (OO). Granično stanje blizu rušenja ne koristimo sukladno prema nacionalnom dodatku RH za EC 8. Za nove

zgrade nas norma traži da aktiviramo 80 do 90% mase u X i Y smjeru, što je za stare zgrade nemoguće pa se u proračunu aktivira maksimalno mase koliko može.

Iz progibne linije se vidi koji će zidovi najviše stradati, koji se najviše izmiču i imaju najveće pomake.

S obzirom na zahtjev EC8 norme, provode se analize sa dvije različite razdiobe bočnog opterećenja – modalnom i uniformnom razdiobom. Mehaničke karakteristike gradiva su pretpostavljene obzirom na vrijeme gradnje objekta te dostupne informacije iz arhivske dokumentacije. Prije izrade prijedloga sanacijskih zahvata obnove konstrukcije na Razinu 2 nije provedeno ispitivanje mehaničkih karakteristika gradiva.

Karakteristike upotrijebljenih materijala u proračunu pomoću računalnog programa 3Muri 13.5.02 su :

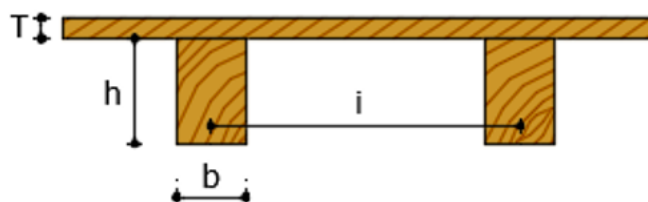
Tablica 7. Upotrijebljeni materijali i njihove karakteristike

Ime		Tip		Boja		Opis	
C20/25		Beton				EN 1992-1-1:2005	
B420		Razred armature				EN 1992-1-1:2005	
C16		Drvo				EN 338:2002	
zid		Ziđe					
Ime	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Specifična težina [kN/m <sup>3</sup> ]	f <sub>m</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	Posmična otpornost [N/cm <sup>2</sup> ]		
zid	2,100.00	350.00	18	191.67	6.33		
Ime	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Specifična težina [kN/m <sup>3</sup> ]	f <sub>cm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>ck</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>c</sub>	α <sub>cc</sub>
C20/25	30,000.00	12,500.00	25	28.0	20.0	1.50	1.00
Ime	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Specifična težina [kN/m <sup>3</sup> ]	f <sub>ym</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>s</sub>	
B420	200,000.00	76,923.00	79	452.0	420.0	1.15	
Ime	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Specifična težina [kN/m <sup>3</sup> ]	f <sub>wm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>wk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>w</sub>	
C16	8,000.00	500.00	4	23.0	16.0	1.30	

Tablica 8. Elementi vertikalne konstrukcije građevine- suteran

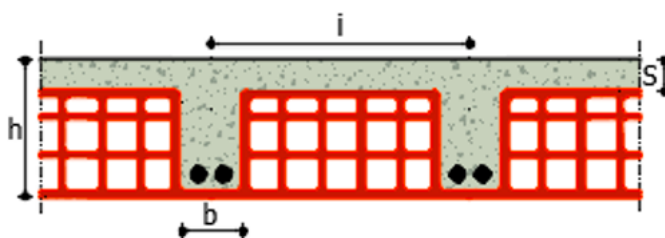
Br.	Zid	Materijal	Ojačanje	Elevacija [cm]	Visina [cm]	Debljina [cm]
1	1	zid	-	235	235	25.0
3	2	zid	-	235	235	25.0
5	3	zid	-	235	235	25.0
7	4	zid	-	235	235	25.0
13	7	zid	-	235	235	12.0
15	8	zid	-	235	235	25.0
17	9	zid	-	235	235	25.0
19	10	zid	-	235	235	12.0
45	13	zid	-	235	235	12.0
49	14	zid	-	235	235	12.0

Strop suterena i kata starog dijela predmetne građevine u računalnom programu 3Muri 13.5.02 je statički prikazan kao jednosmjerni drveni pod s jednom drvenom daskom.



Slika 51. Drveni pod iz programa

Strop suterena i kata dograđenog dijela predmetne građevine u računalnom programu 3Muri 13.5.02 je statički prikazan kao FERT pod.



Slika 52. Fert pod



Balkon je uzet kao opterećenje podne konstrukcije kata

Tablica 9. Elementi horizontalne konstrukcije građevine- suterena i kata

Br.	Balkon	Udaljenost od donje etaže [cm]	Duljina [cm]	Širina [cm]
1	Na zidu br.4	10	318	80

Tablica 10. Elementi horizontalne konstrukcije građevine- suterena i kata

Ime		Materijali		Opis				
U1	Drvene grede: C16	Jednosmjerni drveni pod s jednom drvenom daskom b [cm] = 14.0; h [cm] = 16.0; i [cm] = 100.0; T [cm] = 2.5						
U2	Beton: C12/15	Fert podna ploča b [cm] = 12.0; i [cm] = 60.0; h floor [cm] = 16; S [cm] = 4.0						
Br.	Ozn.	Elevacija [cm]	Deb. [cm]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Ex [N/mm <sup>2</sup> ]	Ey [N/mm <sup>2</sup> ]	Opterećenje masom	Tip
1	U1	235	20.0	10.00	4,480.00	0.00	Jednosmjerno	Jednosmjerni drveni pod s jednom drvenom daskom
2	U1	235	20.0	10.00	4,480.00	0.00	Jednosmjerno	Jednosmjerni drveni pod s jednom drvenom daskom
5	U2	235	20.0	11,250.00	43,200.00	27,000.00	Jednosmjerno	Fert pod
6	U2	235	20.0	11,250.00	43,200.00	27,000.00	Jednosmjerno	Fert pod

Tablica 11. Elementi vertikalne konstrukcije građevine- kata

Br.	Zid	Materijal	Ojačanje	Elevacija [cm]	Visina [cm]	Debljina [cm]
21	1	zid	-	510	275	25.0
22	2	zid	-	510	275	25.0
23	3	zid	-	510	275	25.0
24	4	zid	-	510	275	25.0
26	8	zid	-	510	275	25.0
27	9	zid	-	510	275	25.0

## Krovnna konstrukcija

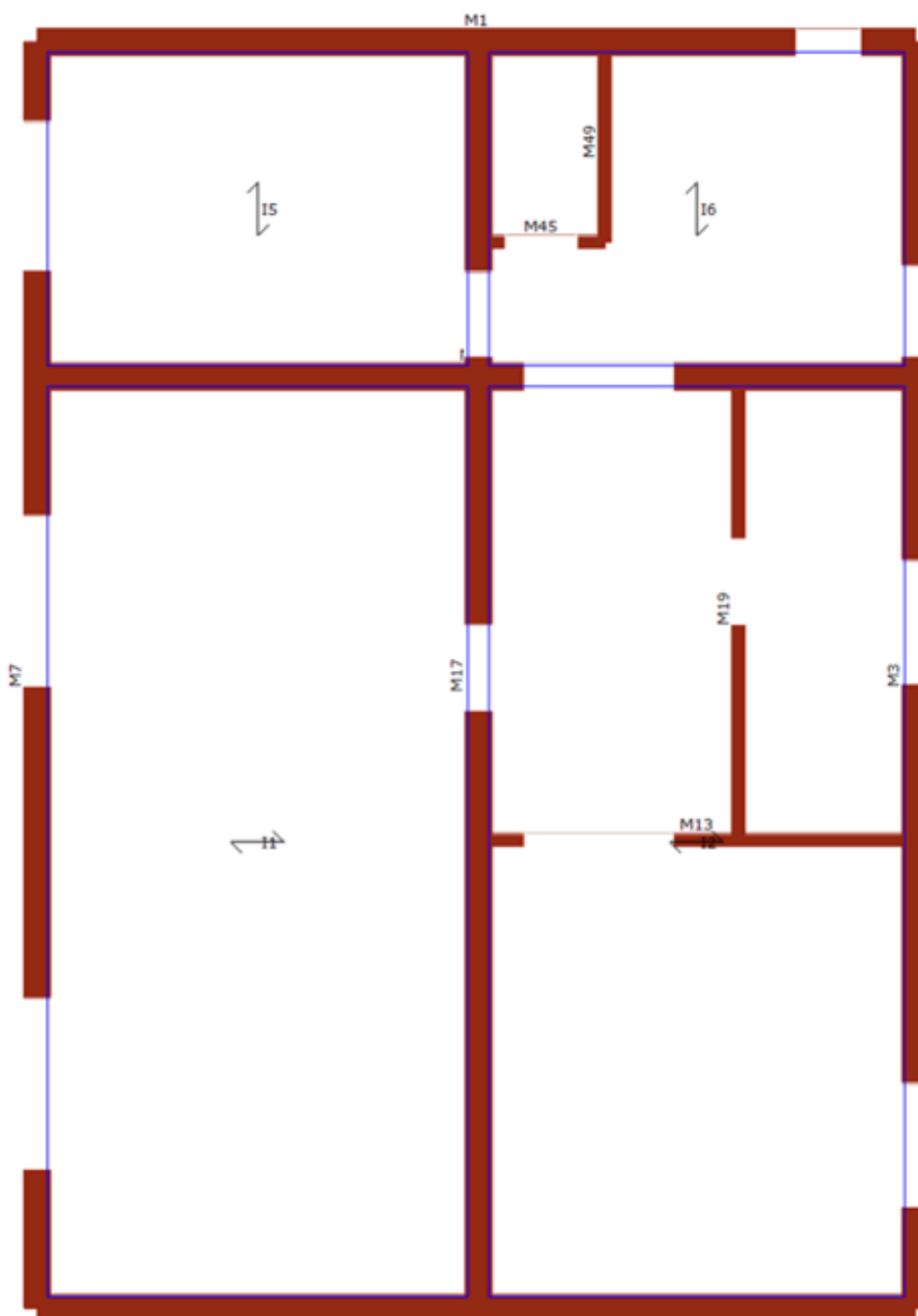
Tablica 12. Elementi krovne konstrukcije građevine

Br.	Zid	Materijal	Area [cm <sup>2</sup> ]	J [cm <sup>4</sup> ]	W plastično [cm <sup>3</sup> ]
35	9	C16 Četinjača	288.00	7,776.00	864.00

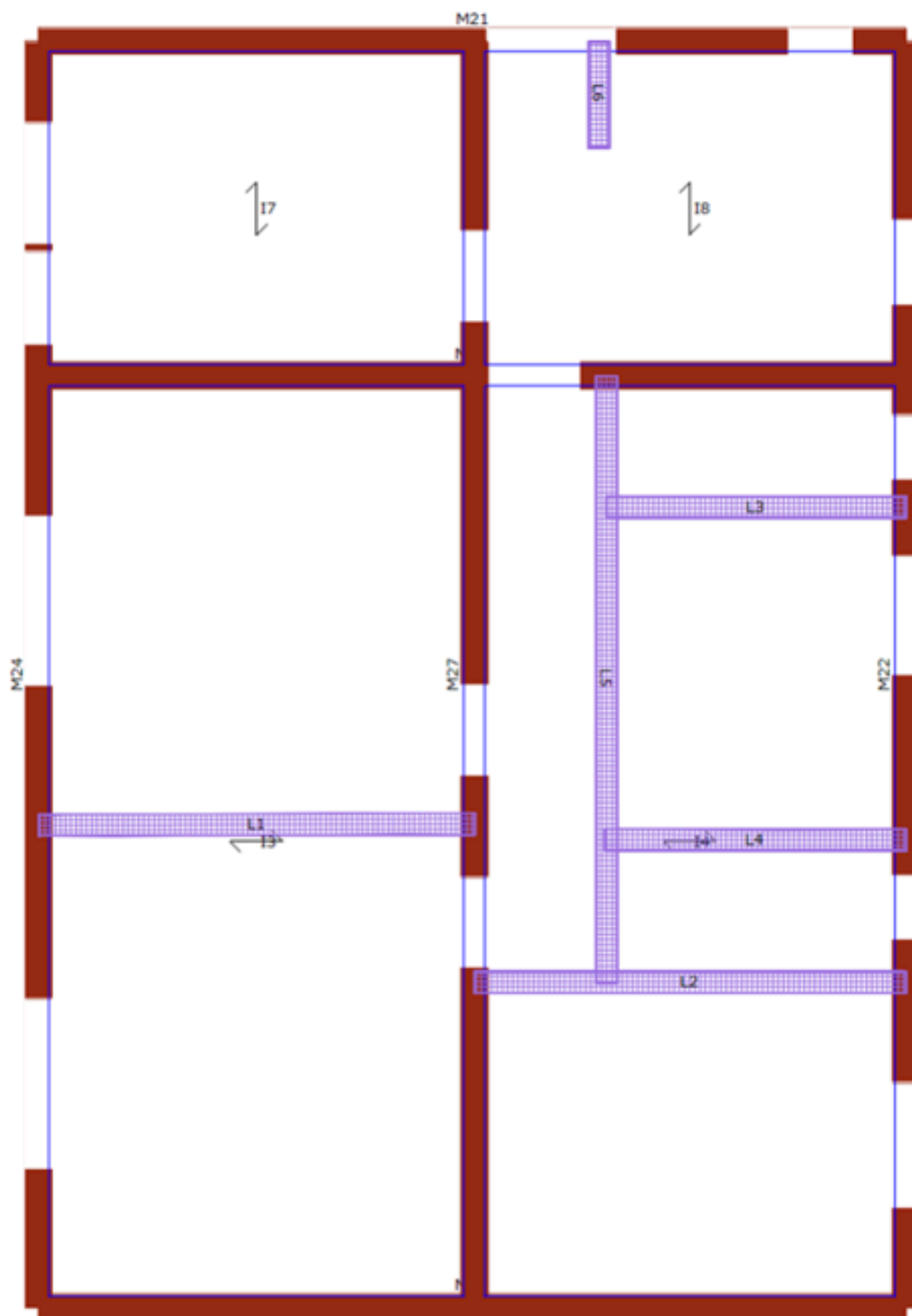
  

Br.	Ime	Min vis. [cm]	Max vis [cm]	Deb. [cm]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Ex [N/mm <sup>2</sup> ]	Ey [N/mm <sup>2</sup> ]	Opterećenje masom	Tip
1	U1	558	950	18.0	10.00	4,200.00	0.00	Jednosmjerno	Jednosmjerni drveni pod s jednom drvenom daskom
2	U1	558	950	18.0	10.00	4,200.00	0.00	Jednosmjerno	Jednosmjerni drveni pod s jednom drvenom daskom

### 3.1.1. Grafički prikaz modela u programu 3Muri 13.5.02

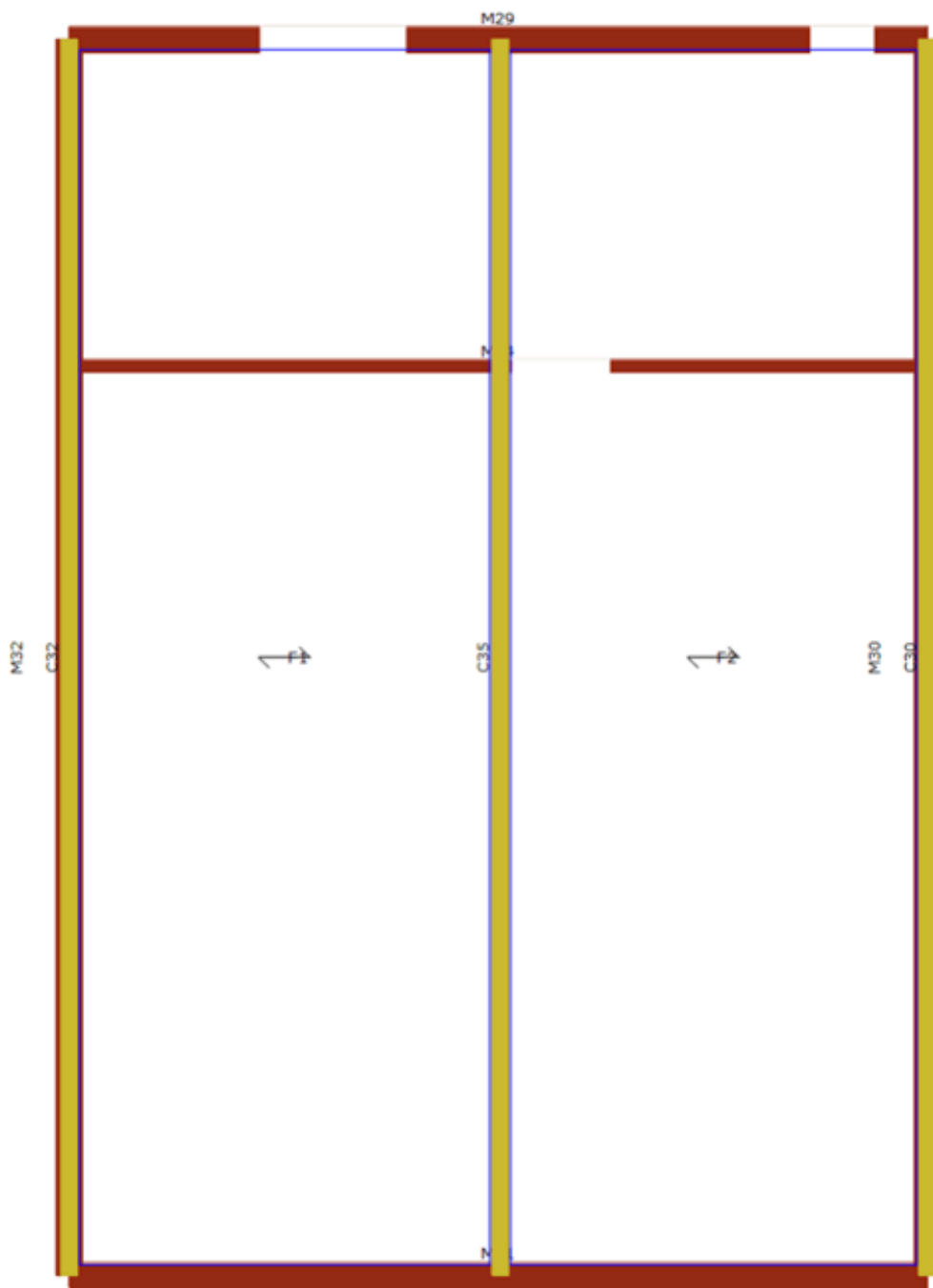


Slika 53. Tlocrt suterena

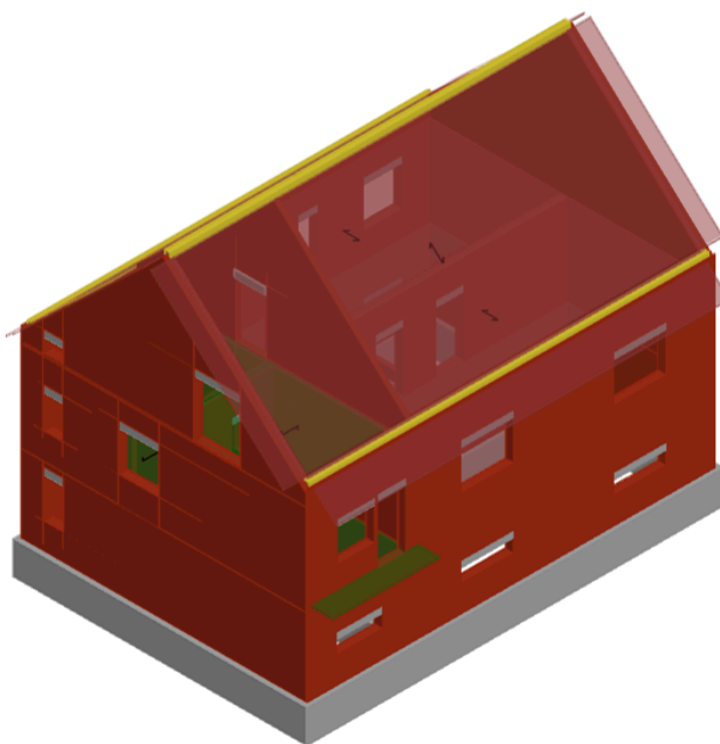


Slika 54. Tlocrt kata

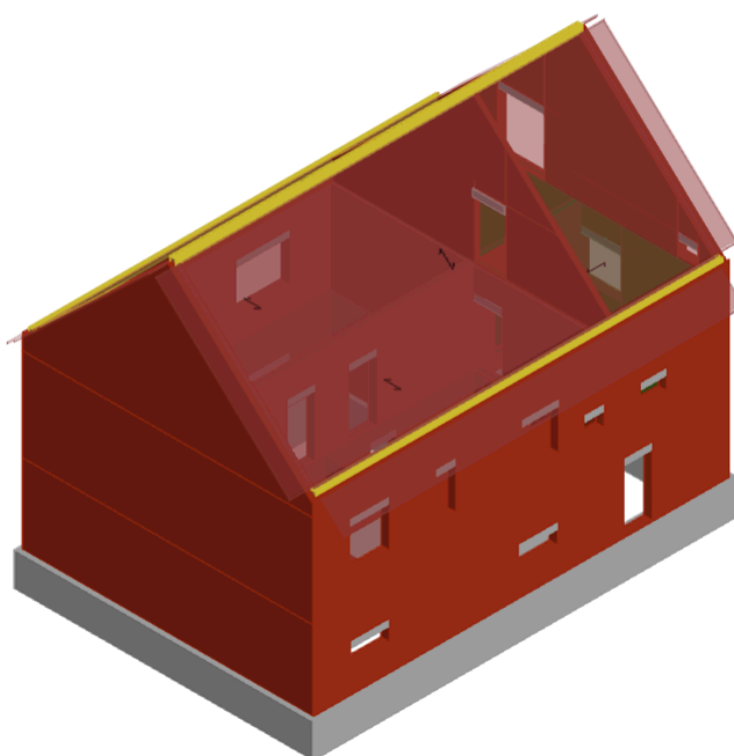




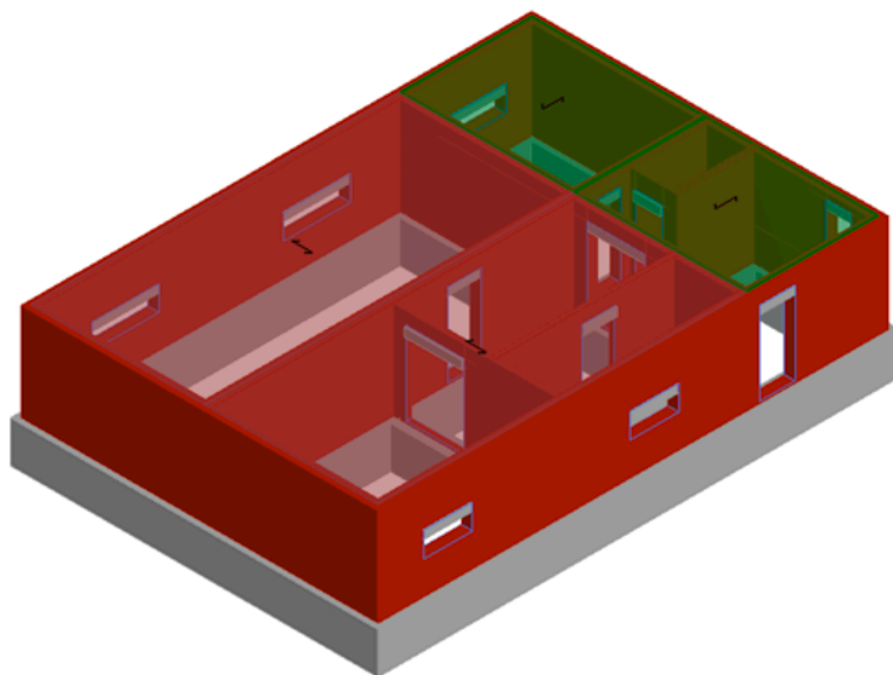
Slika 55. Tlocrt potkrovlja



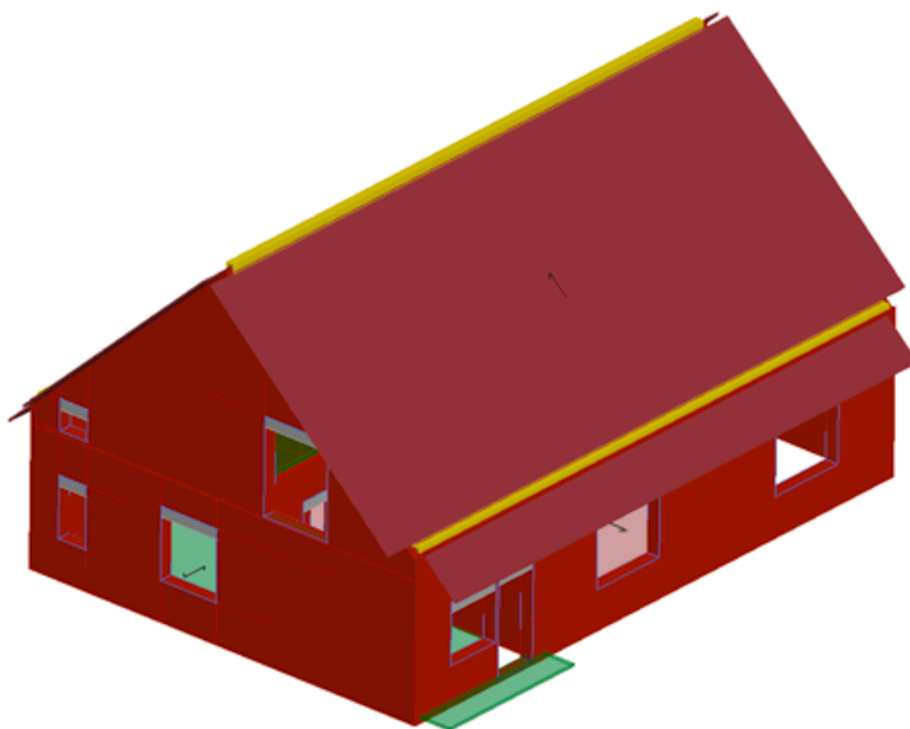
*Slika 56. Aksonometrijski prikaz modelirane građevine*



*Slika 57. Aksonometrijski prikaz modelirane građevine*



*Slika 58. Aksonometrijski prikaz suterena modelirane građevine*



*Slika 59. Aksonometrijski prikaz kata i potkrovlja modelirane građevine*

## 3.2. Proračun potresne otpornosti predmetne građevine prije potresa

Provjera zatečenog stanja je izvršena u računskom programu 3Muri 13.5.0.2

3Muri je inženjerski program kojega koristimo za seizmičku analizu građevina čija je nosiva konstrukcija zazidana od opeke. Program provodi nelinearnu statičku metodu proračuna temeljenu na pomacima, tzv. "pushover analysis" ili metodu postupnog guranja. Metodom postupnog guranja konstrukcija se podvrgava opterećenju horizontalnim silama koje glume inercijske sile koje konstrukciju mogu zadesiti za vrijeme potresa. Glavni rezultat ove metode je određivanje odnosa između poprečne sile u podnožju i pomaka odabranog čvora preko kojeg kontroliramo konstrukciju tzv. kontrolnog čvora. Ovaj odnos se grafički prikazuje krivuljom sposobnosti nosivosti, odnosno tzv. "pushover krivuljom".

Za provedenu analizu su korištena načela i pravila navedena u Eurocode 8 [UNI EN 1998]: Projektiranje objekata za otpornost na potrese i nacionalni dodatak [6].

Modeliranje zgrade vrši se umetanjem panela koji su izrađeni u diskretne makro elemente. Oni predstavljaju deformabilne zidove i grede na nivoima (etažama). Kruti čvorovi naznačeni su u područjima zidanja koja su obično manje podložna oštećenjima od potresa. Matematički koncept koji stoji iza uporabe ovog modela omogućuje pronalaženje mehanizma oštećenja. To je oštećenje posmikom u središnjem dijelu ili savijanje na rubovima elementa. Na taj se način dinamika oštećenja može razumjeti na način na koji se zapravo događa u stvarnosti.

Potkrovlje je modelirano samo kao opterećenje konstrukcije, te se uzima kao nestrukturalno jer nema čvrsto povezanih dijelova sa zidanom konstrukcijom i na zidanu konstrukciju ne utječe na način da bi povećalo krutost zida. Njegova mehanička otpornost i stabilnost osigurana je stabilizacijom zabatnih zidova.

Čvorovi modela su trodimenzionalni, s pet stupnjeva slobode (tri komponente pomaka u cjelokupnom referentnom sustavu i rotacija oko osi X i Y) Alternativno, to su dvodimenzionalni čvorovi s tri stupnja slobode (dva prijenosa i rotacija razine zida). Trodimenzionalni čvorovi koriste se za omogućavanje prijenosa radnji s jednog zida na drugi zid koji se nalazi poprečno na prvi.



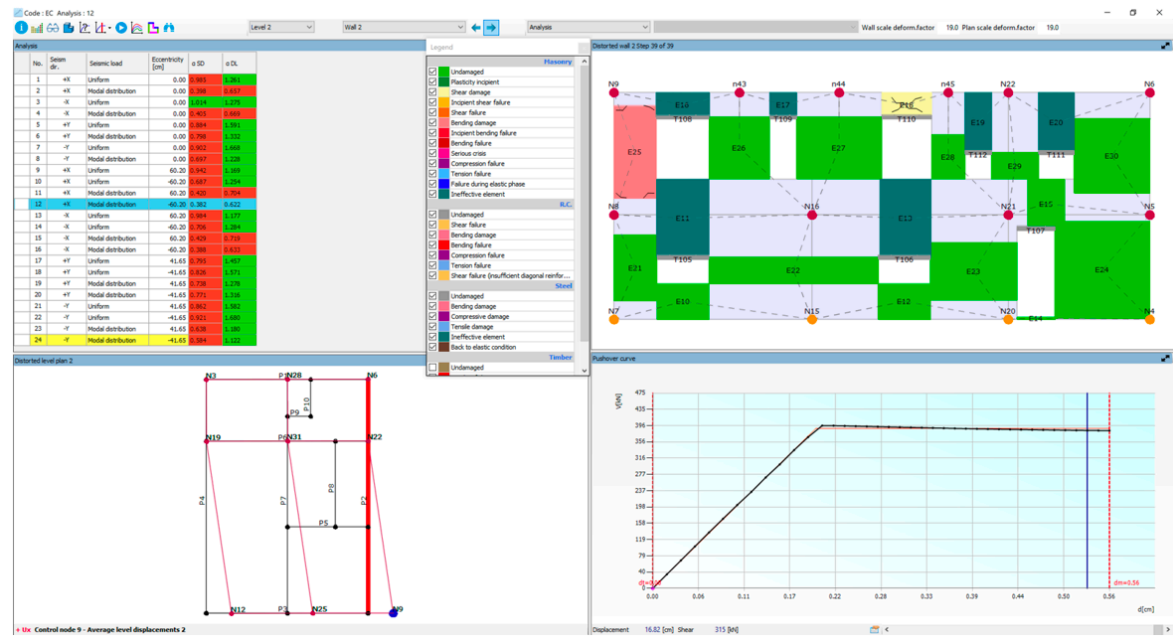
Dvodimenzionalni čvorovi imaju samo stupnjeve slobode na razini na kojoj se nalazi zid, što omogućuje prijenos stanja sile između različitih točaka zida.

Horizontalne konstrukcije modelirane su s tri elementa poda čvora spojenih na trodimenzionalne čvorove. Mogu se učitati okomito na njihovu razinu pomoću povremenih ili trajnih opterećenja. Seizmičke akcije opterećuju pod u smjeru razine poda. Iz tog razloga, konačni element poda definiran je aksijalnom krutošću, ali bez krutosti savijanja. To je zato što je glavno mehaničko ponašanje primanje horizontalnih opterećenja zbog seizmičkog djelovanja.

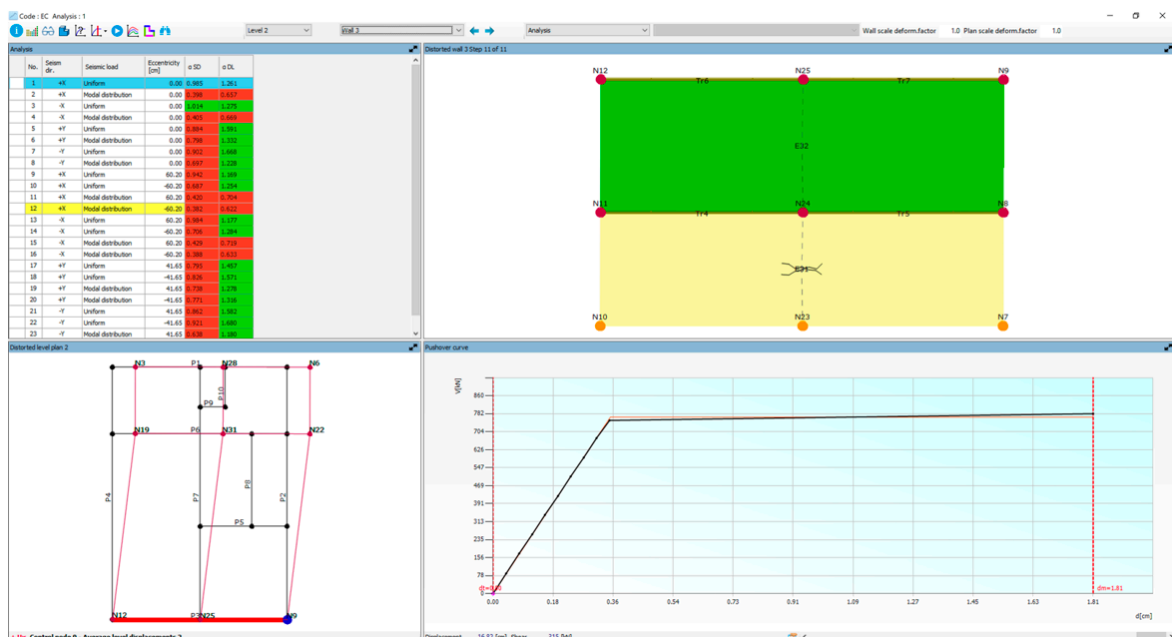
### 3.2.1. Rezultati proračuna nelinearne analize stanja prije potresa

No.	Insert in report	Seism dir.	Seismic load	Eccentricity [cm]	dt SD [cm]	dm SD [cm]	d*y DL [cm]	α SD	α DL
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Uniform	0.00	1.40	1.36	0.30	0.985	1.261
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Modal distribution	0.00	1.92	0.42	0.18	0.398	0.657
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Uniform	0.00	1.38	1.42	0.30	1.014	1.275
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Modal distribution	0.00	1.88	0.42	0.18	0.405	0.669
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Uniform	0.00	0.69	0.45	0.22	0.884	1.591
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Modal distribution	0.00	1.03	0.57	0.22	0.798	1.332
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Uniform	0.00	0.58	0.39	0.22	0.902	1.668
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Modal distribution	0.00	1.10	0.42	0.20	0.697	1.228
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Uniform	60.20	1.51	1.35	0.28	0.942	1.169
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Uniform	-60.20	1.41	0.52	0.30	0.687	1.254
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Modal distribution	60.20	1.93	0.44	0.19	0.420	0.704
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Modal distribution	-60.20	1.91	0.42	0.17	0.382	0.622
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Uniform	60.20	1.49	1.45	0.28	0.984	1.177
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Uniform	-60.20	1.36	0.54	0.30	0.706	1.284
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Modal distribution	60.20	1.89	0.44	0.19	0.429	0.719
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Modal distribution	-60.20	1.88	0.42	0.17	0.388	0.633
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Uniform	41.65	0.82	0.39	0.21	0.795	1.457
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Uniform	-41.65	0.67	0.33	0.21	0.826	1.571
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Modal distribution	41.65	1.08	0.48	0.22	0.738	1.278
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Modal distribution	-41.65	1.07	0.53	0.23	0.771	1.316
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Uniform	41.65	0.67	0.39	0.21	0.862	1.582
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Uniform	-41.65	0.57	0.42	0.22	0.921	1.680
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Modal distribution	41.65	1.13	0.33	0.19	0.638	1.180
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Modal distribution	-41.65	1.16	0.27	0.18	0.584	1.122

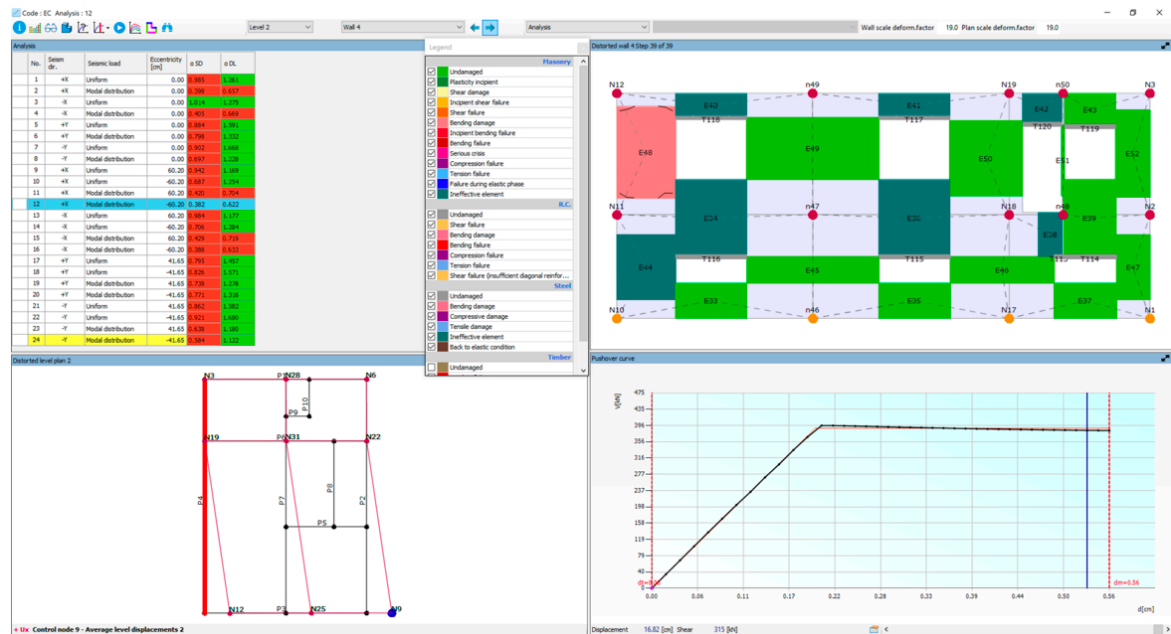
Slika 60. Tablični prikaz rezultata provedene analize sa označenim kritičnim iteracijama po X i po Y smjeru



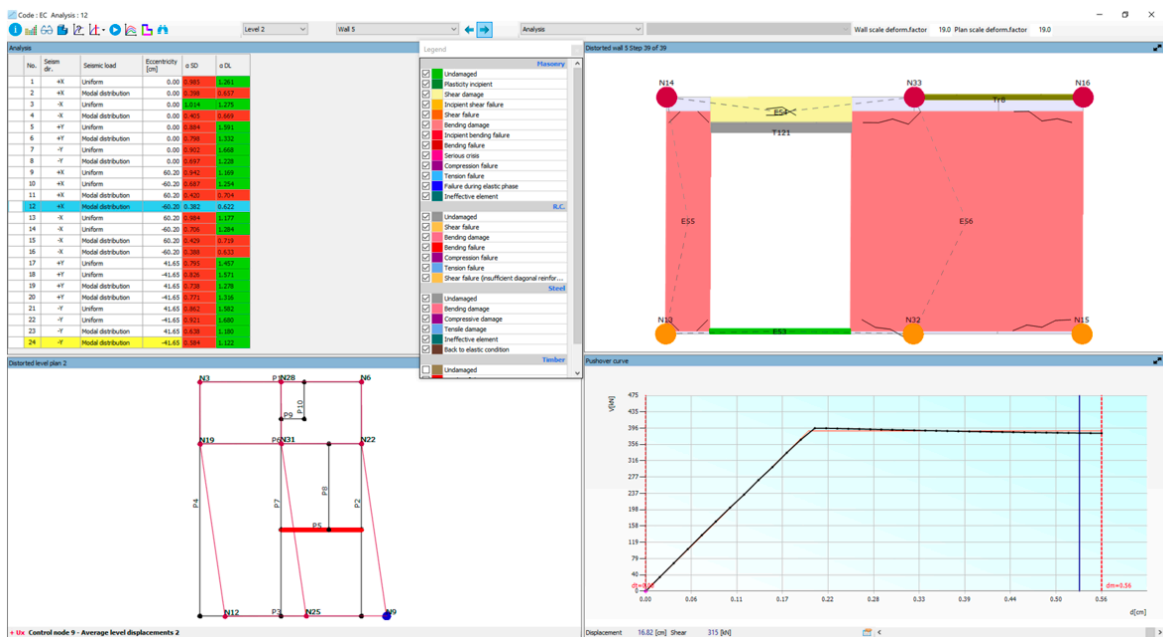
Slika 61. Prikaz rezultata provedene analize za zid 2 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po X smjeru



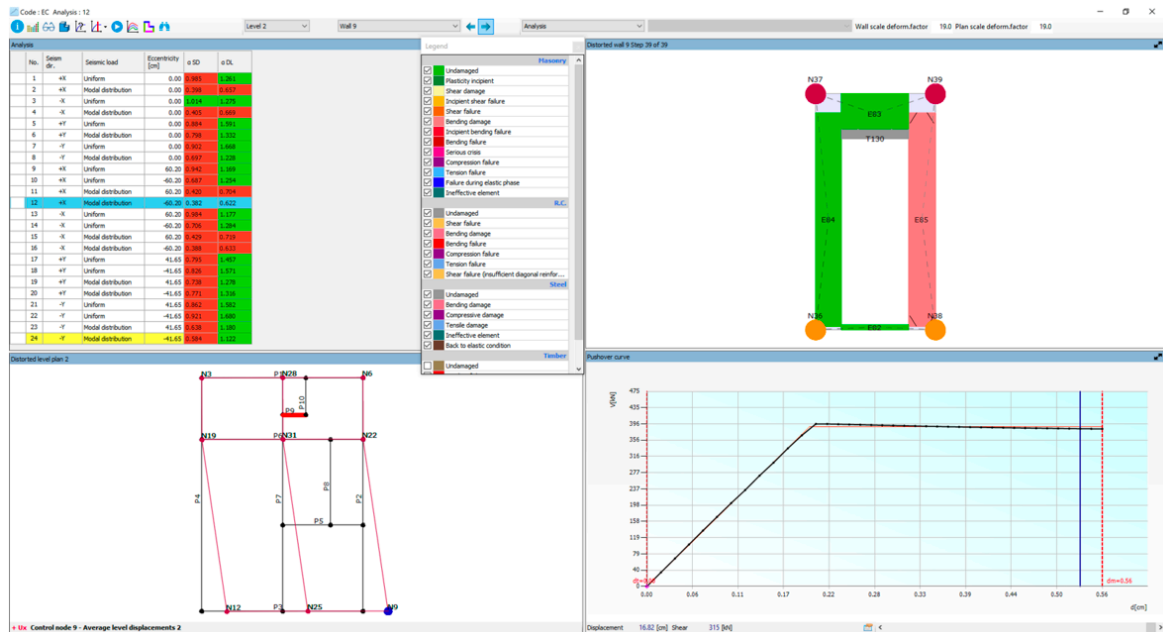
Slika 62. Prikaz rezultata provedene analize za zid 3 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po X smjeru



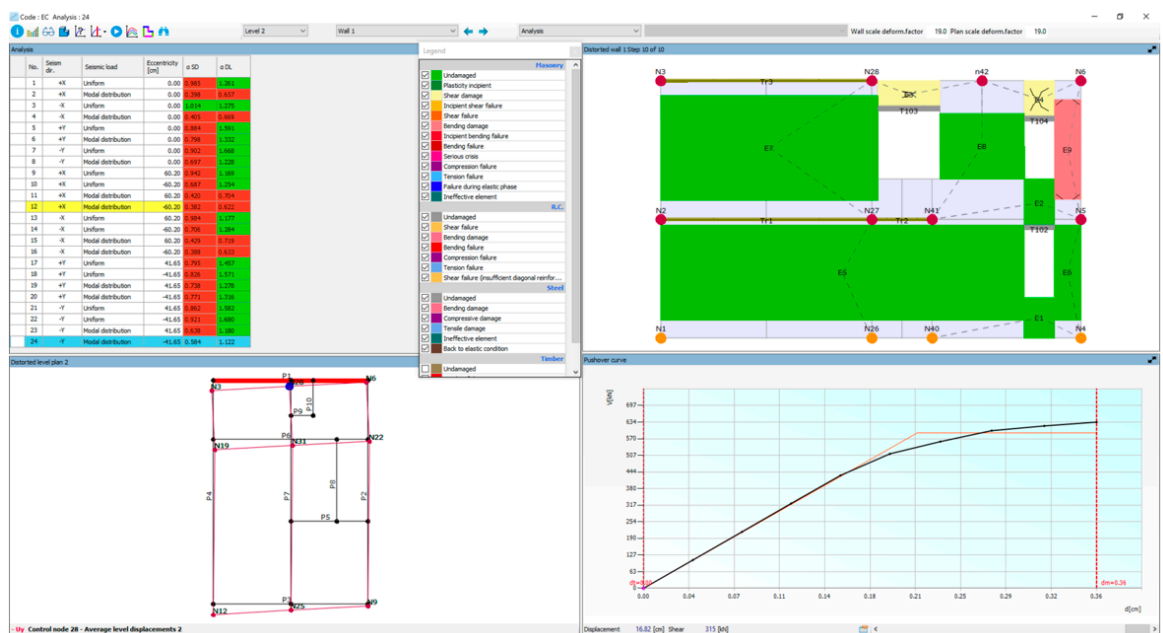
Slika 63. Prikaz rezultata provedene analize za zid 4 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po X smjeru



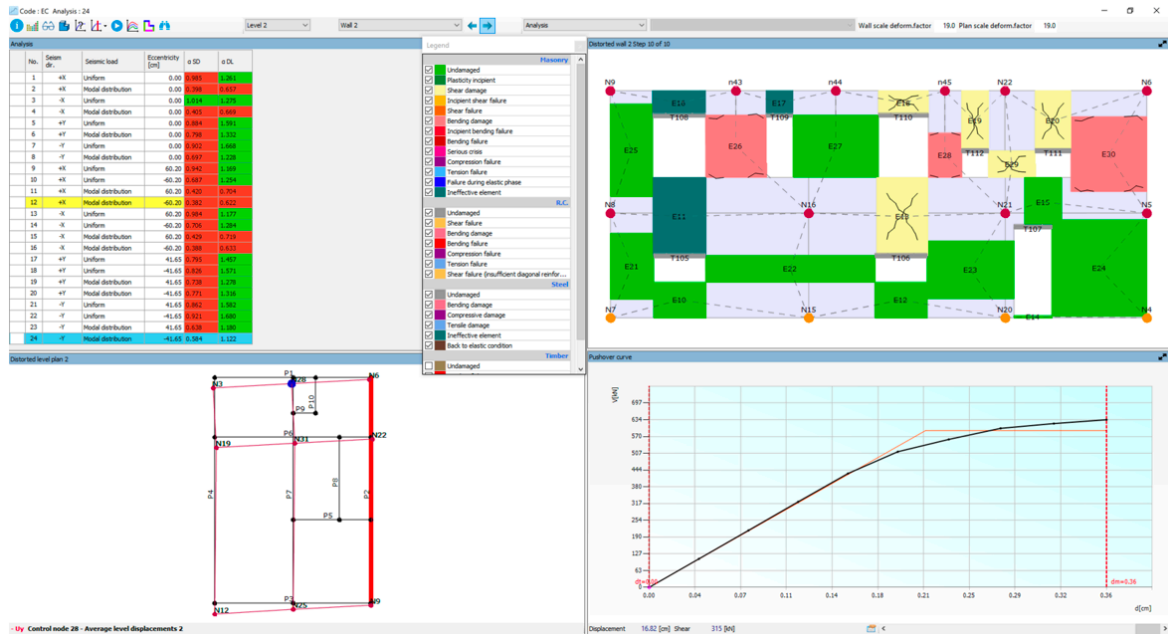
Slika 64. Prikaz rezultata provedene analize za zid 5 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po X smjeru



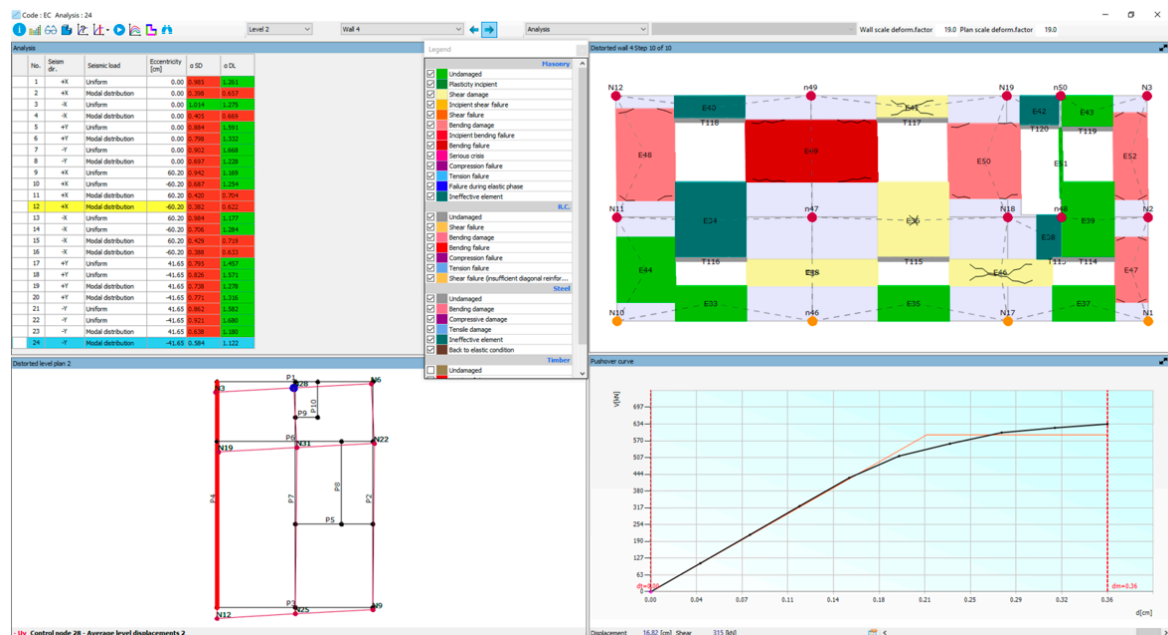
Slika 65. Prikaz rezultata provedene analize za zid 9 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po X smjeru



Slika 66. Prikaz rezultata provedene analize za zid 1 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po Y smjeru

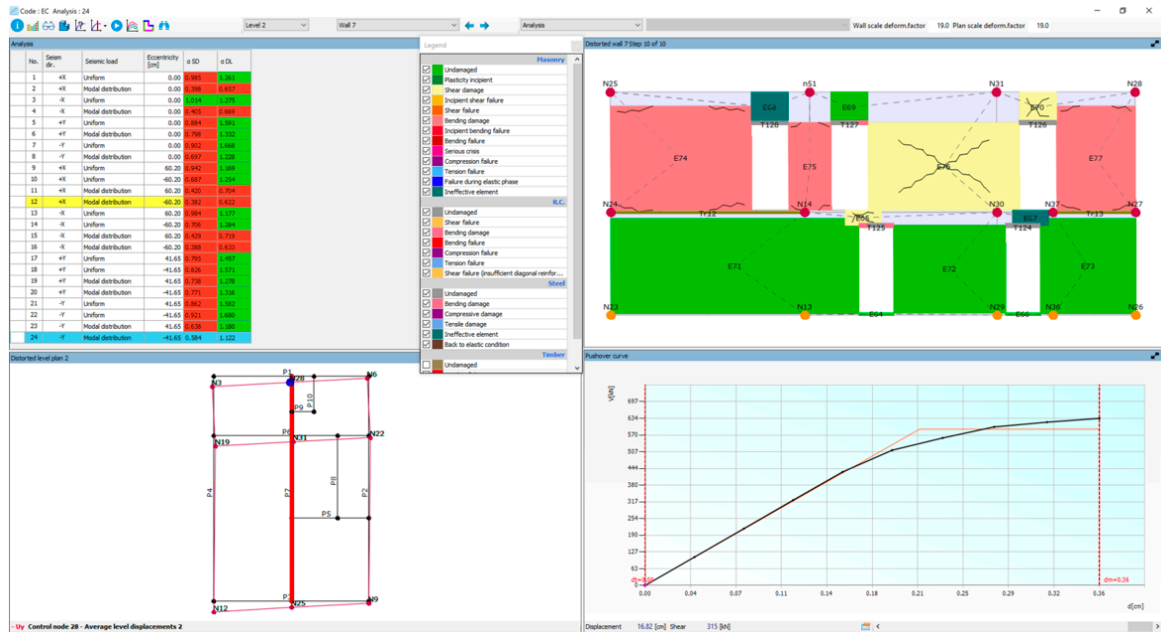


Slika 67. Prikaz rezultata provedene analize za zid 2 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po Y smjeru

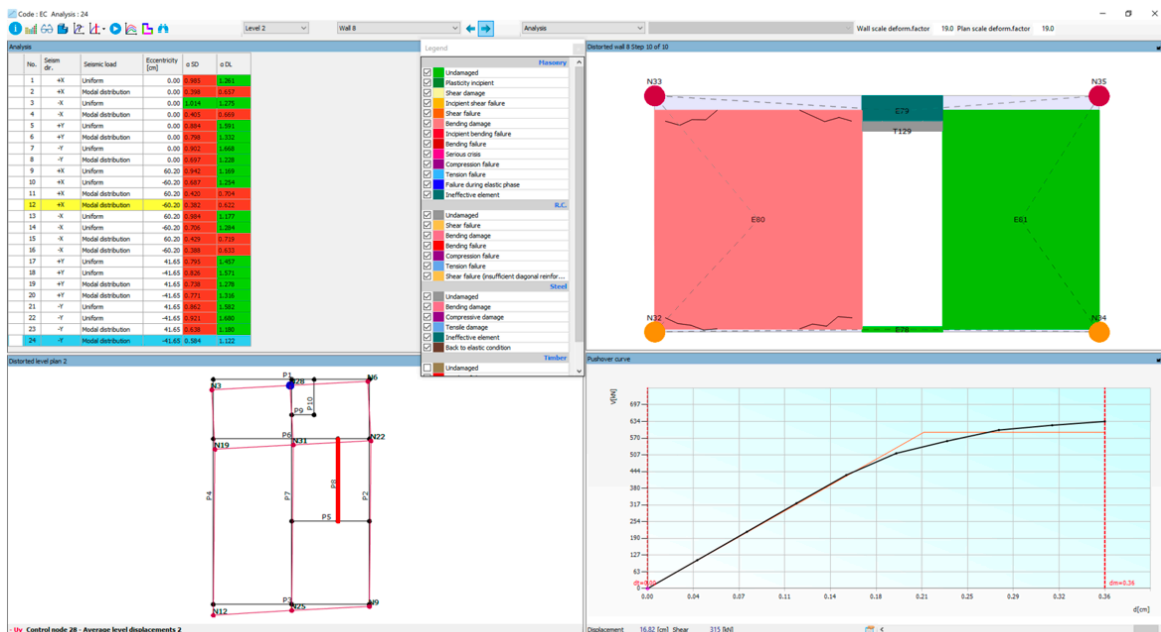


Slika 68. Prikaz rezultata provedene analize za zid 4 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po Y smjeru

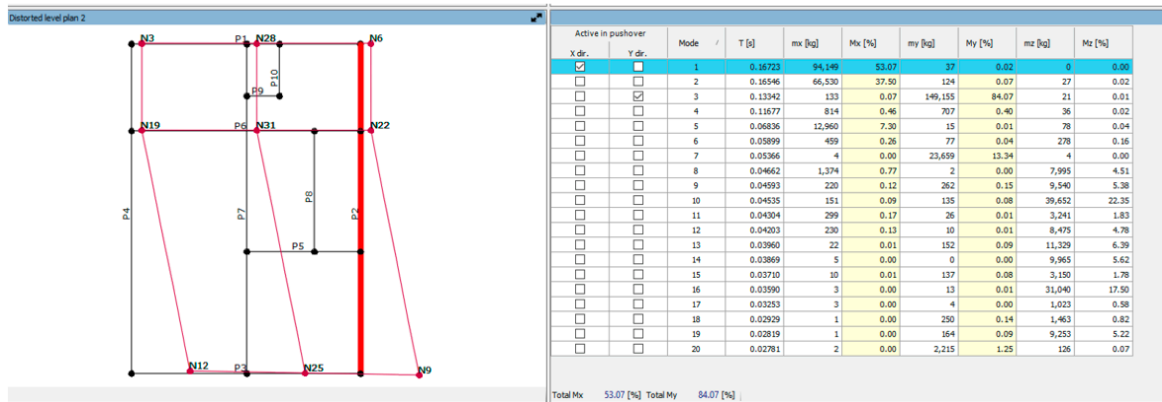




Slika 69. Prikaz rezultata provedene analize za zid 7 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po Y smjeru



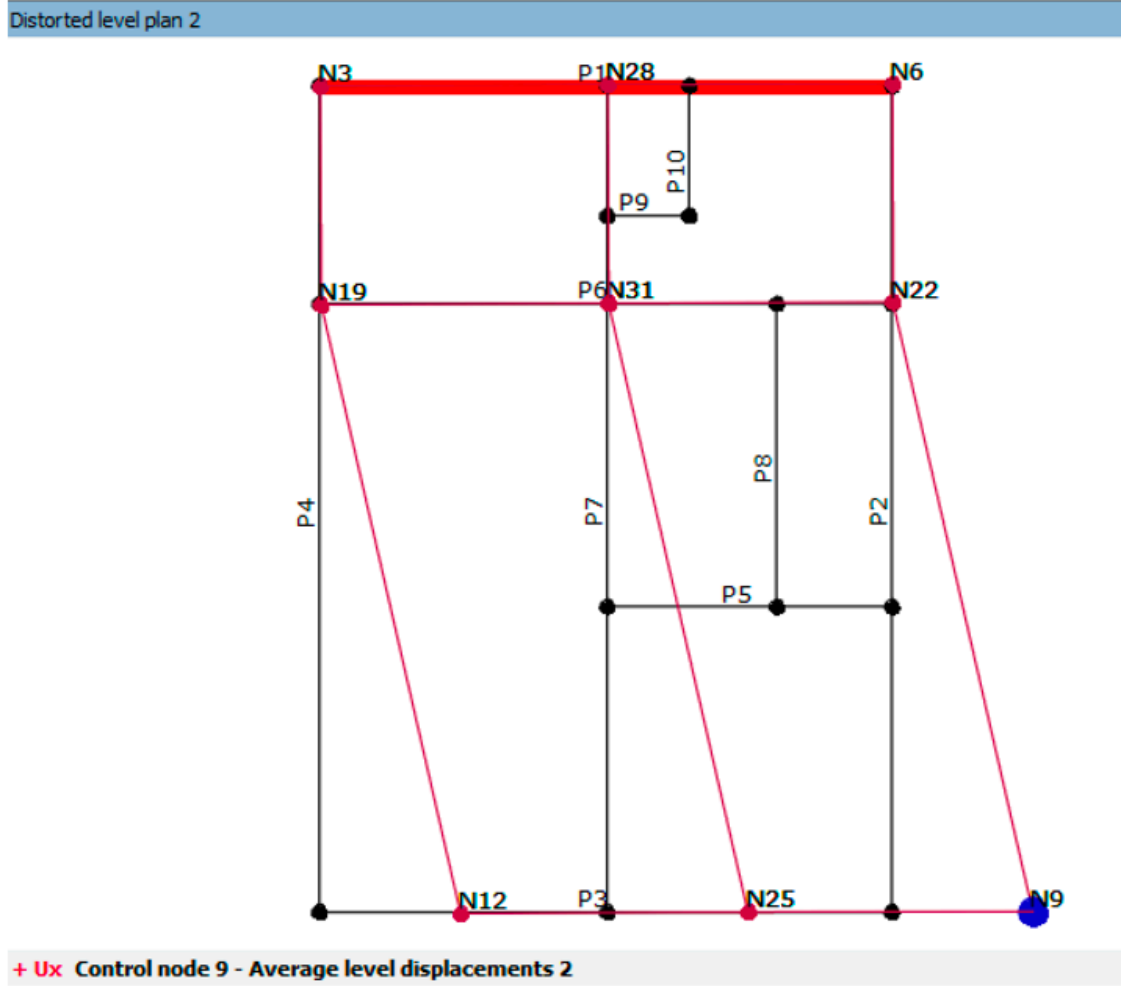
Slika 70. Prikaz rezultata provedene analize za zid 8 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po Y smjeru



Slika 71. Analiza dinamike konstrukcije- vlastiti tonovi

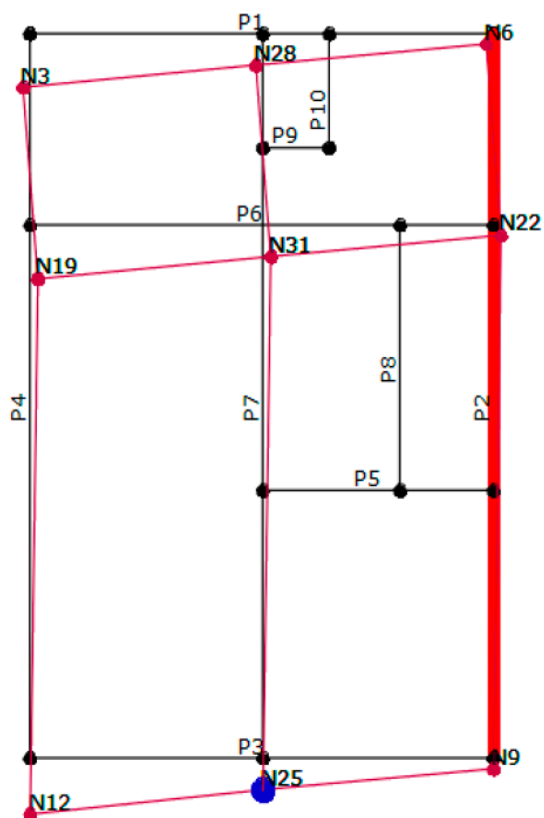
Active in pushover		Mode /	T [s]	m <sub>x</sub> [kg]	M <sub>x</sub> [%]	m <sub>y</sub> [kg]	M <sub>y</sub> [%]	m <sub>z</sub> [kg]	M <sub>z</sub> [%]
X dir.	Y dir.								
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	0.16723	94,149	53.07	37	0.02	0	0.00
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	0.16546	66,530	37.50	124	0.07	27	0.02
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3	0.13342	133	0.07	149,155	84.07	21	0.01
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	0.11677	814	0.46	707	0.40	36	0.02

Slika 72. Analiza dinamike konstrukcije- glavni tonovi



Slika 73. Prvi ton-translacija X-angažirano 53,07% mase u X smjeru, Y smjer je zanemariv

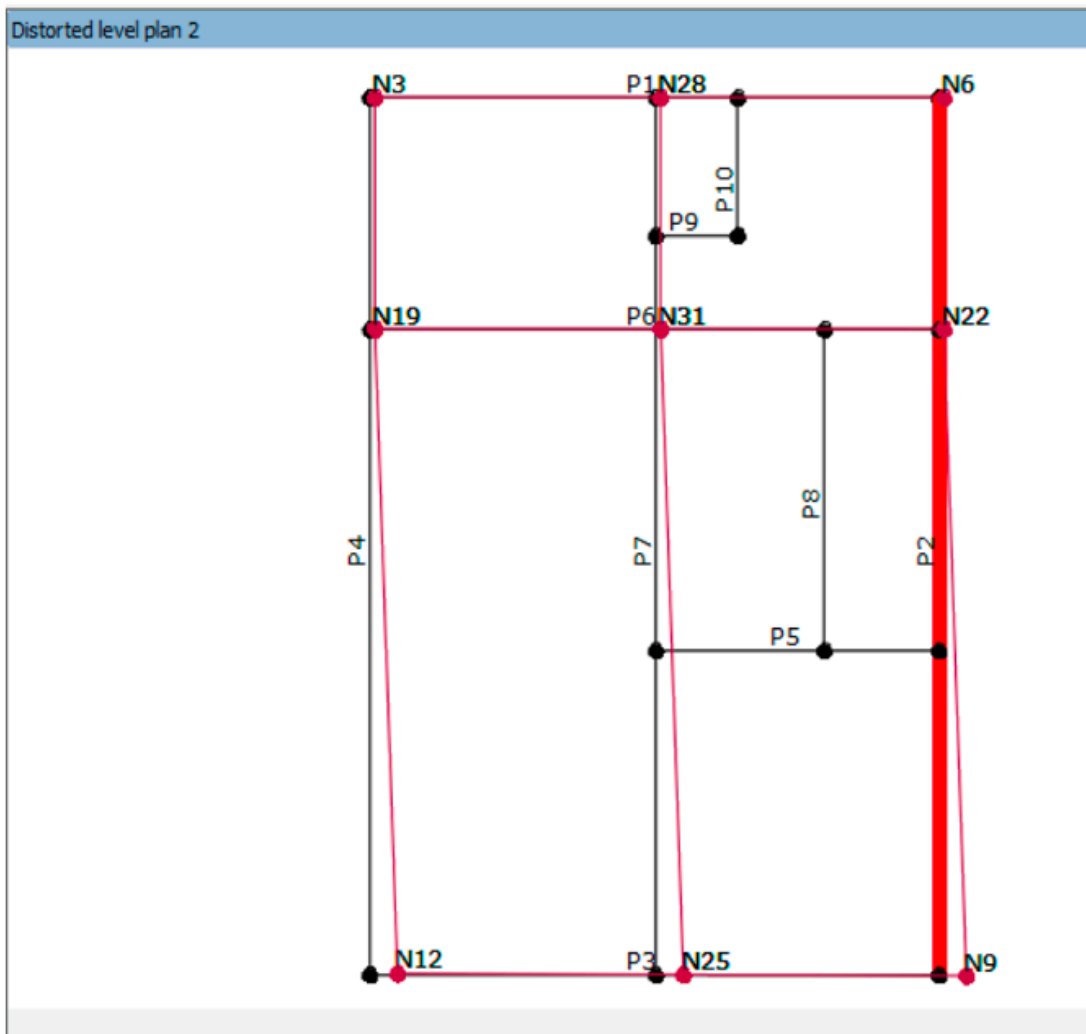
Distorted level plan 2



- Uy Control node 25 - Average level displacements 2

Slika 74. Treći ton-translacija Y-angažirano 84,07% mase u Y smjeru, X smjer je zanemariv



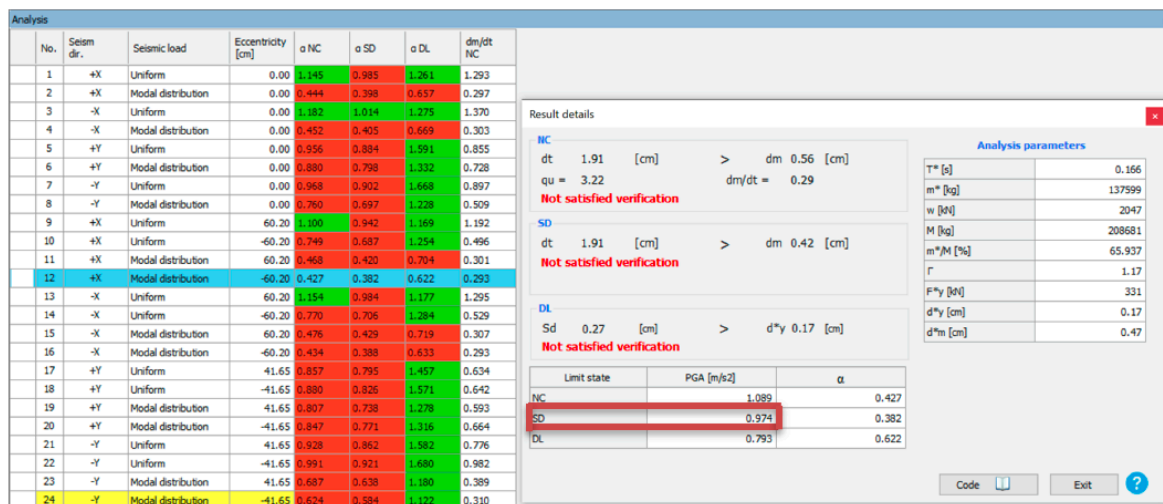


Slika 75. Drugi ton-translacija X-angažirano 37,5 % mase u X smjeru, Y smjer je zanemariv

Analysis							
No.	Seism dir.	Seismic load	Eccentricity [cm]	$\alpha$ NC	$\alpha$ SD	$\alpha$ DL	dm/dt NC
1	+X	Uniform	0.00	1.145	0.985	1.261	1.293
2	+X	Modal distribution	0.00	0.444	0.398	0.657	0.297
3	-X	Uniform	0.00	1.182	1.014	1.275	1.370
4	-X	Modal distribution	0.00	0.452	0.405	0.669	0.303
5	+Y	Uniform	0.00	0.956	0.884	1.591	0.855
6	+Y	Modal distribution	0.00	0.880	0.798	1.332	0.728
7	-Y	Uniform	0.00	0.968	0.902	1.668	0.897
8	-Y	Modal distribution	0.00	0.760	0.697	1.228	0.509
9	+X	Uniform	60.20	1.100	0.942	1.169	1.192
10	+X	Uniform	-60.20	0.749	0.687	1.254	0.496
11	+X	Modal distribution	60.20	0.468	0.420	0.704	0.301
12	+X	Modal distribution	-60.20	0.427	0.382	0.622	0.293
13	-X	Uniform	60.20	1.154	0.984	1.177	1.295
14	-X	Uniform	-60.20	0.770	0.706	1.284	0.529
15	-X	Modal distribution	60.20	0.476	0.429	0.719	0.307
16	-X	Modal distribution	-60.20	0.434	0.388	0.633	0.293
17	+Y	Uniform	41.65	0.857	0.795	1.457	0.634
18	+Y	Uniform	-41.65	0.880	0.826	1.571	0.642
19	+Y	Modal distribution	41.65	0.807	0.738	1.278	0.593
20	+Y	Modal distribution	-41.65	0.847	0.771	1.316	0.664
21	-Y	Uniform	41.65	0.928	0.862	1.582	0.776
22	-Y	Uniform	-41.65	0.991	0.921	1.680	0.982
23	-Y	Modal distribution	41.65	0.687	0.638	1.180	0.389
24	-Y	Modal distribution	-41.65	0.624	0.584	1.122	0.310

Slika 76. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna za stanje prije potresa

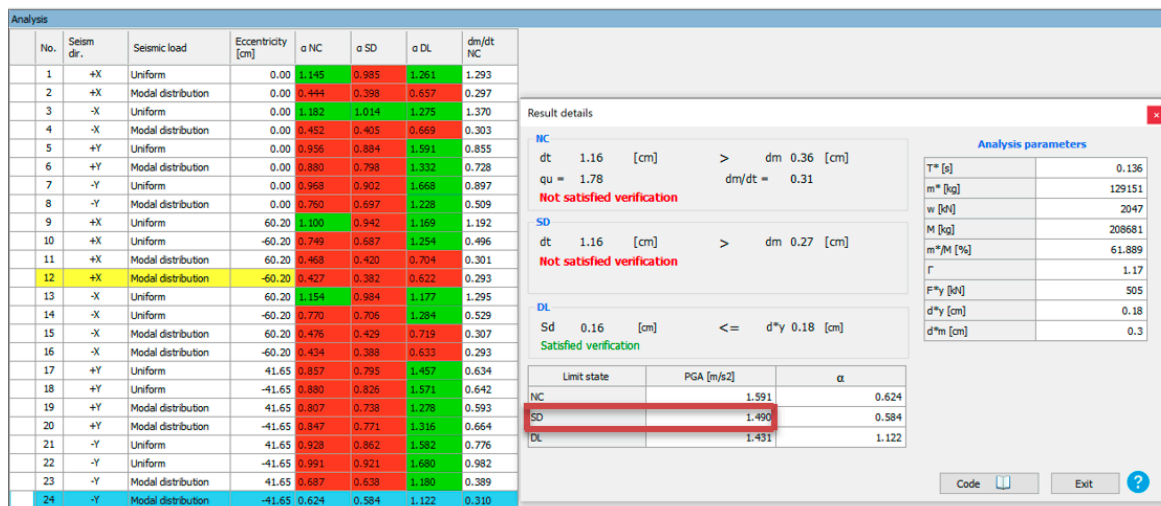
Iteracija 12 – X smjer mjerodavna-prikaz rezultata



Slika 77. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna za stanje prije potresa

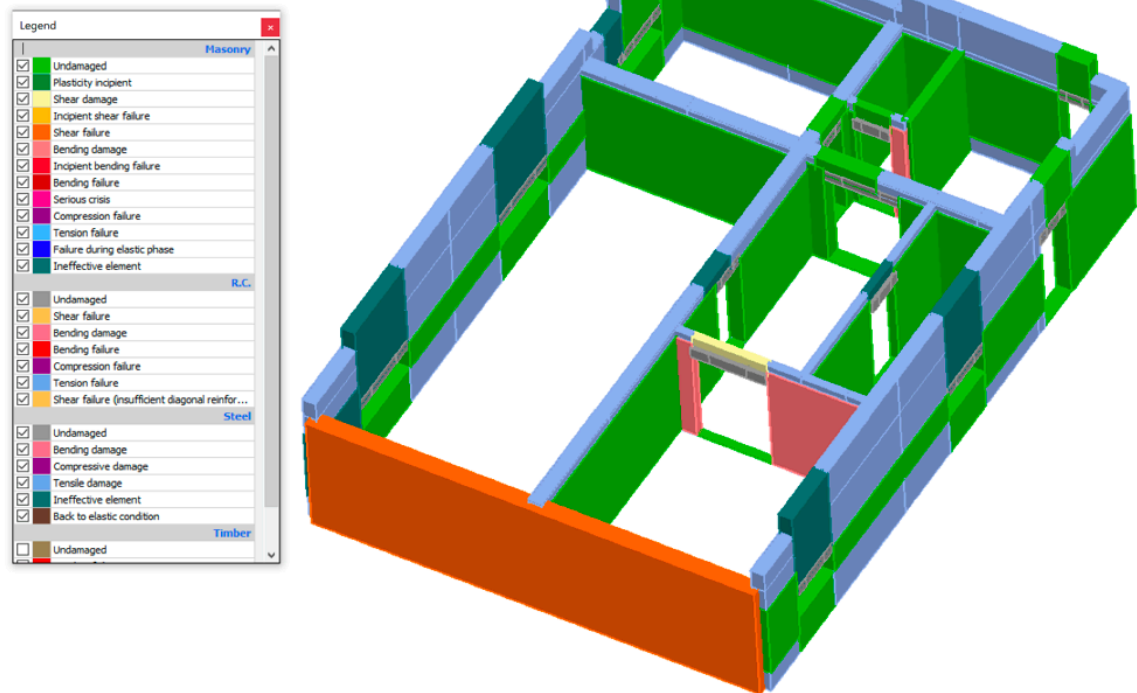
Utvrđena potresna otpornost postojećeg stanja zgrade iznosi za granično stanje Znatnog oštećenja (SD)  $a_{g,max}=0,974 \text{ m/s}^2$  po "x" osi ili 38% (od Norme).

Iteracija 24 – Y smjer mjerodavna- prikaz rezultata

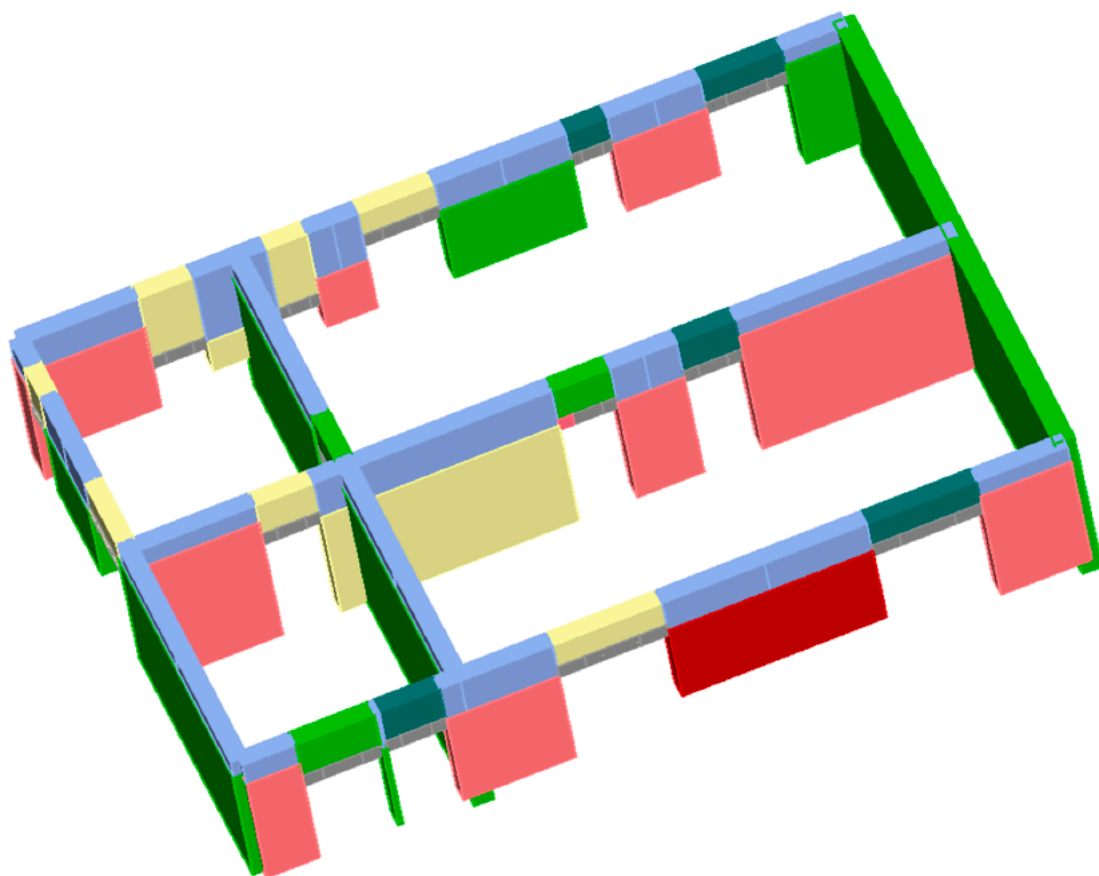


Slika 78. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna za stanje prije potresa

Utvrđena potresna otpornost postojećeg stanja zgrade iznosi za granično stanje Znatnog oštećenja (SD)  $a_{g,max}=1,490 \text{ m/s}^2$  po "y" osi ili 58% (od Norme).

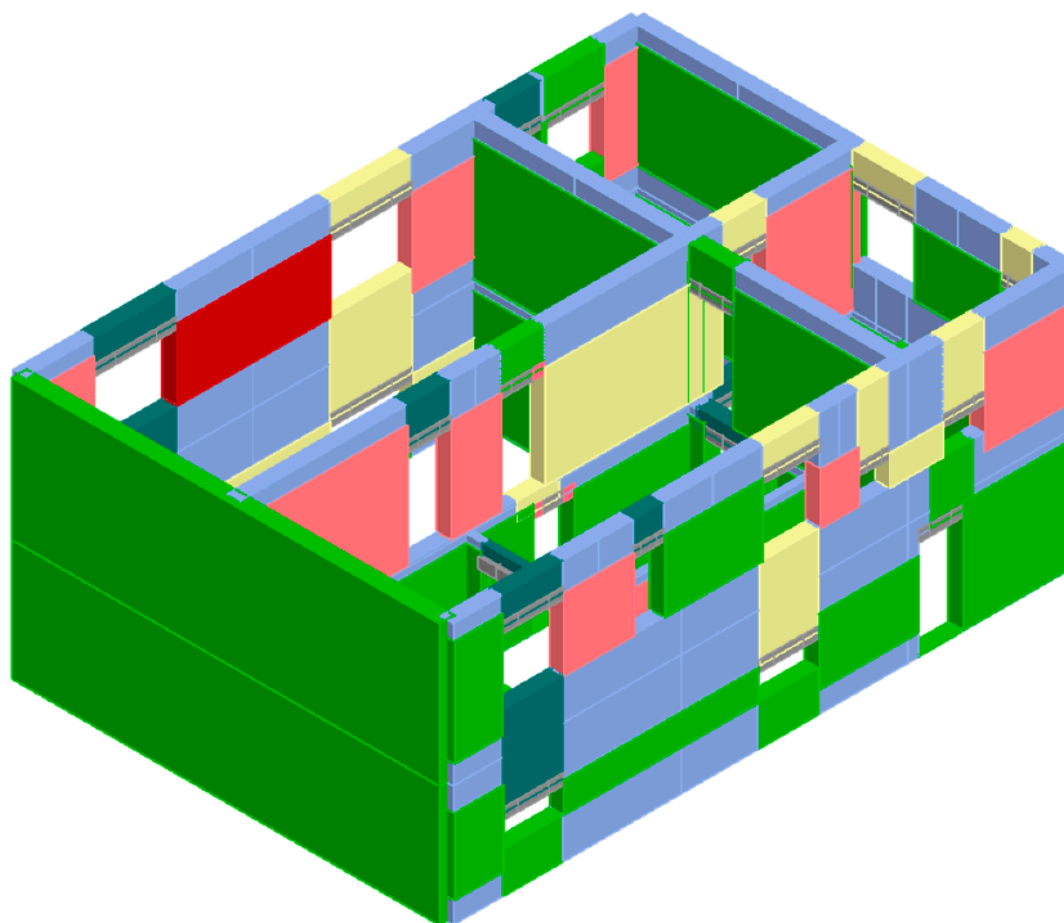


Slika 79. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna za stanje prije potresa na aksonometriji suterena

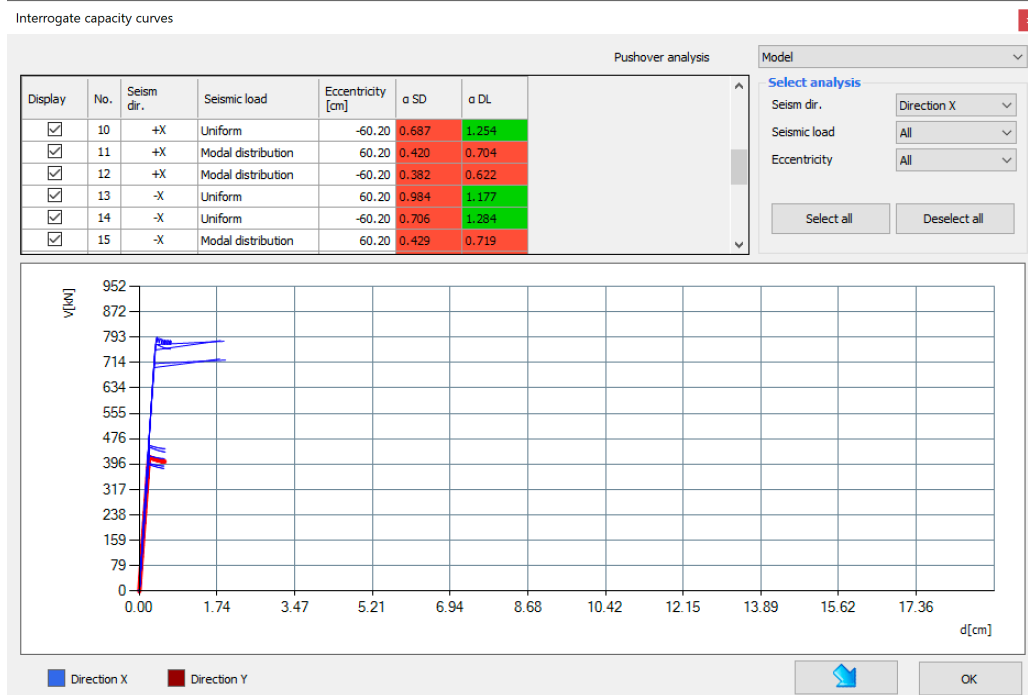


*Slika 80. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna za stanje prije potresa na aksonometriji kata*

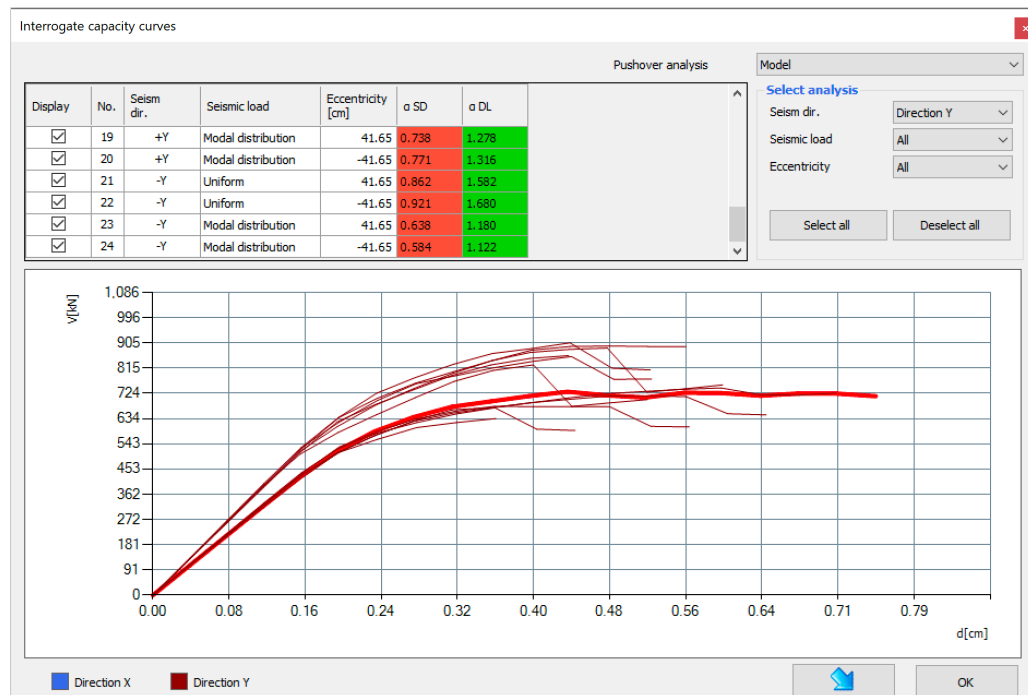




*Slika 81. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna za stanje prije potresa na aksonometriji modela*



Slika 82. Prikaz „push over „krivulje dobivenih rezultata provedenog proračuna za stanje prije potresa za „X“ smjer



Slika 83. Prikaz „push-over“ krivulje dobivenih rezultata provedenog proračuna za stanje prije potresa za „Y“ smjer

### 3.3. Proračun potresne otpornosti predmetne građevine po izvedenoj sanaciji

Proračun se provodi na istom modelu na kojem je provedena prethodna analiza otpornosti s tim da se u strukturi konstruktivnih elemenata postojećim zidovima koji se saniraju dodaju novi materijali koji se koriste u sanaciji oštećenja. Za ovaj proračun je uzeto da će se kritični zidovi sanirati ugradnjom FRCC pletiva i ponovnim žbukanjem. Ovi radovi uključuju i pregradnje u vidu skidanja sve stare i popucale žbuke, uklanjanje svih puknutih dijelova opeke, čišćenje i otprašivanje zidnih površina i ponovno zazidavanje. Nakon ovih pripremnih radova dolazi sanacija sa FRCC pletivom koja se treba ugraditi po uputama proizvođača.

#### 3.3.1. Rezultati proračuna nelinearne analize predmetne građevine po izvedenoj sanaciji

No.	Insert in report	Seism dir.	Seismic load	Eccentricity [cm]	dt NC [cm]	dm NC [cm]	dt SD [cm]	dm SD [cm]	d <sup>2</sup> y DL [cm]	a NC	a SD	a DL	dm/dt NC
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Uniform	0.00	1.55	1.16	1.55	0.87	0.33	0.872	0.778	1.243	0.748
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Modal distribution	0.00	1.77	1.25	1.77	0.93	0.36	0.842	0.748	1.190	0.706
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Uniform	0.00	1.45	1.21	1.45	0.91	0.35	0.921	0.821	1.312	0.834
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Modal distribution	0.00	1.69	1.30	1.69	0.99	0.39	0.883	0.785	1.255	0.769
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Uniform	0.00	0.93	0.60	0.93	0.45	0.25	0.858	0.794	1.453	0.645
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Modal distribution	0.00	1.41	0.76	1.41	0.57	0.26	0.760	0.689	1.180	0.539
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Uniform	0.00	0.86	0.76	0.86	0.57	0.25	0.958	0.874	1.507	0.884
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Modal distribution	0.00	1.39	0.64	1.39	0.48	0.23	0.710	0.647	1.126	0.460
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Uniform	60.20	1.56	1.08	1.56	0.81	0.33	0.844	0.756	1.235	0.692
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Uniform	-60.20	1.54	1.23	1.54	0.93	0.33	0.899	0.797	1.242	0.799
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Modal distribution	60.20	1.79	1.22	1.79	0.92	0.36	0.829	0.737	1.180	0.682
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Modal distribution	-60.20	1.77	1.31	1.77	0.99	0.36	0.862	0.762	1.188	0.740
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Uniform	60.20	1.46	1.14	1.46	0.85	0.35	0.893	0.799	1.306	0.781
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Uniform	-60.20	1.46	1.29	1.46	0.97	0.35	0.944	0.838	1.307	0.884
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Modal distribution	60.20	1.70	1.33	1.70	1.00	0.39	0.890	0.790	1.253	0.782
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Modal distribution	-60.20	1.70	1.32	1.70	0.99	0.38	0.887	0.787	1.249	0.776
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Uniform	41.65	0.94	0.60	0.94	0.45	0.25	0.855	0.791	1.450	0.638
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Uniform	-41.65	0.93	0.60	0.93	0.45	0.25	0.855	0.791	1.447	0.645
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Modal distribution	41.65	1.45	0.77	1.45	0.57	0.26	0.751	0.681	1.167	0.531
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Modal distribution	-41.65	1.35	0.68	1.35	0.51	0.26	0.749	0.685	1.213	0.504
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Uniform	41.65	0.83	0.76	0.83	0.57	0.26	0.970	0.887	1.539	0.916
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Uniform	-41.65	0.85	0.72	0.85	0.54	0.25	0.944	0.865	1.518	0.847
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Modal distribution	41.65	1.44	0.68	1.44	0.51	0.23	0.710	0.645	1.105	0.472
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Modal distribution	-41.65	1.36	0.60	1.36	0.45	0.22	0.699	0.640	1.132	0.441

Slika 84. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna po izvedenoj sanaciji

Prikaz rezultata po provedenoj sanaciji - iteracija 12 po X smjeru je mjerodavna

Analysis							
No.	Seism dir.	Seismic load	Eccentricity [cm]	$\alpha$ NC	$\alpha$ SD	$\alpha$ DL	dm/dt NC
1	+X	Uniform	0.00	0.872	0.778	1.243	0.748
2	+X	Modal distribution	0.00	0.842	0.748	1.190	0.706
3	-X	Uniform	0.00	0.921	0.821	1.312	0.834
4	-X	Modal distribution	0.00	0.883	0.785	1.255	0.769
5	+Y	Uniform	0.00	0.858	0.794	1.453	0.645
6	+Y	Modal distribution	0.00	0.760	0.689	1.190	0.539
7	-Y	Uniform	0.00	0.958	0.874	1.507	0.884
8	-Y	Modal distribution	0.00	0.710	0.647	1.126	0.460
9	+X	Uniform	60.20	0.844	0.756	1.235	0.692
10	+X	Uniform	-60.20	0.899	0.797	1.242	0.799
11	+X	Modal distribution	60.20	0.829	0.737	1.180	0.682
12	+X	Modal distribution	-60.20	0.862	0.762	1.188	0.740
13	-X	Uniform	60.20	0.893	0.799	1.306	0.781
14	-X	Uniform	-60.20	0.944	0.838	1.307	0.884
15	-X	Modal distribution	60.20	0.890	0.790	1.253	0.782
16	-X	Modal distribution	-60.20	0.887	0.787	1.249	0.776
17	+Y	Uniform	41.65	0.855	0.791	1.450	0.638
18	+Y	Uniform	-41.65	0.855	0.791	1.447	0.645
19	+Y	Modal distribution	41.65	0.751	0.681	1.167	0.531
20	+Y	Modal distribution	-41.65	0.749	0.685	1.213	0.504
21	-Y	Uniform	41.65	0.970	0.887	1.539	0.916
22	-Y	Uniform	-41.65	0.944	0.865	1.518	0.847
23	-Y	Modal distribution	41.65	0.710	0.645	1.105	0.472
24	-Y	Modal distribution	-41.65	0.699	0.640	1.132	0.441

Result details

**NC**  
 $dt = 1.79$  [cm] >  $dm = 1.22$  [cm]  
 $qu = 1.69$   $dm/dt = 0.68$   
**Not satisfied verification**

**SD**  
 $dt = 1.79$  [cm] >  $dm = 0.92$  [cm]  
**Not satisfied verification**

**DL**  
 $Sd = 0.31$  [cm] <=  $d^*y = 0.36$  [cm]  
**Satisfied verification**

Limit state	PGA [m/s <sup>2</sup> ]	$\alpha$
NC	2.114	0.829
SD	1.879	0.737
DL	1.505	1.180

Code  Exit

Slika 85. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna po izvedenoj sanaciji  
 Utvrđena potresna otpornost građevine po izvedbi pretpostavljenog modela i načina sanacije oštećenja iznosi za granično stanje Znatnog oštećenja ZO (SD)  $a_{g,max} = 1,879 \text{ m/s}^2$  po "X" osi ili 73,7%.

Prikaz rezultata po provedenoj sanaciji - iteracija 24 po Y smjeru je mjerodavna

Analysis							
No.	Seism dir.	Seismic load	Eccentricity [cm]	$\alpha$ NC	$\alpha$ SD	$\alpha$ DL	dm/dt NC
1	+X	Uniform	0.00	0.872	0.778	1.243	0.748
2	+X	Modal distribution	0.00	0.842	0.748	1.190	0.706
3	-X	Uniform	0.00	0.921	0.821	1.312	0.834
4	-X	Modal distribution	0.00	0.883	0.785	1.255	0.769
5	+Y	Uniform	0.00	0.858	0.794	1.453	0.645
6	+Y	Modal distribution	0.00	0.760	0.689	1.190	0.539
7	-Y	Uniform	0.00	0.958	0.874	1.507	0.884
8	-Y	Modal distribution	0.00	0.710	0.647	1.126	0.460
9	+X	Uniform	60.20	0.844	0.756	1.235	0.692
10	+X	Uniform	-60.20	0.899	0.797	1.242	0.799
11	+X	Modal distribution	60.20	0.829	0.737	1.180	0.682
12	+X	Modal distribution	-60.20	0.862	0.762	1.188	0.740
13	-X	Uniform	60.20	0.893	0.799	1.306	0.781
14	-X	Uniform	-60.20	0.944	0.838	1.307	0.884
15	-X	Modal distribution	60.20	0.890	0.790	1.253	0.782
16	-X	Modal distribution	-60.20	0.887	0.787	1.249	0.776
17	+Y	Uniform	41.65	0.855	0.791	1.450	0.638
18	+Y	Uniform	-41.65	0.855	0.791	1.447	0.645
19	+Y	Modal distribution	41.65	0.751	0.681	1.167	0.531
20	+Y	Modal distribution	-41.65	0.749	0.685	1.213	0.504
21	-Y	Uniform	41.65	0.970	0.887	1.539	0.916
22	-Y	Uniform	-41.65	0.944	0.865	1.518	0.847
23	-Y	Modal distribution	41.65	0.710	0.645	1.105	0.472
24	-Y	Modal distribution	-41.65	0.699	0.640	1.132	0.441

Result details

**NC**  
 $dt = 1.36$  [cm] >  $dm = 0.60$  [cm]  
 $qu = 1.77$   $dm/dt = 0.44$   
**Not satisfied verification**

**SD**  
 $dt = 1.36$  [cm] >  $dm = 0.45$  [cm]  
**Not satisfied verification**

**DL**  
 $Sd = 0.20$  [cm] <=  $d^*y = 0.22$  [cm]  
**Satisfied verification**

Limit state	PGA [m/s <sup>2</sup> ]	$\alpha$
NC	1.783	0.699
SD	1.632	0.640
DL	1.444	1.132

Code  Exit

Slika 86. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna po izvedenoj sanaciji  
 Utvrđena potresna otpornost građevine po izvedbi pretpostavljenog modela sanacije oštećenja iznosi za granično stanje Znatnog oštećenja ZO (SD)  $a_{g,max} = 1,632 \text{ m/s}^2$  po "Y" osi ili 64%.

## **4. Troškovnik radova sanacije**

### **4.1. Troškovnik radova sanacije**

Po prikupljenim izvještajima ovlaštenog geodete, ovlaštenog geomehaničara i ovlaštenog statičara ovlaštenu arhitekta je sastavio troškovnik radova potrebnih da bi se provela minimalna sanacija oštećenja od potresa kojima nije cilj povećanje globalne krutosti građevine nego samo popravci oštećenja kako bi se građevina mogla dalje koristiti u skladu sa njenom osnovnom namjenom. Tzv. „poboljšica“ se ovim predviđenim radovima ne izvodi.

### **4.2. Pozivni natječaj za ponudu za izvođenje radova na sanaciji oštećenja građevine koja su nastala od potresa**

Nakon što su utvrđene sve količine i svi minimalno potrebni radovi za zadovoljavajući rezultat sanacije oštećenja sastavljen je ponudbeni troškovnik, te je poslan na adrese tri građevinska društva.

Ponude su poslala sva tri odabrana građevinska društva pa je uslijedila analiza pristiglih ponuda i njihovo vrednovanje.

Ponudbeni troškovnici se nalaze u poglavlju PRILOZI.



## 5. Procjena tržišne vrijednosti nekretnine

### 5.1. Općenito o procjeni vrijednosti nekretnina

U Republici Hrvatskoj je područje procjene vrijednosti nekretnina regulirano Zakonom o procjeni vrijednosti nekretnina (NN 78/15) [18] i Pravilnikom o metodama procjene vrijednosti nekretnina (NN105/15) [19].

Sukladno Zakonu o procjeni vrijednosti nekretnina čl. 23 propisane su tri metode procjena i to poredbena, prihodovna i troškovna metoda [18]. Izbor metode ovisi o vrsti nekretnine, uzimajući u obzir postojeće običaje u uobičajenom poslovnom prometu kao i druge okolnosti pojedinog slučaja, osobito u odnosu na raspoložive podatke. Uzimajući u obzir sve činjenice o nekretnini te tržišno dostupne podatke odlučeno je za potrebe ovog rada i vrste nekretnine, procjenu predmetne građevine napraviti Troškovnom metodom.

Procjenom vrijednosti nekretnine utvrđuje se njena tržišna vrijednost [18].

Tržišna vrijednost [18] definira se kao vrijednost koju nekretnina ima pri transakciji između zainteresiranog kupca i prodavatelja koji imaju sva relevantna saznanja o nekretnini, a da niti jedna strana nije pod prisilom i da je nekretnina bila prikladno oglašavana. Tržišna vrijednost procijenjena u ovom Elaboratu procjene tržišne vrijednosti nekretnina predstavlja tržišnu vrijednost nekretnine procijenjene sukladno Zakonu o procjeni vrijednosti nekretnina (NN 78/15) i pripadajućem Pravilniku o metodama procjene vrijednosti nekretnina (NN 105/15).

POREDBENA METODA [20] je primjerena za utvrđivanje tržišne vrijednosti neizgrađenih i izgrađenih zemljišta, a koristi se i za procjenu vrijednosti samostojećih, polu-ugrađenih i ugrađenih obiteljskih kuća, obiteljskih kuća u nizu, stanova, garaža kao pomoćne građevine, garažnih parkirnih mjesta, parkirnih mjesta i poslovnih prostora.

Poredbenom metodom se tržišna vrijednost određuje iz najmanje tri kupoprodajne cijene (transakcije) poredbenih nekretnina. Za izvođenje poredbenih cijena koriste

se kupoprodajne cijene onih nekretnina koje sa procjenjivanom nekretninom pokazuju dovoljno podudarna obilježja.

TROŠKOVNA METODA [20] je u prvome redu primjerena za utvrđivanje tržišne vrijednosti izgrađenih građevnih čestica na kojima se nalaze zgrade javne namjene i drugi objekti svrha kojih nije stvaranje prihoda, a posebno kod samostojećih, polu-ugrađenih i ugrađenih obiteljskih kuća koje prema svojim obilježjima nisu usporedive. Troškovna metoda je primjerena i kod procjene vrijednosti šteta i nedostataka na građevinama te naknadnih ulaganja u građevine. Troškovna metoda može se koristiti kao potpora za procjenu vrijednosti nekretnina kod novih građevina koje su usmjerene na stvaranje prihoda radi utvrđivanja pokrivenosti troškova gradnje budućim prihodima od najma ili zakupa nekretnine. Troškovna metoda može se koristiti kod starijih građevina kojima je potrebno intenzivno održavanje i koje zahtijevaju visoke troškove rekonstrukcije i modernizacije ako troškovna metoda vodi do ostatka vrijednosti nakon odbitka troškova navedenih radova, kao i kod procjene vrijednosti naknadnog ulaganja u građevine.

Prilikom primjene troškovne metode uzimaju se u obzir normalni troškovi gradnje, umanjene vrijednosti zbog starosti, nedostaci i štete na građevini kao i druge okolnosti koje su od utjecaja na vrijednost.

PRIHODOVNA METODA [20] je u prvome redu primjerena za utvrđivanje tržišne vrijednosti izgrađenih građevnih čestica na kojima se nalaze najamne nekretnine, gospodarske i druge nekretnine svrha kojih je stvaranje prihoda.

U prihodovnoj metodi prihodovna vrijednost se utvrđuje na temelju prihoda koji se postižu na tržištu (održivi prihodi). Ako su prihodovni odnosi u dogledno vrijeme podložni značajnim odstupanjima ili značajno odstupaju od prihoda koji se postižu na tržištu, prihodovna vrijednost može se utvrditi i na temelju periodički različitih prihoda.

U općoj prihodovnoj metodi prihodovna vrijednost utvrđuje se na temelju postignutih prihoda na tržištu iz utvrđene vrijednosti zemljišta uvećane za

kapitaliziranu razliku čistog prihoda i odgovarajućeg ukamaćivanja vrijednosti prema općenitom izrazu:  $PV = (PG - VZ \times p/100) \times M + VZ$

$$KK = (qn-1)/qn(q-1) \quad q = 1 + (p/100)$$

PV= prihodovna vrijednost nekretnine

PG= čisti prihod građevine

VZ= vrijednost zemljišta

M= multiplikator

p= kamatna stopa nekretnine

n= predvidivi ostatak održivog vijeka korištenja građevine

Opća prihodovna metoda primjenjuje se kad treba izračunati vrijednost građevina odvojeno od vrijednosti zemljišta na temelju budućeg prihoda. U tom slučaju vrijednost zemljišta se utvrđuje primjenom poredbene metode. Vrijednost zemljišta i vrijednost građevine zajedno daju prihodovnu vrijednost izgrađene građevne čestice.

## 5.2. Ulazni podaci za provedbu procjene vrijednosti nekretnine

Ulazni podaci za procjenu vrijednosti nekretnine su : neto korisna površina, građevinska bruto površina, bruto volumen, cijena građenja, starost nekretnine, stupanj završenosti građevine, komunalni i vodni doprinos, procjena vrijednosti intelektualnih usluga pri čemu se misli na projekte i ishoda građevinske dozvole, trajnost građevine.

Navedene površine i volumen građevine je potrebno izračunati, a ostali podaci poput cijene građenja, iznosa za komunalni i vodni doprinos i drugo su javno dostupni putem internetskih portala tijela JR(L)S .

Građevinska bruto površina (GBP)

Suteren 111,85 m<sup>2</sup>

Kat 106,63 m<sup>2</sup>

Potkrovlje 90,53 m<sup>2</sup>

Ukupno : 309,01 m<sup>2</sup>

Bruto volumen ( BV)

660,00 m<sup>3</sup>

Neto korisna površina (NKP) izračunata sukladno Pravilniku i koeficijentima iznosi 177,36 m<sup>2</sup>.

Niže je naveden popis prostorija, površina, koeficijenti sukladno pojedinoj visini i namjeni prostorije, te ukupna neto korisna površina.

## OBRAČUN NETO KORISNE POVRŠINE

## OBITELJSKA KUĆA

<b>SUTEREN</b>				<b>VISINA</b>	<b>KOEFICIJENT</b>	
SP.SOBA	3,71	3,05	11,32	220,00	0,9	10,18
DN.BORAVAK	3,71	4	14,84	220,00	0,9	13,36
KUHINJA	3,71	4,19	15,54	220,00	0,9	13,99
SPREMIŠTE	4,02	4,19	16,84	220,00	0,5	8,42
PREDSOBLJE	2,6	4	10,40	220,00	0,9	9,36
KUPAONA	1,3	4	5,20	220,00	0,9	4,68
OSTAVA	1,34	1	1,34	220,00	0,9	1,21
ULAZ+STUBIŠTE	1,25	2,95	3,69	220,00	0,9	3,32
	3,05	3,02	9,21	220,00	0,9	8,29
	1	1,8	1,80	220,00	0,9	1,62
			<b>UKUPNO</b>		<b>SUTEREN</b>	<b>74,43</b>

<b>KAT</b>						
SP.SOBA	3,41	3,05	10,40	252,00	0,90	9,36
PREDSOBLJE	4,02	3,05	12,26	252,00	0,90	11,03
SP.SOBA	3,9	3,71	14,47	252,00	0,90	13,02
SP.SOBA	4,38	3,71	16,25	252,00	0,90	14,62
SP.SOBA	4,02	3,14	12,62	252,00	0,90	11,36
GARDEROBA	2,61	1,28	3,34	252,00	0,90	3,01
SP.SOBA	2,61	2,09	5,45	252,00	0,90	4,91
WC	0,97	2,61	2,53	252,00	0,90	2,28
HODNIK	4,54	1,19	5,40	252,00	0,90	4,86
LOĐA	3,05	0,87	2,65	252,00	0,75	1,99
			<b>UKUPNO</b>		<b>KAT</b>	<b>76,45</b>

<b>POTKROVLJE</b>						
iznad 2 m vis	4,8	10,51	50,448		0,35	17,66
iznad 2 m vis	2,8	1,7	4,76		0,35	1,67
do 2 m	1,6	11,88	19,008		0,2	3,80
do 2 m	1,6	10,51	16,816		0,2	3,36
			<b>UKUPNO POTKROVLJE</b>			<b>26,49</b>

**REKAPITULACIJA**

SUTEREN	74,43
KAT	76,45
POTKR.	26,49
<b>UKUPNO</b>	<b>177,3644</b>

Prema važećem Zakonu o procjeni vrijednosti nekretnina (NN 78/15) i Pravilniku o metodama procjene vrijednosti nekretnina (NN 78/105) proveden je proračun kroz tzv. FK matricu [19]



## FK MATRICA

<b>Vrijednost zemljišta: nije predmet procjene</b>									
PZ =	0	m2	Cz=	0,00	€/m2Pz		VZ=	0 €	
Komunalni / Vodni doprinos									
BV=	660	m3	Kd=	13,18	€/m3BV		Kd=	8.699 €	
			Kv=	0,55	€/m3BV		Kv=	363 €	
Priklučci									
BGP=	309	m2	Cp=	11	€/m2BGP		Kp=	3.399 €	
<b>Vrijednost zemljišta, doprinosa i priključaka =</b>								<b>12.461 €</b>	
Nova vrijednost objekta		<b>ZGRADA</b>							
NGP=	177,36	m2	Cizg=	1.000	€/m2NGP		NV=	<b>177.360 €</b>	
Koeficijent dovršenosti/kvalitete =			1,00	1.000	€/m2NGP				
Godina procjene	2022	Godina izgradnje	1958	Starost (G) =	64	Trajnost OVK=	100		
FK matrica	A – Lokacija/tržište			B – zgrada općenito		C – stanje zgrade			
Opis	vrlo dobra lokacija			vrlo dobra infrastruktura		mala oštećenja			
Faktor korištenja zgrade (FK)	1			1,5		1,5			
Relativna starost (G/OVK) =	64%	Odabrani FK=	1,5	Predvidivi ostatak OVK u %	60%				
Ostatak održivog vijeka korištenja zgrade - OOVK (god.)							60		
Zamjenska starost zgrade (god.)							40		
Umanjenje vrijednosti zgrade zbog starosti - lineami otpis							40,0%		
Sadašnja građevinska vrijednost zgrade (SGV)								106.416 €	
Intelektualne usluge kod izgradnje					% od NV	6,0%	10.642 €		
Okoliš					% od NV	1,0%	1.774 €		
<b>Sadašnja građevinska vrijednost nekretnine (SGVn)</b>								<b>131.292 €</b>	

Upotrijebljena vrijednost građenja od 1000 eura/m<sup>2</sup> je uzeta kao iskustvena cijena koja egzistira u građevinskom sektoru, a objašnjene je dano kasnije u daljnjem radu.

Provedeni proračun ocjenjuje da je tržišna vrijednost predmetne građevine 131.292,00 € odnosno 989.219,57 kn.

Motiv za izradu ovog rada je i pomoć vlasniku predmetne građevine u rasvjetljavanju stvarne situacije i donošenju odluke u pogledu njegovog odnosa sa osiguravajućim društvom i građevinom oštećenom u potresu, i ključnom pitanju da li građevinu obnavljati ili srušiti ukoliko je sa gledišta osiguranja nastupila totalna šteta.

U poslu osiguranja totalna šteta nastupa kada su troškovi popravka koji vraća objekt u prvobitno stanje i bez poboljšanja, premašuju 70% i više od osigurane svote.

Predmetna građevina je kod sklapanja police osiguranja nekretnina na novu vrijednost.

Nova vrijednost [21] kod osiguranja građevine znači da se osigurava vrijednost novog objekta, odnosno ona vrijednost koja bi u trenutku sklapanja osiguranja bila potrebna da se predmet osiguranja tada izgradi sa potpuno istom konstrukcijom i uređenjem i sa uključenim troškovima arhitekta i ostalih troškova kod planiranja i to nije tržišna vrijednost. Ovo ima za svrhu da se očuva realna vrijednost. Pri isplati odštete kod osiguranja na novu vrijednost se ne obračunava amortizacija nekretnine. Nova vrijednost se također može zvati i građevinska vrijednost.

Izračun građevinske vrijednosti ili troškova gradnje izravno je povezan s obračunom ploštine površine zgrade [22]. Za izračun troškova gradnje primjeren je izračun bruto ploštine [22] (BRP) ili prema pojmovniku HRN ISO 9836:2019 [6] - ukupna ploština poda zgrade.

Navedenom Normom je definiran pravilni obračun ploština površina u zgradarstvu.

Norma uvodi novi termin za veličinu površine i naziva ju ploština, jer se smatra da površina ima više obilježja dok ploština ima samo jedno obilježje, odnosno samo veličinu. Koeficijenti za korisnu vrijednost površina [22] koji se navode u Pravilniku o metodama procjene vrijednosti nekretnina NN105/15 navedena Norma ne poznaje i ne postoje koeficijenti za redukciju površine koje smo upotrijebili kod određivanja NKP u proračunu tržišne vrijednosti građevine. Tako će se za građevinsku vrijednost upotrijebiti BRP što jest zbroj svih ploština poda etaža uključivo sa ploštinom svih konstrukcijskih elemenata u ravnini poda. Znači da postoji određena razlika između veličine BRP i NKP za istu građevinu. To također znači da se i dobivene vrijednosti u novcu također razlikuju i sukladno potrebi se odabire upotreba BRP ili NKP. Za građevinu koja je predmet ovog diplomskog rada i za daljnju analizu i potrebu gledajući nadoknadu štete koju bi osiguravajuće društvo trebalo isplatiti upotrijebiti će se nova vrijednost odnosno građevinska vrijednost. Kao i za procjenu tržišne vrijednosti, tako i za procjenu građevinske vrijednosti građevine moramo izračunati ulazne podatke koji ovise o gabaritima građevine, i pronaći i upotrijebiti valjanu jediničnu cijenu građenja za 1m<sup>2</sup> BRP-a.

Pretražujući internet za javno objavljenim podatkom o cijeni građenja koja je dobivena zbrajanjem svih troškova za izgradnju građevine od 200 m<sup>2</sup> korisne površine na Zagrebačkom području nađen je podatak na internet stranici [https://www.emajstor.hr/clanak/11/Koliko\\_zaista\\_kosta\\_kuca](https://www.emajstor.hr/clanak/11/Koliko_zaista_kosta_kuca) kalkulacija troškova izgradnje kuće 200 m<sup>2</sup> površine gdje je cijena građenja izražena po m<sup>3</sup> izgrađenog volumena građevine i ona iznosi 230 eura po m<sup>3</sup> [23].

Drugi javno objavljeni podatak o cijeni građenja je objavljen u Narodnim novinama i naziva se etalonska cijena građenja, koji ima svoju posebnu namjenu ali se do tog podatka dolazi istraživanjem tržišta pa se može upotrijebiti u određenoj mjeri.

Tako je u NN 59/2020 objavljen podatak od 6.000,00 kn po m<sup>2</sup> korisne površine stana za sve ostalo osim za društveno poticanu stanogradnju, što preračunato u eure iznosi cca 800 eura po m<sup>2</sup> korisne površine stana [24].

Treći javno objavljeni podatak je objavljen na internet stranici : [https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/Graditeljstvo/BILTEN\\_N\\_I\\_XII\\_20\\_20\\_rev3.pdf](https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/Graditeljstvo/BILTEN_N_I_XII_20_20_rev3.pdf). To je podatak kojega objavljuje IGH u svom biltenu Standardna kalkulacije radova u visokogradnji, u kojemu je objavljen podatak o utvrđenoj cijeni građenja tipske samostojeće građevine etažnosti prizemlje + kat što je najbliži primjer predmetnoj građevini. U biltenu je utvrđena za navedeni tip građevine cijena gradnje od 8.946,43 kn/m<sup>2</sup> neto korisne površine što iznosi oko 1.187 eur/m<sup>2</sup> NKP [24].

Za utvrđivanje cijene građenja predmetne građevine upotrijebljeni su prethodno navedeni podaci :

a) 230 eura/m<sup>3</sup> x 660 m<sup>3</sup> (bruto volumen građevine) = 151.800 eura

b) 800 eura po m<sup>2</sup> x 177,36 m<sup>2</sup> = 141.888 eura

c) 1187 eura po m<sup>2</sup> x 177,36 m<sup>2</sup> = 210.526,32 eura

$(151.800 + 141.888 + 210.526,32) = 504.214,32$  eura / 3 = 168.071,44 eura / 177,36m<sup>2</sup> = 947,62 eura/m<sup>2</sup>.

Ovako dobivena cijena iz tri različita izvora potvrđuje da je pojednostavljena cijena gradnje kuće koju se može saznati razgovarajući u krugovima građevinskih tvrtki, od 1000 eura po m<sup>2</sup> vrlo dobro određena i da se može prihvatiti, i to tim više što

se cijena od 947 eura objavila u Biltenu pod kraj 2020.godine a u međuvremenu je porasla zbog sveprisutne inflacije.

Možemo zaključiti da je građevinska vrijednost ili nova vrijednost predmetne građevine cca 177.000,00 eura odnosno 1.333.606,50 kn.

Budući je predmetna građevina osigurana na novu vrijednost usporedba ukupne cijene radova obnove uspoređuje se sa izračunatom novo nabavnom vrijednosti građevine. Ukoliko bi radovi sanacije premašivali 70% novo nabavne vrijednosti građevine moguće je proglasiti totalnu štetu, nakon čega se može donijeti odluka o rušenju građevine a osiguranje je u obvezi isplatiti ugovorenu odštetu za cijelu građevinu uz umanjenje za franšizu.

## 6. Analiza rezultata

### 6.1. Otpornost građevine prije potresa

Proračun potresne otpornosti predmetne građevine je proveden pomoću računalnog programa 3Muri 13.5.0.2 pri čemu su dobiveni rezultati tzv. „push-over“ analizom :

- Konstrukcija u smjeru X izdrži 0,974 m/s<sup>2</sup> projektno ubrzanje– (MJERODAVNO)
- Konstrukcija u smjeru Y izdrži 1,490 m/s<sup>2</sup> projektno ubrzanje

Omjer proračunske potresne otpornosti konstrukcije i potresne otpornosti prema nizu HRN EN 1998 i pripadnim nacionalnim dodacima za povratni period  $T_p=475$  godina

- proračunska potresna otpornost konstrukcije iznosi 0,974 m/s<sup>2</sup> potresne otpornosti konstrukcije prema nizu HRN EN 1998
- prema nacionalnim dodacima za povratni period  $T_p=475$  godina treba iznositi 2,400 m/s<sup>2</sup> potresne otpornosti
- Rezultat je omjer između izračunate otpornosti i zahtjeva nacionalnog dodatka normi i on iznosi :  $0,974 / 2,400 = 0,405 = 40,5 \%$

Zatečena konstrukcija ima potresnu otpornost na razini 40,5% potrebne otpornosti prema nizu HRN EN 1998 i pripadnim nacionalnim dodacima za povratni period  $T_p= 475$  godina.

Razina 2 obnove zahtijeva prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije [14] NN 17/17 i 75/20 za povratni period  $T_p=95$  godina: minimalno 50% otpornosti propisane normom EC 8.

- proračunska potresna otpornost konstrukcije iznosi 0,974 m/s<sup>2</sup> potresne otpornosti konstrukcije prema nizu HRN EN 1998
- potresna otpornost konstrukcije za Razinu 2 prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije NN 17/17 i 75/20 za povratni period  $T_p= 95$  godina iznosi 1,200 m/s<sup>2</sup>



- o Rezultat je omjer između izračunate otpornosti i zahtjeva nacionalnog dodatka normi i on iznosi  $0,974 / 1,200 = 0,811$  ili 81,1%

Zatečena konstrukcija ima potresnu otpornost na razini od 81,6% potrebne otpornosti za Razinu 2 prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije NN 17/17 i 75/20 za povratni period  $T_p = 95$  godina.

## 6.2. Otpornost građevine po provedenim mjerama sanacije oštećenja

Proračun potresne otpornosti predmetne građevine je proveden pomoću računalnog programa 3Muri 13.5.0.2 pri čemu su dobiveni rezultati tzv. „push-over“ analizom :

- o Konstrukcija u smjeru Y izdrži  $1,632 \text{ m/s}^2$  projektno ubrzanje– (MJERODAVNO)

- o Konstrukcija u smjeru X izdrži  $1,879 \text{ m/s}^2$  projektno ubrzanje

Omjer proračunske potresne otpornosti konstrukcije i potresne otpornosti prema nizu HRN EN 1998 i pripadnim nacionalnim dodacima za povratni period  $T_p = 475$  godina

- o proračunska potresna otpornost konstrukcije iznosi  $1,632 \text{ m/s}^2$  potresne otpornosti konstrukcije prema nizu HRN EN 1998

- o prema nacionalnim dodacima za povratni period  $T_p = 475$  godina treba iznositi  $2,400 \text{ m/s}^2$  potresne otpornosti

- o Rezultat je omjer između izračunate otpornosti i zahtjeva nacionalnog dodatka normi i on iznosi :  $1,632 / 2,400 = 0,68 = 68 \%$

Građevina sa saniranim oštećenjima ima potresnu otpornost na razini 68% potrebne otpornosti prema nizu HRN EN 1998 i pripadnim nacionalnim dodacima za povratni period  $T_p = 475$  godina.

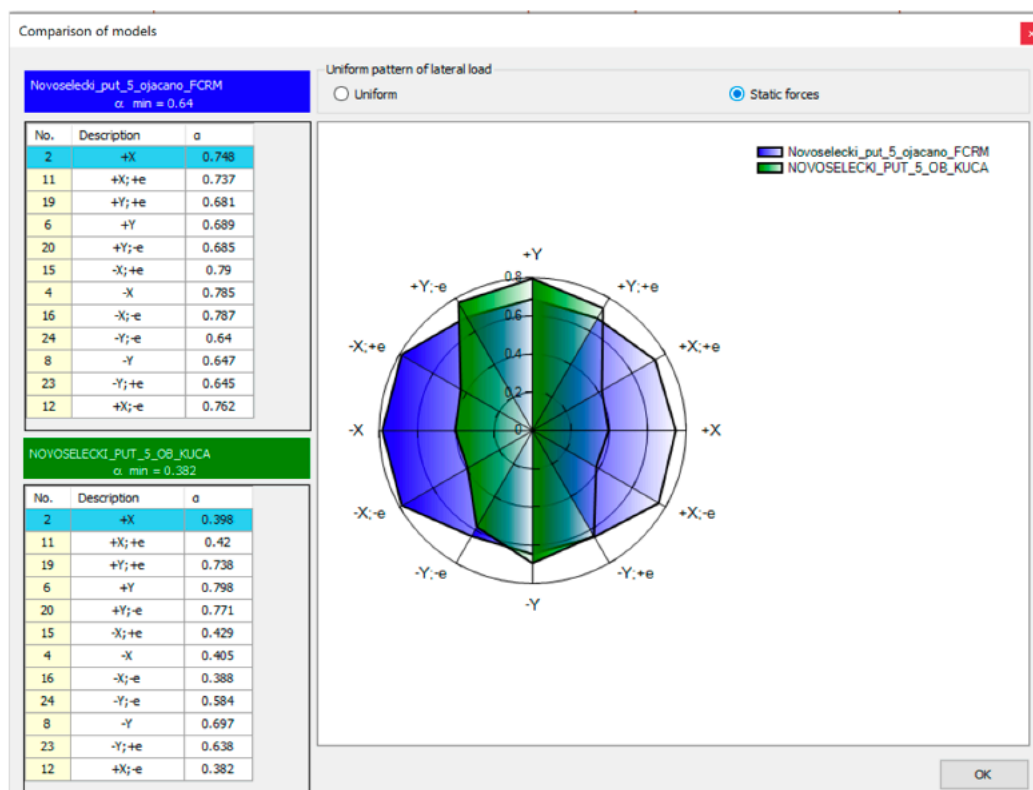
Razina 2 obnove zahtijeva prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije NN 17/17 i 75/20 za povratni period  $T_p = 95$  godina: minimalno 50% otpornosti propisane normom EC8.

o proračunska potresna otpornost konstrukcije iznosi  $1,632 \text{ m/s}^2$  potresne otpornosti konstrukcije prema nizu HRN EN 1998

o potresna otpornost konstrukcije za Razinu 2 prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije NN 17/17 i 75/20 za povratni period  $T_p = 95$  godina iznosi  $1,200 \text{ m/s}^2$

o Rezultat je omjer između izračunate otpornosti i zahtjeva nacionalnog dodatka normi i on iznosi  $1,632 / 1,200 = 1,36$  ili 136 %

Sanirana konstrukcija ima potresnu otpornost na razini od 136 % potrebne otpornosti za Razinu 2 prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije NN 17/17 i 75/20 za povratni period  $T_p = 95$  godina.



Slika 87. Prikaz usporedbe dobivenih rezultata provedenih proračuna za SD (značajno oštećenje)

Prikazani graf pokazuje da bi primjenom predviđenih radova popravaka oštećenja na zidovima položenim u X smjeru došlo do pojačanja otpornosti sa početnih proračunskih 40,5% od propisane otpornosti za povratni period  $T_p = 475$  godina

na zavidnih 78,7%, dok se otpornost u Y smjeru neznatno čak i smanjila. Razlog je taj što su najveća oštećenja od potresa nastupila u zidovima koja se pružaju u X smjeru te smo njih najviše sanirali.

Zaključak je da se sa provedbom predviđene sanacije radovima navedenim u troškovniku postiže potrebna otpornost za razinu 2 obnove, te da se osim predviđenih zidova za sanaciju treba dodatno razraditi i sanacija zidova koji se pružaju u Y smjeru kako bi se njihova otpornost barem zadržala u istoj veličini kao što ju imaju po proračun prije provedbe sanacije.

### **6.3. Vrijednost građevinskih radova sanacije oštećenja**

Po provedenom pozivnom natječaju pristigle su tri ponude za izvođenje radova sanacije oštećenja.

Ponude poredane od najniže prema najvišoj su :

- a) 898.365,80 kn
- b) 1.049.063,48 kn
- c) 1.104.179,08 kn

Obzirom na vremenski odmak više od dvije godine od kada su ponude prikupljene i zbog inflacije koja je u međuvremenu nastupila za očekivati je da bi danas potrebni radovi sanacije iznosili minimalno 1.000.000,00 kn, te će se za usporedbu i analiziranje svih podataka u daljnjem radu koristiti ova vrijednost radova sanacije.

Za potpuno točnu vrijednost radova obnove bilo bi potrebno provesti sve potrebne radove obnove te obračun napraviti prema stvarno izvršenim količinama i radovima. Budući se radi o zgradi građenoj prije 64 godine za očekivati je da će biti nepredviđenih radova te da pretpostavljenih 1.000.000,00 kn je minimalni iznos ispod kojeg sigurno obnova ne može biti izvedena u obimu i kvaliteti kako je opisana u ponudbenom troškovniku.

Pristigle ponude se nalaze u poglavlju PRILOZI.

## 6.4. Tržišna vrijednost predmetne građevine

Provedbom procjene vrijednosti predmetne građevine pomoću propisane troškovne metode za vrstu nekretnine koja je predmet procjene je dobivena tržišna vrijednost nekretnine u iznosu od 131.292,00 € ili 989.219,57 kn, a za potrebe osiguranja je utvrđena građevinska vrijednost zgrade od 1.333.606,50 kn.

Zbog specifičnog slučaja za nastavak analize ćemo upotrijebiti građevinsku vrijednost predmetne građevine jer se sukladno njoj osiguravajuće društvo rukovodi u postupku obračuna odštete za sanaciju oštećenja nastala od potresa.

## 6.5. Završna analiza svih prikupljenih podataka

Za potrebe iznošenja mišljenja o isplativosti provedbe sanacije i popravaka oštećenja građevine koja su posljedica potresa provedene su slijedeće aktivnosti:

- očevid, obavljen neposredno nakon potresa,
- izrađen elaborat zatečenog stanja,
- prikupljanje potrebne dokumentacije o predmetnoj građevini i potresu koji se dogodio u kojem je građevina oštećena
- geomehaničko ispitivanje temeljnog tla sa proračunom opterećenja i nosivosti
- geodetska provjera vertikalne pravilnosti građevine
- brzi pregled statičara
- izrada troškovnika potrebnih radova po ovlaštenom arhitekti
- pozivni natječaj za tri građevinska društva
- analiza stanja građevine pomoću programa 3Muri za stanje prije potresa
- analiza stanja građevine pomoću programa 3Muri za konstruktivne elemente sa provedenom sanacijom pomoću Mapei FRFCM platna
- prikupljanje svih podataka za procjenu tržišne vrijednosti predmetne građevine
- procjena tržišne i građevinske vrijednosti predmetne građevine
- analiza svih rezultata

Provedenim aktivnostima utvrđeno je da predmetna stambena zgrada izgrađena 1958. godine sa namjenom za stanovanje kao obiteljska kuća. Zgrada ima izgrađeni suteren, kat i nestambeno potkrovlje. Zidana je punom opekrom normalnog formata bez armirano-betonskih horizontalnih i vertikalnih serklaža. Podna konstrukcija je drveni grednik preko kojega je postavljena daščana oplata te završna obloga od hrastovog parketa, osim u sanitarnim prostorima gdje je na daščanu oplatu postavljen sloj cementnog morta sa završnom obradom keramičkim pločicama.

Krovna konstrukcija je drvena, dvostrešna i statičkog sustava dvostruka stolica. Pokrov je biber crijep. Zgrada je dograđena 1990.godine, kojom prilikom je nosiva zidna konstrukcija također izvedena zidanjem opekarskih blokova, krovište je također dvostrešno drveno sa identičnim pokrovom i na istom nivou, a podna konstrukcija je polu-montažni pod tip FERT.

Očevidom su utvrđena oštećenja koja se mogu pripisati isključivo potresu kao uzroku jer se uporabom građevine sukladno njenoj namjeni ista nisu mogla dogoditi. Osim vizualnog pregleda zgrade provedeno je još geomehaničko ispitivanje temeljnog tla i utvrđivanje vrste temeljnog tla sa proračunom opterećenja, te geodetska provjera vertikalnosti zgrade. Dobiveni podaci su upotpunjeni mišljenjem ovlaštenog statičara koji je proveo tzv. "brzi pregled". Svi navedeni rezultati mjerenja, mišljenja i izvještaji su dati ovlaštenom arhitekti da izradi ponudbeni troškovnik radova sanacije oštećenja po kojemu je proveden pozivni natječaj za tri građevinska društva. Po prikupljenim ponudama za radove sanacije utvrđeno je da minimalna cijena potrebnih radova sanacije iznosi 898.365,80 kn sa pdv-om.

Radovima u ponudbenom troškovniku se ne radi poboljšanje krutosti konstrukcije već se isključivo saniraju puknuti i razdvojeni dijelovi zidne konstrukcije, pa se može zaključiti da se ne radi o "poboljšici" već samo o nužnim radovima popravka za dovođenje građevine u stanje prije potresa.

Navedenim radovima se dakle ne osigurava otpornost konstrukcije na isti ili jači potres već se obnavljaju oštećeni dijelovi kako bi se omogućilo korištenje predmetne zgrade u skladu sa njenom izvornom namjenom tj. za stanovanje.



Po ovako provedenoj sanaciji oštećenja predmetna zgrada nije adekvatne statičke otpornosti na potres u skladu sa važećim tehničkim propisom po normi EC 8, već jedino zadovoljava minimalno propisane zahtjeve otpornosti na potres za razinu 2 obnove.

Za odluku o prihvaćanju radova sanacije, po kojima se predmetnoj zgradi ne ojačava krutost konstrukcije već se samo vrše popravci puknutih dijelova, ili rušenju cijele zgrade, bilo je potrebno provesti postupak procjene tržišne vrijednosti nekretnine na temelju važećeg Zakona o procjeni vrijednosti nekretnina NN 78/15 i Pravilnikom o metodama procjene vrijednosti nekretnina NN 105/15.

Za utvrđivanje vrijednosti radova sanacije oštećenja bilo je potrebno po identičnom troškovniku potrebnih radova provesti pozivni natječaj na kojem su sudjelovale tri građevinske tvrtke sa svojim ponudama.

Najpovoljnija pristigla ponuda za izvođenje radova sanacije oštećenja je ponuda društva M.O. ELEKTROGRADNJA d.o.o. sa cijenom od 898.365,80 kn ili cca 120.000,00 eura.

Budući još uvijek nije donesena konačna odluka, niti je u vrijeme pisanja ovog rada obavljena bilo koja druga sanacija osim zamjene puknutih crijeva i popravka dimnjaka i imajući na umu informaciju da su analizirane ponude bile važeće prije više od 2 godine, da su se u međuvremenu dogodili značajni poremećaji na tržištu u građevinskom sektoru i tržištu građevinskog materijala, može se samo zaključiti da bi današnja sanacija po istom ponudbenom troškovniku bila minimalno 20% viša od ponude društva M.O. ELEKTROGRADNJA d.o.o. ili okvirno 145.000,00 eura, a što je više od procijenjene tržišne vrijednosti predmetne građevine.

Uzevši sve navedeno u obzir rukovodeći se sa dva ključna pogleda na istu građevinu, odnosno financijsku isplativost i minimalnu sigurnost za korisnika građevine moguće je zaključiti da se predmetnu građevinu staru 64 godine, koja je stradala u potresu 2020. godine i pretrpjela značajna oštećenja ne isplati popravljati.

S obzirom na mjesto izgradnje zgrade, konstruktivne elemente koji nisu u skladu sa današnjim tehničkim rješenjima, postignućima i tehničkim propisima kojima se

zahtijeva minimalni stupanj otpornosti na potres, ulaganje financijskog iznosa koji je veći od procijenjene tržišne vrijednosti nekretnine je financijski neisplativo.

Nadalje, obavljanje radova sanacije kojima je zahvaćena gotovo cijela zgrada a da se pri tome ne povećava krutost konstrukcije i otpornost na potres prema zahtjevima tehničkih propisa koji danas važe bilo bi pogrešno a možda i protupropisno i cjenovno skuplje u odnosu na nekonstrukcijsku obnovu. Bez izvedbe svih radova napisanih u ponudbenom troškovniku nije moguće popraviti oštećenja na zgradi kojima bi se čvrstoća zidova vratila u stanje prije potresa. Stanje prije potresa je stanje koje ne zadovoljava sadašnje tehničke propise i zadnji potres je pokazao koliko je u stvari zgrada sigurna.

Bitno je naglasiti da se izvođenjem radova sanacije, kojima se zgrada vraća u stanje zgrade prije potresa i čime se ne postiže zadovoljavajuće stanje u pogledu važećih tehničkih propisa, ne povećava tržišna vrijednost zgrade za iznos radova sanacije, i da istovremeno vrijednost tih sanacijskih radova iznosi više od procijenjene tržišne vrijednosti nekretnine.

Također treba dodati da je nakon potresa u Zagrebu, u kojem je građevina oštećena, u istoj godini došlo do još jednog potresa na području Petrinje koji se jako osjetio u Zagrebu pa je zgrada još dodatno rasklimana.

Zbog kategorije temeljnog tla, na kojem je zgrada izgrađena nisu moguća dodatna ojačanja koja bi opteretila postojeće tlo, koje je već sa postojećom zgradom opterećeno 98% dozvoljenog opterećenja odnosno nosivosti.

Budući nisu dostupna nova istraživanja stanja potpunih temelja niti je poznato da li su provedena, i kako su prilikom obavljanja očevida određeni dijelovi zidova i stropa bili prekriveni postojećim oblogama drvenom lamperijom, postavljenom na drvenu potkonstrukciju i zaljepljenim tapetama, nije bilo moguće procijeniti točne količine radova pa bi kod analize bilo potrebno i ovu činjenicu uzeti u obzir. Kako se radi o osjetljivom poslu u kojem se zadire u staru zidanu konstrukciju, kojoj je podna konstrukcija drvena, to znači da je potrebno veliku pažnju pridati pripremnim radovima podupiranja kako u samom postupku razgradnje oštećenih zidova ne bi došlo do novih oštećenja, te treba imati na umu da kod ovako starih zidanih građevina sa ovom vrstom podne konstrukcije svi zidovi postaju nosivi te

---

se prije bilo kakvog uklanjanja dijela zidova koji su potresom oštećeni svi stropovi moraju adekvatno poduprijeti što je također neizbježan trošak sanacije.

Ako se uzme u analizu odnos građevinske vrijednosti predmetne zgrade i vrijednost radova sanacije prema pristiglim ponudama dobije se slijedeće :

Građevinska vrijednost = 1.333.606,50 kn

Radovi sanacije = 898.365,80 kn prije 2 godine a uz inflaciju danas bi iznosili minimalno 1.000.000,00 kn

Omjer =  $1.000.000,00 / 1.333.606,50 = 0,7498$  ili 75% građevinske vrijednosti zgrade iznose radovi sanacije te iste zgrade od oštećenja od potresa.

Dakle i prema ovoj analizi podataka može se zaključiti da je vrijednost radova sanacije znatno veća nego što bi bilo ekonomski opravdano ulagati u zgradu radi postizanja stanja prije potresa u kojem ne bi došlo do povećanja globalne krutosti i otpornosti na potres, koja usput rečeno ne zadovoljava sadašnje tehničke propise nego je i dalje ispod minimalne razine otpornosti.

## 7. Zaključak

Polazište za ovaj diplomski rad se između ostalog nalazilo u nedoumici vlasnika da li da zgradu oštećenu u potresu obnavlja ili da ju sruši uzevši u obzir sve podatke u pogledu isplativosti izvođenja sanacijskih radova.

Odluku koje će se tehnike i materijali upotrijebiti će usmjeriti saznanje o visini pojedinih troškova budući su mjere koje zadiru u pojačavanje krutosti zgrade izuzetno skupe i nisu prikladne za svaku kategoriju zgrada kao ni za sve lokacije na kojima se zgrade nalaze.

Zbog svega navedenog izuzetno je važno prije bilo kakvih radova provesti detaljnu tehničku dijagnozu potpomognutu sa troškovnom analizom koja treba sadržavati i procjenu vrijednosti nekretnine koja se predviđa sanirati.

Tek sa kompletnom i potpunom analizom je moguće donijeti ispravnu odluku u vezi oštećene predmetne zgrade.

Predmetna zgrada je građena u vremenu kada su materijali bili lošije kvalitete nego danas a i zahtjevi tehničkih propisa u pogledu otpornosti na potres su bili puno blaži pa su zgrade iz tog vremena građenja jače stradale od zgrada novije gradnje.

Provedenom analizom otpornosti na potres je utvrđena otpornost od 38% propisane otpornosti prema normi Euro Cod 8, odnosno 40,5 % prema normi sa uključenim nacionalnim dodatkom za povratni period od 475 godina.

Sagledavši sve pozitivne i negativne činjenice može se zaključiti da je postojeću zgradu zbog oštećenja od potresa i troškova sanacije bolje srušiti nego obnavljati.

Za konačni zaključak treba reći da ipak sve ostaje na vlasniku nekretnine, ali da provedena analiza pokazuje da je procijenjena tržišna vrijednost nekretnine prema ZPVN 989.219,57 kn, da je utvrđena građevinska vrijednost ili nova vrijednost građevine 1.333.606,50 kn i da je procijenjeno da bi radovi sanacije iznosili minimalno 1.000.000,00 kn.

Izvođenjem svih, ponudbenim troškovnikom, predviđenih radova na predmetnoj zgradi neće doći do povećanja globalne krutosti zgrade. Predviđeno je popraviti samo sva nastala oštećenja. Tako sanirana zgrada neće imati otpornost na potres

kako to propisuju važeći tehnički propisi za kategoriju zgrade u koju kategoriju predmetna zgrada pripada.

Provedbom sanacijskih radova neće se povećati tržišna vrijednost zgrade za vrijednost sanacijskih radova.

Financijskom analizom se može zaključiti da je ulaganje 1.000.000,00 kn u sanaciju oštećenja na predmetnoj zgradi, koja prije provedbe tih radova vrijedi po tržišnoj procjeni 989.2119,57 kn i čija je građevinska vrijednost 1.333.606,50 kn, **neisplativo.**



## 8. Literatura

1. <https://enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=49792> , pristupljeno 18.09.2022.
2. <https://hrcak.srce.hr/file/386541> , pristupljeno 18.09.2022.
3. [https://bs.wikipedia.org/wiki/Zemljotres\\_u\\_Zagrebu\\_2020.](https://bs.wikipedia.org/wiki/Zemljotres_u_Zagrebu_2020.), pristupljeno 18.09.2022.
4. <https://www.potrosi.hr> , pristupljeno 18.09.2022.
5. <http://seizkarta.gfz.hr/hazmap/karta.php>, pristupljeno 18.09.2022.
6. <https://www.confinedmasonry.org/wp-content/uploads/2009/09/Eurocode-8-1-Earthquakes-general.pdf> , pristupljeno 18.09.2022.
7. <https://oss.uredjenazemlja.hr/public/cadServices.jsp?action=dkpViewerPublic> , pristupljeno 18.09.2022.
8. <https://nekretnine.mgipu.hr/Auth/> , pristupljeno 18.09.2022.
9. <https://geoportal.zagreb.hr/Karta>, pristupljeno 18.09.2022.
10. Peulić Đ.: Konstruktivni elementi zgrada, Tehnička knjiga, Zagreb 1983.
11. <http://www.rudarska.hr/wp-content/uploads/2018/02/2-4.Polumontazni-stropovi.pdf> , pristupljeno 18.09.2022.
12. <http://www.casopis-gradjevinar.hr/archive/article/2969> , pristupljeno 18.09.2022.
13. [https://www.hcpi.hr/uppo/attachments/documents/UPPO\\_Prirucnik\\_GF\\_HKIG\\_w.pdf](https://www.hcpi.hr/uppo/attachments/documents/UPPO_Prirucnik_GF_HKIG_w.pdf) , pristupljeno 18.09.2022.
14. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2020\\_07\\_75\\_1448.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2020_07_75_1448.html) , pristupljeno 18.09.2022.
15. <https://mpgi.gov.hr/>, pristupljeno 18.09.2022.
16. [https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider37/line-technical-documentation-documents/protupotresna-oja%C4%8Danja-konstrukcija\\_mapei.pdf?sfvrsn=362bb777\\_6](https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider37/line-technical-documentation-documents/protupotresna-oja%C4%8Danja-konstrukcija_mapei.pdf?sfvrsn=362bb777_6) , pristupljeno 18.09.2022.
17. <http://seizkarta.gfz.hr/hazmap/karta.php> , pristupljeno 18.09.2022.
18. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015\\_07\\_78\\_1491.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_07_78_1491.html) , pristupljeno 18.09.2022.

- 
19. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015\\_10\\_105\\_2060.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_10_105_2060.html) , pristupljeno 18.09.2022.
  20. [http://www.sudacka-mreza.hr/doc/stecaj/privitci/18181/20170206\\_procjena\\_stan.pdf](http://www.sudacka-mreza.hr/doc/stecaj/privitci/18181/20170206_procjena_stan.pdf), pristupljeno 18.09.2022.
  21. <https://budisiguran.com.hr/2018/03/26/osiguranje-na-novu-vrijednost/>, pristupljeno 18.09.2022.
  22. Uhlir, Majčica: Priručnik za procjenu vrijednosti nekretnina, DGIZ, 2016.
  23. [https://www.emajstor.hr/clanak/11/Koliko\\_zaista\\_kosta\\_kuca](https://www.emajstor.hr/clanak/11/Koliko_zaista_kosta_kuca) , pristupljeno 18.09.2022.
  24. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020\\_05\\_59\\_1184.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_05_59_1184.html) , pristupljeno 18.09.2022.

---

## 9. Popis tablica

Tablica 1. Djelovanja potresa prema znanstvenom radu C.Bruce Worden iz 2012. .....	3
Tablica 2. Neki od značajnijih potresa koji su zabilježeni u Republici Hrvatskoj ....	4
Tablica 3. Neki od značajnijih potresa koji su zabilježeni u Republici Hrvatskoj ....	5
Tablica 4. Tipovi temeljnog tla sa označenim tipom ispod temelja predmetne građevine.....	7
Tablica 5. Podaci kategorije tla prema seizmičnosti (Eurocode 8, HRN EN 1998-1:2011).....	8
Tablica 6. Ocjena oštećenja konstrukcijskih i nekonstrukcijskih elemenata.....	22
Tablica 7. Upotrijebljeni materijali i njihove karakteristike .....	56
Tablica 8. Elementi vertikalne konstrukcije građevine- suteran .....	57
Tablica 9. Elementi horizontalne konstrukcije građevine- suterana i kata.....	58
Tablica 10. Elementi horizontalne konstrukcije građevine- suterana i kata.....	58
Tablica 11. Elementi vertikalne konstrukcije građevine- kata.....	59
Tablica 12. Elementi krovne konstrukcije građevine .....	59

## 10. Popis slika

Slika 1. karta sa položajem epicentra Zagrebačkog potresa[3].....	3
Slika 2. Seizmološki prikaz područja (isječak karte za povratni period od 475 godina) [5] .....	6
Slika 3. Prikaz mikrolokacije predmetne katastarske čestice (Izvor: <a href="https://geoportal.dgu.hr/">https://geoportal.dgu.hr/</a> ) [7] .....	9
Slika 4. Prikaz makrolokacije predmetne katastarske čestice (Izvor: <a href="https://geoportal.dgu.hr/">https://geoportal.dgu.hr/</a> ) [7] .....	9
Slika 5. Prikaz mikrolokacije prema namjeni GUP-a Grada Zagreba (Izvor: <a href="https://geoportal.zagreb.hr/Karta?tk=2">https://geoportal.zagreb.hr/Karta?tk=2</a> ) [9] .....	10
Slika 6. Sjeverno pročelje zgrade .....	11
Slika 7. Južno pročelje zgrade .....	11
Slika 8. Primjer- presjek drvene međukatne konstrukcije [10] .....	12
Slika 9. Aksonometrijski prikaz drvene međukatne konstrukcije [10].....	13
Slika 10. FERT međukatne konstrukcije [11] .....	13
Slika 11. Vrsta veza zida od opeke normalnog formata [11].....	14
Slika 12. Elementi zida od opeke normalnog formata [11].....	15
Slika 13. Oblici armirano-betonskih nadvoja [10].....	15
Slika 14. Presjek armirano-betonskog stubišta [11].....	16
Slika 15. Presjek rova trakastog temelja [10].....	16
Slika 16. Mogući načini oslanjanja pregradnih zidova [10] .....	17
Slika 17. Oblici dimovodnih kanala [10] .....	18
Slika 18. Dvostrešno krovnište, statički sustav dvostruka stolica [10].....	18
Slika 19. Krovna konstrukcija i dimnjak u potkrovlju predmetne građevine ..	19
Slika 20. Žuta naljepnica.....	20
Slika 21. Prikaz mjesta i vrste oštećenja na sjevernom pročelju.....	23
Slika 22. Prikaz mjesta i vrste oštećenja na južnom pročelju.....	23

---

<i>Slika 23. Prikaz mjesta i vrste oštećenja na zapadnom pročelju .....</i>	<i>24</i>
<i>Slika 24. Prikaz mjesta i vrste oštećenja na poprečnom presjeku .....</i>	<i>25</i>
<i>Slika 25. Prikaz mjesta i vrste oštećenja na tlocrtu tavana .....</i>	<i>26</i>
<i>Slika 26. Prikaz mjesta i vrste oštećenja na tlocrtu kata .....</i>	<i>27</i>
<i>Slika 27. Prikaz mjesta i vrste oštećenja na tlocrtu suterena .....</i>	<i>28</i>
<i>Slika 28. Prikaz pukotine vanjskog zida na poziciji iznad kata, te oštećeni dimnjak i pokrov .....</i>	<i>29</i>
<i>Slika 29. Prikaz oštećenog dimnjaka i limenog opšava .....</i>	<i>30</i>
<i>Slika 30. Prikaz vertikalne pukotine i odvajanja dograđenog dijela od osnovne zgrade .....</i>	<i>31</i>
<i>Slika 31. Prikaz vodoravne pukotine u vanjskom zidu južnog pročelja .....</i>	<i>32</i>
<i>Slika 32. Prikaz vodoravne pukotine u vanjskom zidu sjevernog pročelja .....</i>	<i>32</i>
<i>Slika 33. Prikaz oštećenja drvene podrožnice na spoju sa stupom i oštećenje drvenih kosnika .....</i>	<i>33</i>
<i>Slika 34. Prikaz oštećenja parapetnog zida u potkrovlju na spoju sa podnom konstrukcijom .....</i>	<i>34</i>
<i>Slika 35. Prikaz horizontalne pukotine na spoju MK i vanjskog zida J zid) - OŠTEĆENJE TIP 2 (MK – međukatna konstrukcija) .....</i>	<i>35</i>
<i>Slika 36. Prikaz vertikalne pukotine na spoju unutarnjeg i vanjskog zida J zid) - OŠTEĆENJE TIP 2 .....</i>	<i>36</i>
<i>Slika 37. Prikaz horizontalne pukotine na spoju MK i vanjskog zida J zid) - OŠTEĆENJE TIP 2 .....</i>	<i>37</i>
<i>Slika 38. Prikaz horizontalne pukotine na spoju unutarnjeg i vanjskog zida J zid) - OŠTEĆENJE TIP 2 .....</i>	<i>38</i>
<i>Slika 39. Prikaz pukotina stropa iznad kata- OŠTEĆENJE TIP 1 .....</i>	<i>39</i>
<i>Slika 40. Prikaz pukotina na spoju unutarnjeg zida i MK kata, te unutarnjeg i vanjskog zida- OŠTEĆENJE TIP 1 .....</i>	<i>40</i>

<i>Slika 41. Prikaz pukotina na spoju unutarnjeg zida kata (Sjeverna strana)- OŠTEĆENJE TIP 1.....</i>	41
<i>Slika 42. Prikaz djelovanja sila na uokvirenu zidanu konstrukciju pri djelovanju potresa [14] .....</i>	42
<i>Slika 43. Prikaz otkopanog trakastog temelja na očevidu.....</i>	43
<i>Slika 44. Prikaz postupka injektiranja (izvor: brošura Mapei, Protupotresna ojačanja konstrukcija) [16].....</i>	48
<i>Slika 45. Prikaz postupka ojačanja - FRP sustav (izvor: brošura Mapei, Protupotresna ojačanja konstrukcija) [16].....</i>	49
<i>Slika 46. Prikaz postupka ojačanja - FRCM sustav (izvor: brošura Mapei, Protupotresna ojačanja konstrukcija) [16].....</i>	50
<i>Slika 47. Prikaz postupka ojačanja - FRCM sustav (izvor: brošura Mapei, Protupotresna ojačanja konstrukcija) [16].....</i>	51
<i>Slika 48. Prikaz postupka ojačanja – MAPEWRAP EQ sustav (izvor: brošura Mapei, Protupotresna ojačanja konstrukcija) [16] .....</i>	52
<i>Slika 49. Isječak iz seizmološke karte za povratni period 95.godina[17] .....</i>	53
<i>Slika 50. Isječak iz seizmološke karte za povratni period 475.godina [6] .....</i>	54
<i>Slika 51. Drveni pod iz programa .....</i>	57
<i>Slika 52. Fert pod .....</i>	57
<i>Slika 53. Tlocrt suterena .....</i>	60
<i>Slika 54. Tlocrt kata.....</i>	61
<i>Slika 55. Tlocrt potkrovlja .....</i>	62
<i>Slika 56. Aksonometrijski prikaz modelirane građevine .....</i>	63
<i>Slika 57. Aksonometrijski prikaz modelirane građevine .....</i>	63
<i>Slika 58. Aksonometrijski prikaz suterena modelirane građevine .....</i>	64
<i>Slika 59. Aksonometrijski prikaz kata i potkrovlja modelirane građevine .....</i>	64
<i>Slika 60. Tablični prikaz rezultata provedene analize sa označenim kritičnim iteracijama po X i po Y smjeru.....</i>	66



---

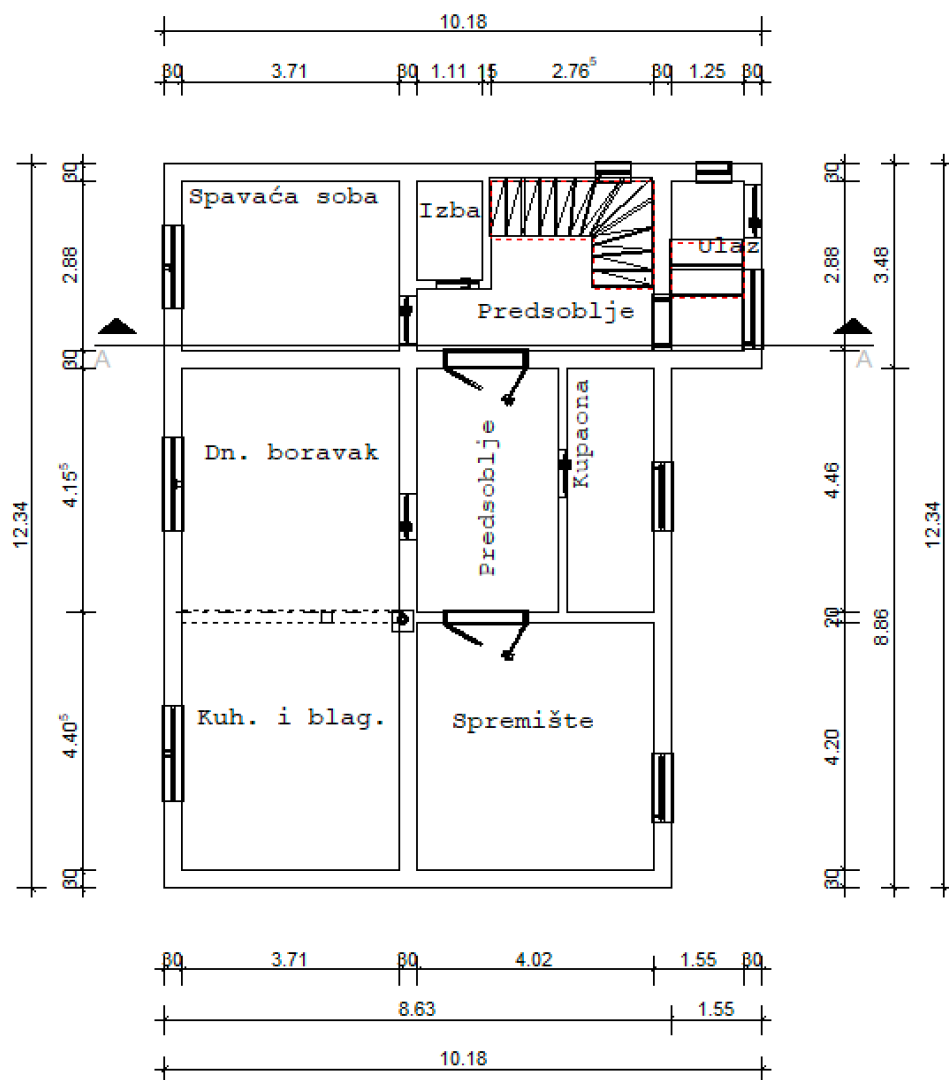
<i>Slika 61. Prikaz rezultata provedene analize za zid 2 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po X smjeru .....</i>	<i>67</i>
<i>Slika 62. Prikaz rezultata provedene analize za zid 3 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po X smjeru .....</i>	<i>67</i>
<i>Slika 63. Prikaz rezultata provedene analize za zid 4 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po X smjeru .....</i>	<i>68</i>
<i>Slika 64. Prikaz rezultata provedene analize za zid 5 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po X smjeru .....</i>	<i>68</i>
<i>Slika 65. Prikaz rezultata provedene analize za zid 9 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po X smjeru .....</i>	<i>69</i>
<i>Slika 66. Prikaz rezultata provedene analize za zid 1 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po Y smjeru .....</i>	<i>69</i>
<i>Slika 67. Prikaz rezultata provedene analize za zid 2 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po Y smjeru .....</i>	<i>70</i>
<i>Slika 68. Prikaz rezultata provedene analize za zid 4 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po Y smjeru .....</i>	<i>70</i>
<i>Slika 69. Prikaz rezultata provedene analize za zid 7 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po Y smjeru .....</i>	<i>71</i>
<i>Slika 70. Prikaz rezultata provedene analize za zid 8 na kojemu se dešavaju oštećenja u iteracijama po Y smjeru .....</i>	<i>71</i>
<i>Slika 71. Analiza dinamike konstrukcije- vlastiti tonovi .....</i>	<i>72</i>
<i>Slika 72. Analiza dinamike konstrukcije- glavni tonovi.....</i>	<i>72</i>
<i>Slika 73. Prvi ton-translacija X-angažirano 53,07% mase u X smjeru, Y smjer je zanemariv.....</i>	<i>73</i>
<i>Slika 74. Treći ton-translacija Y-angažirano 84,07% mase u Y smjeru, X smjer je zanemariv .....</i>	<i>74</i>
<i>Slika 75. Drugi ton-translacija X-angažirano 37,5 % mase u X smjeru, Y smjer je zanemariv.....</i>	<i>75</i>

---

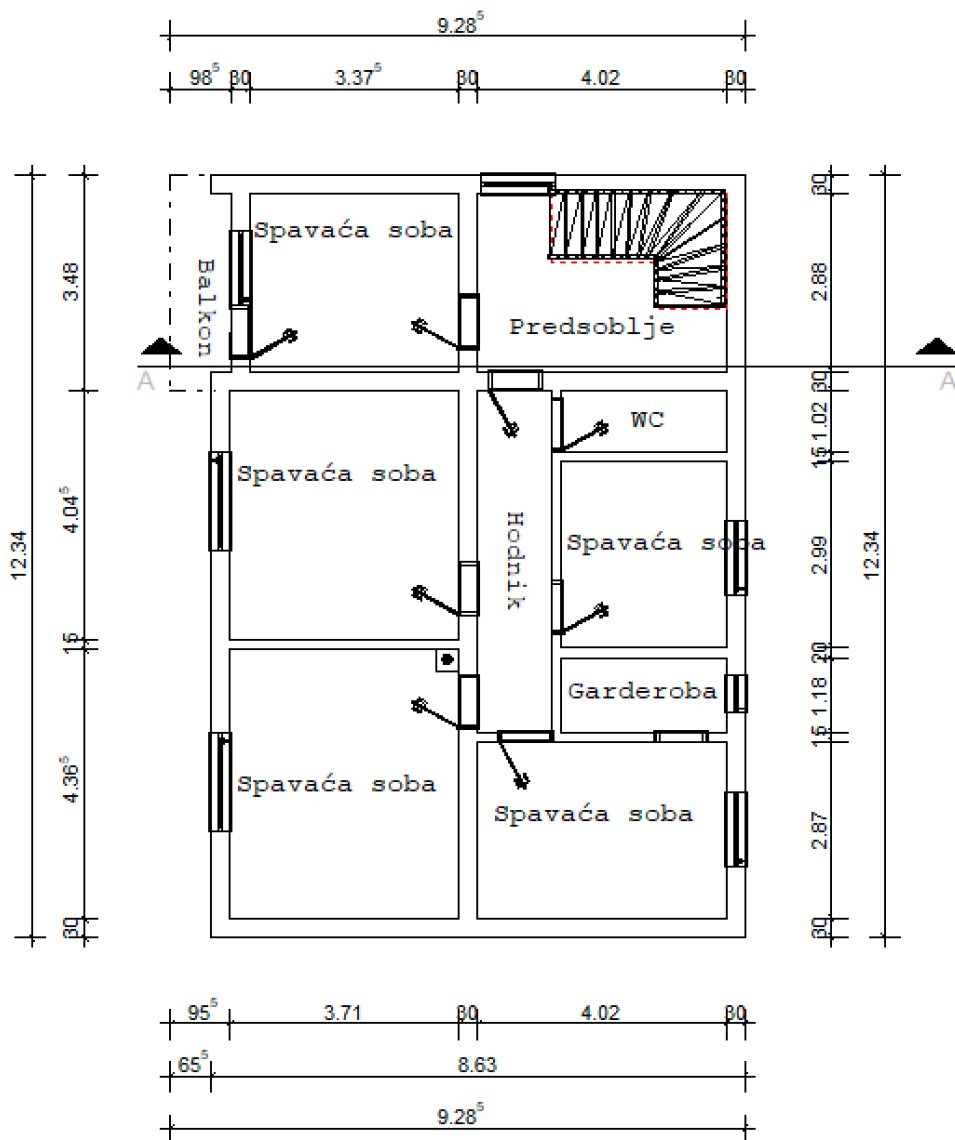
<i>Slika 76. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna za stanje prije potresa .....</i>	<i>76</i>
<i>Slika 77. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna za stanje prije potresa .....</i>	<i>77</i>
<i>Slika 78. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna za stanje prije potresa .....</i>	<i>77</i>
<i>Slika 79. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna za stanje prije potresa .....</i>	<i>78</i>
<i>Slika 80. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna za stanje prije potresa .....</i>	<i>79</i>
<i>Slika 81. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna za stanje prije potresa na aksonometriji modela .....</i>	<i>80</i>
<i>Slika 82. Prikaz „push over“ krivulje dobivenih rezultata provedenog proračuna za stanje prije potresa za „X“ smjer .....</i>	<i>81</i>
<i>Slika 83. Prikaz „push-over“ krivulje dobivenih rezultata provedenog proračuna za stanje prije potresa za „Y“ smjer .....</i>	<i>81</i>
<i>Slika 84. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna po izvedenoj sanaciji .....</i>	<i>82</i>
<i>Slika 85. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna po izvedenoj sanaciji .....</i>	<i>83</i>
<i>Slika 86. Prikaz dobivenih rezultata provedenog proračuna po izvedenoj sanaciji .....</i>	<i>83</i>
<i>Slika 87. Prikaz usporedbe dobivenih rezultata provedenih proračuna za SD (značajno oštećenje) .....</i>	<i>96</i>

## 11. Prilozi

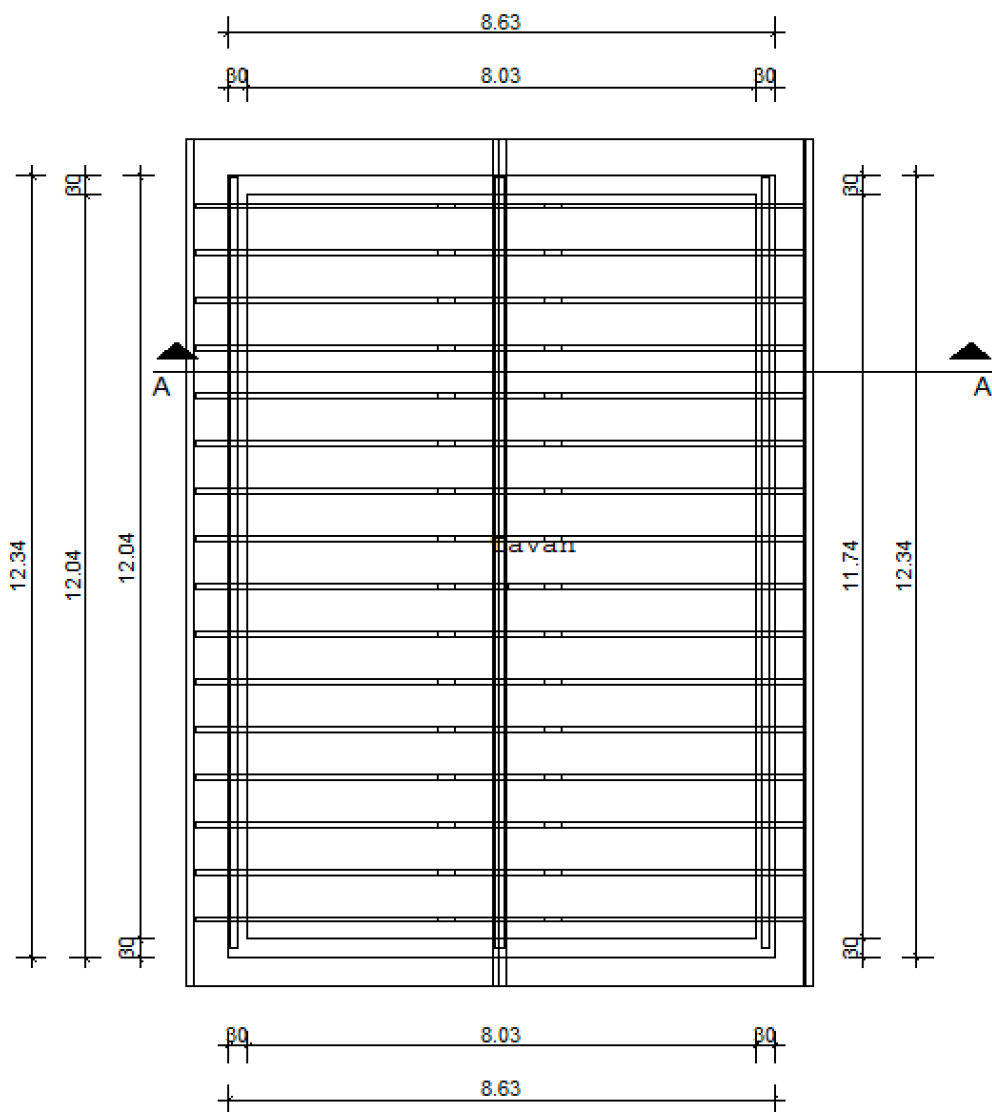
TLOCRT PRIZEMLJA



## TLOCRT KATA



## TLOCRT POTKROVLJA



Presjek A--A





**OBITELJSKA STAMBENA ZGRADA**  
**NOVOSELEČKI PUT 5**  
**ZAGREB**

**GEOTEHNIČKI ELABORAT**

Zagreb, kolovoz 2021.

## 1. UVOD

U Zagrebu, na lokaciji Novoselečki put 5, na k.č. 9041 i 9042, k.o. Granešina Nova, za potrebe provjere temeljenja postojeće građevine izvedeni su geotehnički istražni radovi kroz terenske radove i laboratorijska ispitivanja.

Svrha istražnih radova je prikupljanje podataka o karakteristikama lokacije i podataka o općim i mehaničkim svojstvima tla potrebnim za provjeru stabilnosti, čvrstoće i deformabilnosti tla nakon potresa 22.03.2020. god.

## 2. GEOMEHANIČKI IZVJEŠTAJ

### 2.1 KARAKTERISTIKE LOKACIJE

Na predmetnoj lokaciji teren je uglavnom horizontalan.

### 2.2 TERENSKI ISTRAŽNI RADOVI

Terenski istražni radovi su provedeni u ožujku 2021. god.

U okviru terenskih istražnih radova su obavljani slijedeći *in situ* radovi:

- Sondažno bušenje (2×7 m),
- Pokusi **SPP** za ocjenu mehaničkih svojstva tla ( $N_{60}^1$ ).

Bušenje je izvedeno ručnom motornom rotacijskom bušilicom uz kontinuirano jezgrovanje.

Tokom bušenja su uzimani reprezentativni **NU**<sup>2</sup> i **PU**<sup>3</sup> za potrebe laboratorijskih ispitivanja općih i mehaničkih svojstava tla.

Sva jezgra dobivena bušenjem je identificirana i klasificirana prema **AC**<sup>4</sup> klasifikaciji pri čemu su korištene *in situ* izmjerene  $q_{PP}$ <sup>5</sup>.

U sondažnim bušotinama je opažana **PPV**<sup>6</sup> i **NPV**<sup>7</sup> na kraju sondiranja.

Tlocrtni položaj sonde je prikazan na prilogu br. **1/063/21**.

Opisi sondažnih bušotina s pripadnim *in situ* ispitivanjima dani su na prilogima br. **2/063/21** do **3/063/21**.

### 2.3 LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Laboratorijskim ispitivanjima su obuhvaćeni pokusi za određivanje općih i mehaničkih karakteristika reprezentativnih neporemećenih i poremećenih uzoraka tla:

#### 2.3.1 IDENTIFIKACIJSKI POKUSI

- određivanje granulometrijskog sastava, HRS *CEN ISO/TS 17892-4*.
- određivanje vlažnosti ( $w_0$ ), HRN *EN ISO 17892-1*.
- određivanje (Atterbergovih) granica konzistentnog stanja ( $w_L$ ,  $w_P$ ), *BS 1377-2:1990*.
- određivanje prostorne gustoće ( $\rho$ ,  $\rho_d$ ), HRN *EN ISO 17892-2*.

<sup>1</sup> Rezultat Standardnog Penetracionog Pokusa [broj udaraca/stopa] za **ER**, 60% (Rod Energy Ratio-koeficijent iskorištenja energije)

<sup>2</sup> Neporemećeni Uzorak

<sup>3</sup> Poremećeni Uzorak

<sup>4</sup> Airfield Classification

<sup>5</sup> Približna jednoosna čvrstoća sa slobodnim bočnim širenjem (džepni penetrometar - Pocket Penetrometer) koristi se samo za klasifikaciju

<sup>6</sup> Pojava Podzemne Vode

<sup>7</sup> Nivo Podzemne Vode

## 1. UVOD

U Zagrebu, na lokaciji Novoselečki put 5, na k.č. 9041 i 9042, k.o. Granešina Nova, za potrebe provjere temeljenja postojeće građevine izvedeni su geotehnički istražni radovi kroz terenske radove i laboratorijska ispitivanja.

Svrha istražnih radova je prikupljanje podataka o karakteristikama lokacije i podataka o općim i mehaničkim svojstvima tla potrebnim za provjeru stabilnosti, čvrstoće i deformabilnosti tla nakon potresa 22.03.2020. god.

## 2. GEOMEHANIČKI IZVJEŠTAJ

### 2.1 KARAKTERISTIKE LOKACIJE

Na predmetnoj lokaciji teren je uglavnom horizontalan.

### 2.2 TERENSKI ISTRAŽNI RADOVI

Terenski istražni radovi su provedeni u ožujku 2021. god.

U okviru terenskih istražnih radova su obavljani slijedeći *in situ* radovi:

- Sondažno bušenje (2×7 m ),
- Pokusi **SPP** za ocjenu mehaničkih svojstva tla ( $N_{60}^1$ ).

Bušenje je izvedeno ručnom motornom rotacijskom bušilicom uz kontinuirano jezgrovanje.

Tokom bušenja su uzimani reprezentativni **NU**<sup>2</sup> i **PU**<sup>3</sup> za potrebe laboratorijskih ispitivanja općih i mehaničkih svojstava tla.

Sva jezgra dobivena bušenjem je identificirana i klasificirana prema **AC**<sup>4</sup> klasifikaciji pri čemu su korištene *in situ* izmjerene  $q_{PP}$ <sup>5</sup>.

U sondažnim bušotinama je opažana **PPV**<sup>6</sup> i **NPV**<sup>7</sup> na kraju sondiranja.

Tlocrtni položaj sonde je prikazan na prilogu br. **1/063/21**.

Opisi sondažnih bušotina s pripadnim *in situ* ispitivanjima dani su na prilogima br. **2/063/21** do **3/063/21**.

### 2.3 LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Laboratorijskim ispitivanjima su obuhvaćeni pokusi za određivanje općih i mehaničkih karakteristika reprezentativnih neporemećenih i poremećenih uzoraka tla:

#### 2.3.1 IDENTIFIKACIJSKI POKUSI

- određivanje granulometrijskog sastava, HRS *CEN ISO/TS 17892-4*.
- određivanje vlažnosti ( $w_0$ ), HRN *EN ISO 17892-1*.
- određivanje (Atterbergovih) granica konzistentnog stanja ( $w_L$ ,  $w_P$ ), *BS 1377-2:1990*.
- određivanje prostorne gustoće ( $\rho$ ,  $\rho_d$ ), HRN *EN ISO 17892-2*.

<sup>1</sup> Rezultat Standardnog Penetracionog Pokusa [broj udaraca/stopa] za **ER**, 60% (Rod Energy Ratio-koeficijent iskorištenja energije)

<sup>2</sup> Neporemećeni Uzorak

<sup>3</sup> Poremećeni Uzorak

<sup>4</sup> Airfield Classification

<sup>5</sup> Približna jednoosna čvrstoća sa slobodnim bočnim širenjem (džepni penetrometar - Pocket Penetrometer) koristi se samo za klasifikaciju

<sup>6</sup> Pojava Podzemne Vode

<sup>7</sup> Nivo Podzemne Vode

Parametri mehaničkih svojstava tla za provođenje geostatičkih proračuna su vidljivi u donjoj tabeli:

SLOJ	Kut unutrašnjeg trenja $\Phi$ [°]	Kohezija c [kPa]	Zapreminska težina $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Modul stižljivosti M <sub>v</sub> [MPa]
GS1	22	10	20	5
GS2			20	5
GS3			20	10

## 2.5 PODZEMNA VODA

Za trajanja terenskih istražnih radova nije registrirana PPV ni NPV.

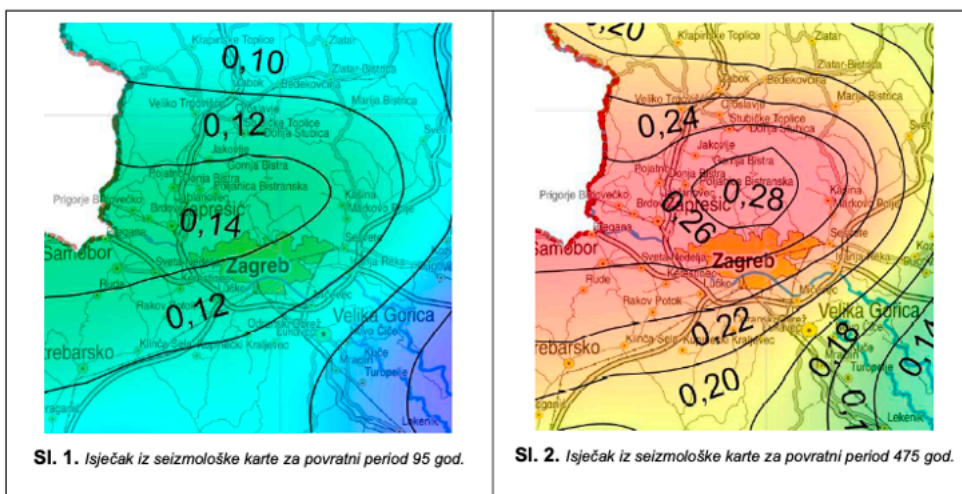
## 2.6 SEIZMIČKE KARAKTERISTIKE TERENA

Projektiranje potresne otpornosti konstrukcije vrši se prema Eurokodu 8, HRN EN 1998-1:2011/NA:2011. Prema karti potresnih područja Republike Hrvatske koje su sastavni dio nacionalnog dodatka mogu se uzeti slijedeći podaci za horizontalna vršna ubrzanja za povratne periode;

$T_p = 95$  godina:  $a_{gR} = 0.13$  g

$T_p = 475$  godina:  $a_{gR} = 0.26$  g

$g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>.



## 2.7 LOKALNI UVIJETI TLA

Za uzimanje u obzir utjecaj lokalnih uvijeta temeljnog tla na potresno djelovanje može se upotrijebiti tip temeljnog tla prema tablici 3.1 iz norma HRN EN 1998-1:2011 (Eurokod 8), oznake "D".

TIP TEMELJNOG TLA	OPIS STRATIGRAFSKOG PROFILA	PARAMETRI		
		$v_s, 30$ (m/s)	$N_{spt}$ (N udaraca/30 cm)	$C_u$ (kPa)
<b>A</b>	Stijena ili druga geološka formacija poput stijene uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini	>800	-	-
<b>B</b>	Nanosi vrlo gustog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline, debljine najmanje nekoliko desetaka metara, s postupnim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom.	360-800	>50	>250
<b>C</b>	Duboki nanosi gustog ili srednje gustog pijeska, šljunka ili krute gline debljine oko nekoliko desetina metara do više stotina metara.	180-360	15-50	70-250
<b>D</b>	Nanosi rahlog do srednje zbijenog nekoherentnog tla (sa nešto mekih koherentnih slojeva ili bez njih) ili pretežno meko do dobro koherentno tlo.	<180	<15	<70
<b>E</b>	Profil tla koji se sastoji od površinskog aluvijalnog sloja sa vrijednostima $v_s$ za tipove C ili D i debljinom između 5 i 20 m, ispod kojeg je kruti materijal s $v_s > 800$ m/s	-	-	-
<b>S<sub>1</sub></b>	Nanosi koji se od, ili sadrže sloj debljine najmanje 10 m mekih glina/praha sa velikim indeksom plastičnosti (PI >40) i velikim sadržajem vode.	<100 (približno)	-	10-20
<b>S<sub>2</sub></b>	Nanosi tla podložni likvefakciji, osjetljivih glina ili svaki drugi profil tla koji nije obuhvaćen tipovima A do E ili S <sub>1</sub>	-	-	-

### 3. GEOSTATIČKI PRORAČUNI

#### 3.1 PODACI O GRAĐEVINI

Postojeća obiteljska stambena zgrada tlocrtnih je dimenzija u okviru 13.34×10.16 m. Od etaža ima suteran, kat i potkrovlje. Temeljenje građevine izvedeno je plitko na temeljnim trakama.

Geostatičkim proračunom provjeriti će se temeljne trake širine  $B=0.6$  m, na računskoj dubini temeljenja  $D_r=1.0$  m od površine terena.

Pretpostavljen je prosječni napon, za stalno+korisno opterećenje, na kontaktu temelj-tlo,  $p_k=150$  kPa.

Podaci o geometriji temeljenja te opterećenjima su prikazani u skici proračunskog modela tla i tabelama pripadnih proračuna.

#### 3.2 OPISI PRORAČUNA

##### 3.2.1 GSN - NOSIVOST TLA

- Proračunska nosivost tla ispod plitko temeljenog krutog pravokutnog temelja je određena za drenirane uvjete u tlu u skladu s Eurocode 7, prema formuli D.2. i proračunskom pristupu 3 (PP3). Kod PP3 parcijalni koeficijenti za djelovanja ( $\gamma$ ) (GEO) iznose za stalno nepovoljno  $\gamma_{G;sup} = 1.35$ , i za promjenjivo nepovoljno  $\gamma_Q = 1.5$ .

$$R / A' = q_f = c' N_c b_c s_c i_c + q' N_q b_q s_q i_q + 0,5\gamma' B' N_\gamma b_\gamma s_\gamma i_\gamma \quad D.2.$$

##### 3.2.1.1 PRETPOSTAVKE I OGRANIČENJA

- U proračunu nosivosti po kriteriju sloma tla su primjenjeni parcijalni koeficijenti :  $\gamma_\phi = 1.25$  i  $\gamma_c = 1.25$ .
- Proračun nosivosti je proveden za pretpostavljeno najnepovoljnije opterećenje od vertikalnog projektnog djelovanja  $V_d = 1350$  kN, koje odgovara kontaktnom naponu  $p_k = 225$  kPa.

##### 3.2.2 GSU - RAČUN SLIJEGANJA

Proračun slijeganja se zasniva na idealiziranom modelu tla kao elastičnom, homogenom i izotropnom poluprostoru. Račun slijeganja za koherentno tlo se provodi za linearno deformabilan medij u skladu s Hookeovim zakonom, a za nekoherentno tlo na osnovi otpora prodiranju šiljka pri izvođenju statičkog ili dinamičkog penetracionog pokusa. Raspodjela naprezanja u dubini opisanog poluprostora opterećenog na površini koncentriranom silom je određena Boussinesqovim izrazom (1885.g.). Integracijom navedenog izraza po pravokutnoj opterećenoj površini (Steinbrenner) je dobiven izraz za distribuciju naprezanja ( $\sigma_{zi} = p_w * I_\sigma$ ) po vertikali u bilo kojoj točki ispod ili pokraj apsolutno savitljivog pravokutnog temelja opterećenog jednoliko raspodijeljenim opterećenjem. Aproksimacijom površina proizvoljnih oblika i opterećenja, nizom pravokutnih ploha s pripadnim jednolikim opterećenjima, moguće je primjenom navedenog izraza i superpozicije uticaja svih opterećenih pravokutnih ploha izračunati slijeganje bilo koje točke ispod ili pokraj opterećenih ploha (temelja).

Ukoliko kontaktno naprezanje  $p_k$  djeluje u nekoj dubini  $D$  tada se dodatno kontaktno naprezanje  $p_w$  (uslijed kojeg nastaje slijeganje  $w$ ) izračunava prema izrazu :  $p_w = p_k - q$  ; ( $q = \gamma * D$ ).

Slijeganje krutog temelja identično je slijeganju **karakteristične točke "K"**<sup>6</sup> apsolutno savitljivog temelja (Grasshof, 1951.), što omogućava primjenu naprijed navedenih izraza za sve temelje koji se mogu smatrati krutim.

<sup>6</sup> "K"(x=0,37\*L ; y=0,37\*B)



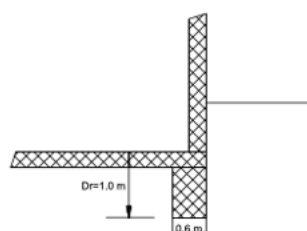
Za eventualnu potrebu preciznijeg proračuna temeljne konstrukcije može se kao referentan pokazatelj deformacionog ponašanja tla smatrati modul reakcije tla  $k_s$ . Kod proračunskog modela u kojem je tlo zamijenjeno sistemom opruga (*Winklerov* prostor),  $k_s$  je koeficijent proporcionalnosti između opterećenja  $p_k$  (koje uzrokuje pomak) i pomaka  $w$  točke na površini *Winklerovog* prostora.

### 3.2.2.1 PRETPOSTAVKE I OGRANIČENJA

- Proračun slijeganja nije posebno proveden obzirom da nema promjene naponskog stanja.

### 3.3 PRORAČUNSKI MODEL I REZULTATI PRORAČUNA

Proračunski model je prikazan na slijedećoj skici:



GS1/GS2

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$   
 $\phi = 22$   
 $c = 10 \text{ kPa}$   
 $M_v = 5 \text{ MPa}$

TEMELJ	PRORAČUN NOSIVOSTI																			
	ULAZNI PODACI											REZULTATI								
	PARAMETRI ČVRSTOĆE		PARCIJALNI KOEFICIJENTI		PODACI O TLU				DJELOVANJA				GEOMETRIJA TEMELJENJA				PRORAČUNSKA OTPORNOST		PRORAČUNSKO DJELOVANJE	KONTAKTNI PRITISAK
$\phi'$	$c'$	$\gamma\phi'$	$\gamma c'$	$z_v$	$\gamma$	$\gamma'$	$q'$	$V$	$H$	$M_I$	$M_b$	$D_r$	$L$	$B$	$\alpha$	$R_{d/A}'$	$R_d$	$V_d$	$p_k$	
°	kPa	1	1	m	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kPa	kN	kN	kNm	kNm	m	m	m	°	kPa	kN	kN	kPa	
PLOČA	22	10	1,25	1,25	10	20	20	20	900,0				1,00	10,0	0,6	0,0	227	1364	1350	150

### 3.4 KOMENTAR REZULTATA GEOSTATIČKIH PRORAČUNA

Proračunska nosivost tla ispod plitko temeljenog krutog pravokutnog temelja je određena za drenirane uvjete u tlu u skladu s Eurocode 7, prema formuli D.2. i proračunskom pristupu 3 (PP3) te je dobiveno:

#### TEMELJNA TRAKA:

$V_d = 1350 \text{ kN} < R_d = 1364 \text{ kN}$ , uvjet GSN je zadovoljen.

**Posebno se napominje da provedeni proračuni vrijede samo za navedene parametre, pa je u slučaju promjene bilo kojeg parametra (geometrije temeljenja ili karakter, odnosno intenzitet opterećenja), potrebno provesti nove proračune.**

#### 4. ZAKLJUČAK

Na predmetnoj lokaciji teren je uglavnom horizontalan.

Ispod površinskog humusa i nasipa debljine 0.6 m, izdvojiti se mogu tri geotehničke sredine različitih općih i mehaničkih svojstava; (GS1) glina niskoplastična do srednjeplastična, krute konzistencije, žuto-sivo-smeđe boje, s proslojcima pijeska i šljunka, registrirana do dubina između 2.2 i 2.6 m od površine postojećeg terena, (GS2) glina srednjeplastična do visokoplastična, krute konzistencije, žuto-sive boje, registrirana do dubina između 4.7 i 5.1 m i (GS3) šljunak prašinsto-pjeskovit, rastresit do srednje zbijen, smeđe boje, registriran u podlozi, sve do dubine bušenja.

Za trajanja terenskih istražnih radova nije registrirana **PPV** ni **NPV**.

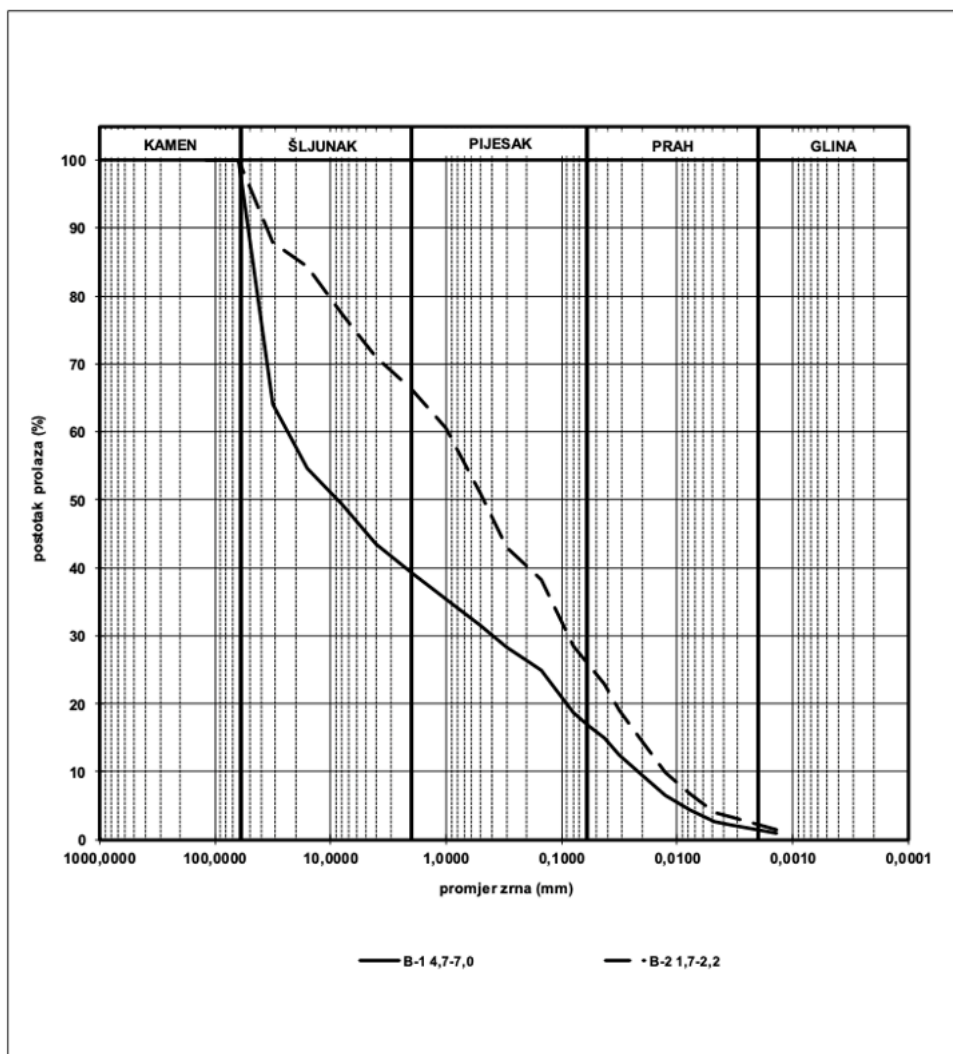
***Na osnovi rezultata geotehničkih istražnih radova i geostatičkih proračuna provedenih nakon potresa 22.03.2020. god. za potrebe OBITELJSKE STAMBENE ZGRADE, NOVOSELEČKI PUT 5, ZAGREB, NA K.Č. 9041, K.O. GRANEŠINA NOVA može se utvrditi da je temeljno tlo geotehnički podobno, uz uvažavanje navoda iz ovog elaborata.***

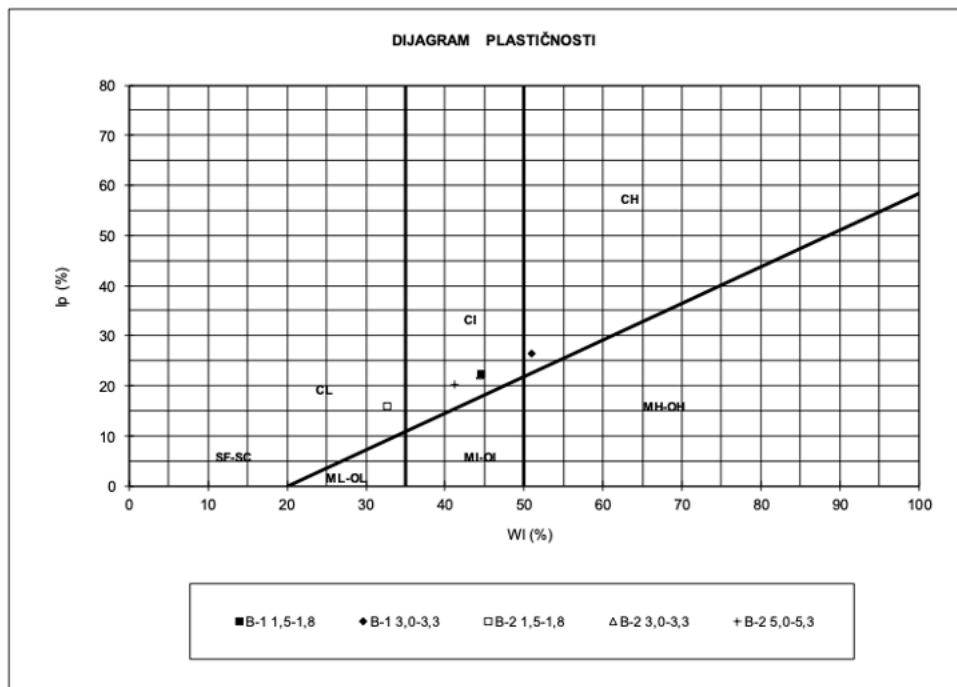
Odgovorni geomehaničar:

IVŠA PEVEC, dipl.ing.građ.









**LEGENDA:** CH - Glina anorganska visoke plastičnosti  
 CI - Glina anorganska srednje plastičnosti  
 CL - Glina anorganska niske plastičnosti

25.08.2021.  
 Odgovorni geomehaničar: I. PEVEC, dipl.ing.grad.

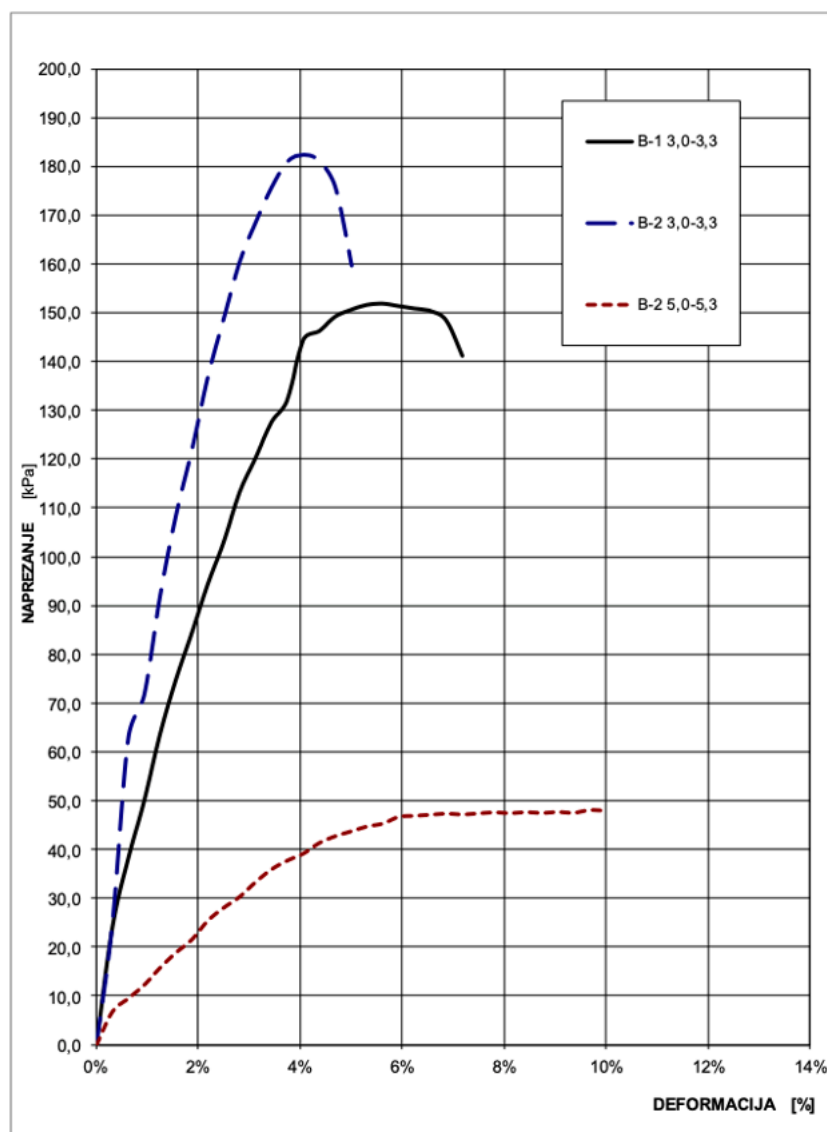
MH - Tinjčasta i dijatomejska tla  
 MI - Prah glinovit  
 ML - Prah

**DIJAGRAM PLASTIČNOSTI**  
 GEOTEHNIČKI ELABORAT

OH - Glina organska visoke plastičnosti  
 OI - Glina organska srednje plastičnosti  
 OL - Glina organska niske plastičnosti

PRILOG 5/063/21





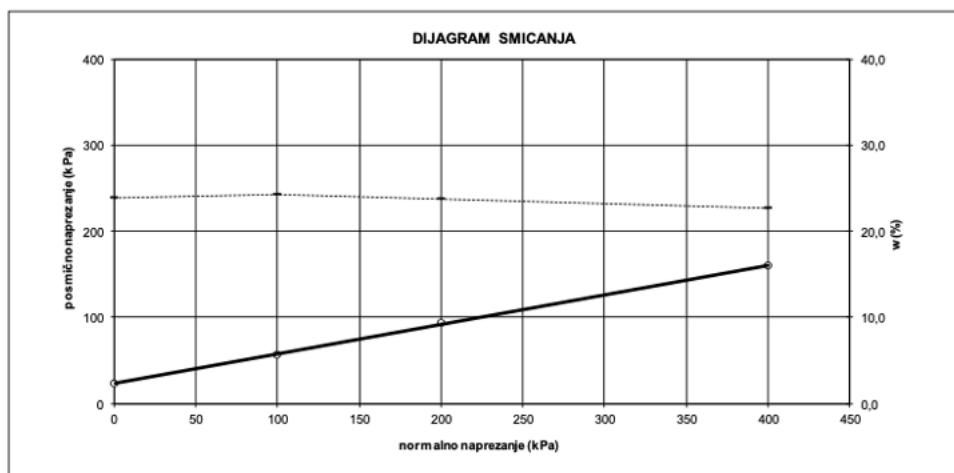
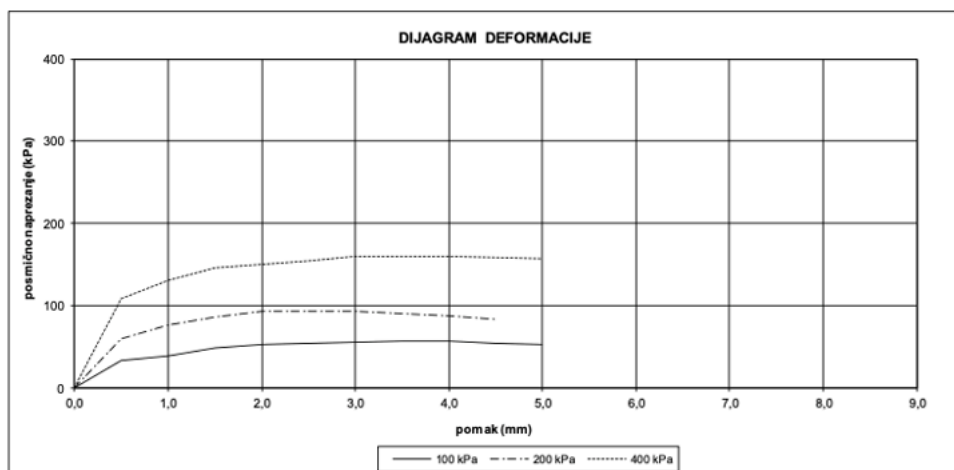
25.08.2021.

Odgovorni geomehaničar: I. PEVEC, dipl.ing.grad.

**DIJAGRAMI JEDNOOSNE ČVRSTOĆE**

GEOTEHNIČKI ELABORAT

PRILOG 6/063/21



PARAMETRI ČVRSTOĆE	
$\Phi(^{\circ})$	c(kPa)
19,0	22,7

SONDA	DUBINA	AC
B-1	1,5-1,8	CI

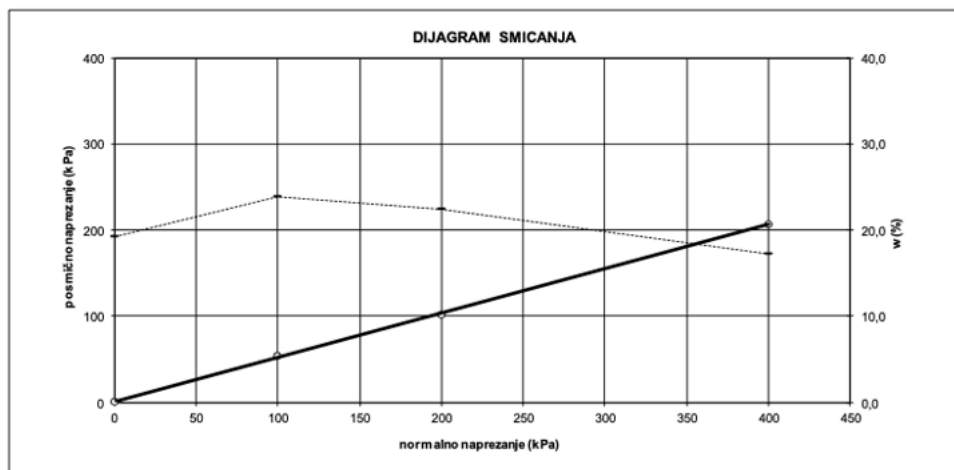
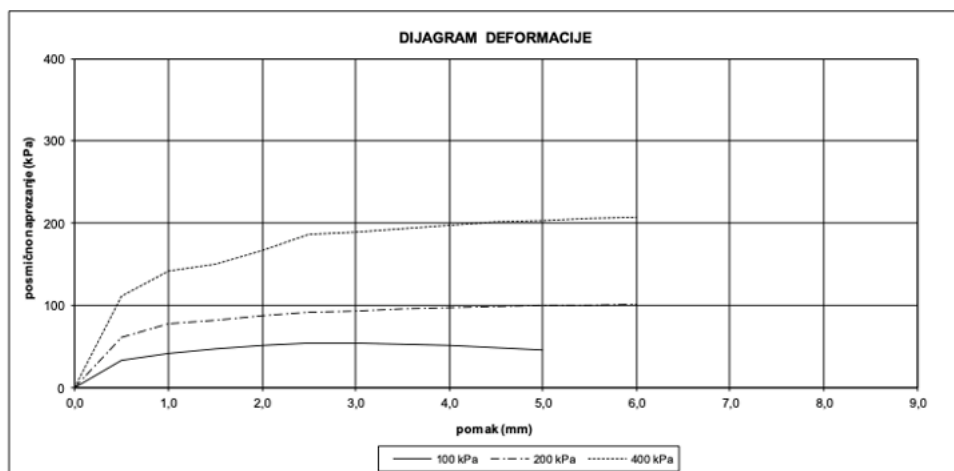
25.08.2021.

Odgovorni geomehaničar: I. PEVEC, dipl.ing.grad.

**DIJAGRAM IZRAVNOG POSMIKA**

GEOTEHNIČKI ELABORAT

PRILOG 7/063/21



PARAMETRI ČVRSTOĆE	
$\Phi$ (°)	c (kPa)
27,2	0,7

SONDA	DUBINA	AC
B-2	1,5-1,8	CL

25.08.2021.

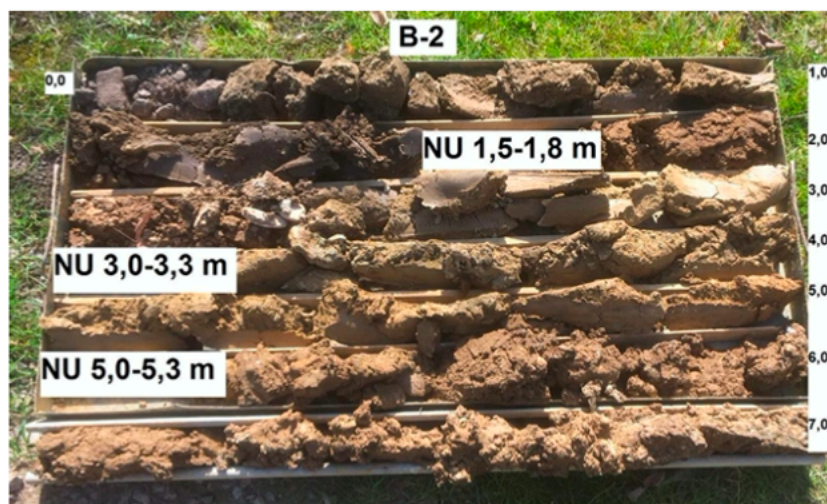
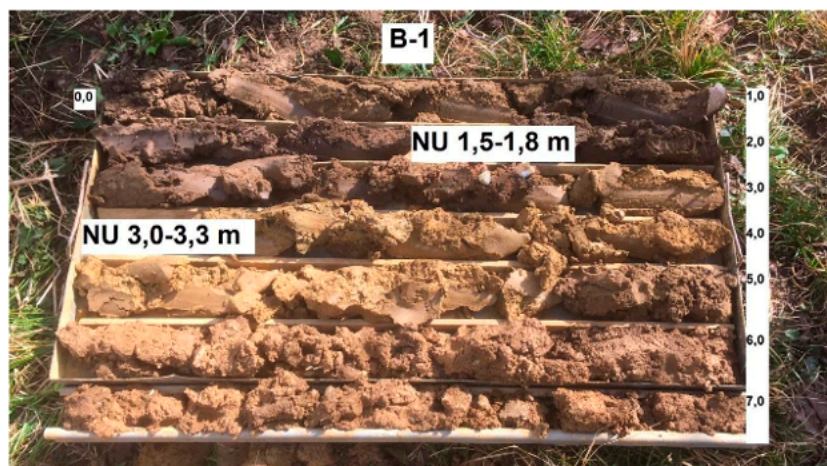
Odgovorni geomehaničar: I. PEVEC, dipl.ing.grad.

**DIJAGRAM IZRAVNOG POSMIKA**

GEOTEHNIČKI ELABORAT

PRILOG 8/063/21





## TEHNIČKO IZVJEŠĆE KONTROLE VERTIKALNOSTI NOSIVIH ZIDOVA

Na zahtjev stranke Krešimir Novosel, ulica I. Poljanice 7, Zagreb, izvršeno je snimanje radi kontrole vertikalnosti nosivih zidova obiteljske kuće na lokaciji Novoselečki put 5 u Zagrebu, k.č. 9041 K.O. Granešina Nova.

Snimanja je izvršeno 07.04.2020. godine nakon potresa u Zagrebu koji se dogodio 22.03.2020.godine.

Nakon obrade snimljenih podataka izvršena je usporedba u odnosu na osnovne referentne linije za svaki zid.

### JUŽNI ZID

U odnosu na referentnu liniju postavljenu iznad nivoa terena, na visini od cca 3.70 metara utvrđene su odstupanja od 3.3 do 5.6 centimetara.

### ISTOČNI ZID

U odnosu na referentnu liniju postavljenu iznad nivoa terena, na visini od cca 3.50 metara utvrđene su odstupanja od 1.1 do 2.4 centimetra.

### SJEVERNI ZID

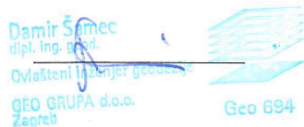
U odnosu na referentnu liniju postavljenu iznad nivoa terena, na visini od cca 3.70 metara utvrđene su odstupanja od 1.1 do 3.1 centimetra.

Geodetska i programska oprema korištena za mjerenja, obradu podataka i izradu tehničkog izvješća:

- Totalna stanica Leica TS 15
- Windows 10 PRO (operativni sustav)
- "APLIKACIJA" (za obradu snimljenih podataka)
- AutoCAD Map 2016 (program za grafičku obradu)
- Microsoft Word (program za obradu teksta)

Odgovorna osoba za obavljanje stručnih geodetskih poslova:

Damir Šamec, dipl. ing. geod.





NARUČITELJ:	INTERCESSOR doo u ime vlasnika: NOVOSEL ZDENKA OIB: 25383020570		
GRAĐEVINA:	STAMBENA I POMOĆNE GRAĐEVINE NA K.Č. 9041, K.O. GRANEŠINA NOVA, NOVOSELEČKI PUT BR.5, ZAGREB		
STRUKOVNA ODREDNICA:	TROŠKOVNIK		
PROJEKTA:	TROŠKOVNIK		OM:04/2020
PROJEKTANT :	Branimir Bilušić, dipl.ing.arh., br. A726		
DATUM:	travanj, 2020.g.		

A

## TROŠKOVNIK

## A/ GRAĐEVINSKI RADOVI

## I. PRIPREMNI RADOVI

1.	Dobava i postava pokretne skele za izvršavanje potrebnih radova. /8,8x4+8,4x4=35,2+36,6=68,8m <sup>2</sup> /			
	m <sup>2</sup>	68,80	156,00	10.732,80

---

**I. PRIPREMNI RADOVI UKUPNO: 10.732,80**


---

## II. RUŠENJE I DEMONTAŽE

1.	Ručna demontaža/rušenje oštećenih dimnjaka i dijelova zida od opeke sa odvozom materijala na gradski deponij. U cijeni je i izrada pomoćne radne skele. /0,32x0,32x9,46x3=1,93/			
	m <sup>3</sup>	2,90	1.970,00	5.713,00
2.	Ručna demontaža drvenog krovišta (tlacrtna površina 8,6x8,0m)sa sortiranjem i odlaganjem elemenata na za to pripremljenom prostoru na parceli. U cijeni je i izrada pomoćne radne skele.			
	m <sup>2</sup>	68,80	350,00	24.080,00
3.	Ručna demontaža drvene lamperije zidova i stropa u suterenu u prostoriji dnevnog boravka sa sortiranjem i odlaganjem na za to pripremljenom prostoru na parceli. /(3,7+8,3+3,7+7,2)x2,3+0,3x4x2,1+3,7x2x0,3+31=57,41			
	m <sup>2</sup>	88,41	100,00	8.841,00
4.	Skidanje tapete sa oštećenih zidova predsoblja i ulaza. /(3,0+0,5+0,5+0,5+0,5+0,6)x2,4+(0,6+1,6)x2,4=19,44			
	m <sup>2</sup>	19,44	100,00	1.944,00
5.	Ručno uklanjanje žbuke na dijelovima zida gdje su skinute tapete sa odvozom materijala na gradski deponij. U cijeni je i izrada pomoćne radne skele.			
	m <sup>2</sup>	19,44	120,00	2.332,80
6.	Ručno uklanjanje žbuke na dijelovima zida na kojem se provodi injektiranje (sjeverno pročelje) sa odvozom materijala na gradski deponij. U cijeni je i izrada pomoćne radne skele. /6x1,0+2,9x2x1,0=11,8 m <sup>2</sup> /			
	m <sup>2</sup>	11,80	280,00	3.304,00

M.O. ELEKTROGRADNJA  
d.o.o.  
ZAGREB

1

NARUČITELJ:	INTERCESSOR doo u ime vlasnika: NOVOSEL ZDENKA OIB: 25383020570		
GRADEVINA:	STAMBENA I POMOĆNE GRADEVINE NA K.Č. 9041, K.O. GRANEŠINA NOVA, NOVOSELEČKI PUT BR.5, ZAGREB		
STRUKOVNA ODREDNICA			
PROJEKTA:	TROŠKOVNIK		
PROJEKTANT :	Branimir Bilušić, dipl.ing.arh., br. A726	OM:04/2020	
DATUM:	travanj, 2020.g.		

A

7.	Ručno uklanjanje žbuke na stropu spavaonica i kupaonice kata gdje se provodi ojačanje konstrukcije zida sa odvozom šute na gradski deponij. U cijeni je i izrada pomoćne radne skele. /3,7x4,3+3,7x3,9+2,8x1,0+2,8x2,6=40,42 m <sup>2</sup> /	40,42	280,00	11.317,60
8.	Probno ručno uklanjanje dijela žbuke na dijelovima zida na kojem se provodi ojačanje FRCM platnom (kontakt zida i stropa spavaonica i kupaonice) sa odvozom materijala na gradski deponij. U cijeni je i izrada pomoćne radne skele. /(3,9x2,5)-(1,6x2,2)+2,8x2,5=13,23 m <sup>2</sup> /	13,23	200,00	2.646,00
<b>II.RUŠENJE I DEMONTAŽE UKUPNO:</b>				<b>60.178,40</b>

**III. FASADA**

1.	Nanošenje novog sloja SEP fasade na sjeverno pročelje objekta. Postupak početi pranjem pročelja, gletanje obrađenih pukotina teratermo gletom, utisnuti staklenu mrežicu sa preklopom 10 cm, drugi sloj od 2 mm na očvrnuti prvi sloj, završna žbuka nakon 10-14 dana u bijeloj boji. U cijeni skidanje dijela stare oštećene žbuke, klupčice i fasadna skela. /8,8x5,0+1,4x2x2,5=51,0 m <sup>2</sup> /	51,00	300,00	15.300,00
<b>III. FASADA UKUPNO:</b>				<b>15.300,00</b>

**IV. ZIDARSKI RADOVI**

1.	Zidanje dimnjaka od pune vatrostalne opeke 12/24/6 cm vanjske dimenzije 42/42 cm. U cijenu uključen sav potreban rad i materijal, dimnjačka vratašca, betonska dimnjačka kapa, gruba i fina cementna žbuka. /9,46x2 =18,92m <sup>2</sup> /	18,92	1.500,00	28.380,00
2.	Zidanje dimnjaka od elemenata kao schiedel vanjske mjere 42/42 cm. U cijenu uključen sav potreban rad i materijal, dimnjačka vratašca, betonska dimnjačka kapa, gruba i fina cementna žbuka.	9,20	1.800,00	16.560,00
3.	Grubo i fino žbukanje unutarnjih zidova i stropova cementnim špricom, te grubim i finim produžno-			


 D.O.O. ELEKTROGRADNJA  
 ZAGREB

NARUČITELJ:	INTERCESSOR d.o.o. u ime vlasnika: NOVOSEL ZDENKA OIB: 25383020570		
GRADEVINA:	STAMBENA I POMOĆNE GRADEVINE NA K.Č. 9041, K.O. GRANEŠINA NOVA, NOVOSELEČKI PUT BR.5, ZAGREB		
STRUKOVNA ODREDNICA			
PROJEKTA:	TROŠKOVNIK		
PROJEKTANT :	Branimir Bilušić, dipl.ing.arh., br. A726	OM:04/2020	
DATUM:	travanj, 2020.g.		

A

	cementnim mortom. U cijenu uključena i laka radna skeja. /stavke rušenja 4,6,7,8/ m <sup>2</sup>	84,89	100,00	8.489,00
4.	Ojačavanje zidova kata i prizemlja ispod stropa postavljanjem FRCM mreže na način da se trake glavnih zidova lijepe kontinuirano kroz pregrade. Platno se postavlja u visini zida na svaki zid (zidovi kata uz južno i sjeverno pročelje). Međusobno povezivanje zidova FRP užadima. Sudari zidova se izvode naizmjeničnim lijepljenjem FRD užadi na mreže i uvođenjem u zidove pod kutom od 45°. Nanošenje nove žbuke po izvedbi ojačanja FRCM platnom na nosivim i pregradnim zidovima. /(11,6+7,6)x2x2,4x2x2=184,32m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>	184,32	2.080,00	383.385,60
	kom (užad)	44,00	205,00	9.020,00
	m <sup>2</sup> (žbuka)	140,00	400,00	56.000,00
5.	Ojačavanje zidova potkrovlja ispod nadzidnica krova postavljanjem FRCM mreže . Platno se postavlja u visini nadozida (uz južno i sjeverno pročelje i zabat). Međusobno povezivanje zidova FRP užadima. Sudari zidova se izvode naizmjeničnim lijepljenjem FRD užadi na mreže i uvođenjem u zidove pod kutom od 45°. Nanošenje nove žbuke po izvedbi ojačanja FRCM platnom na nosivim i pregradnim zidovima. /11,6x2x0,4 +8,2x3.7/2x2=39,62m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>	38,40	2.780,00	106.752,00
	kom (užad)	20,00	205,00	4.100,00
	m <sup>2</sup> (žbuka)	38,40	400,00	15.360,00
5.	Grubo i fino čišćenje i pranje objekta u 5 faza sa odvozom šute i smeća na gradski deponij na udaljenosti 20 km. m <sup>2</sup>	200,00	55,00	11.000,00
<b>V. ZIDARSKI RADOVI UKUPNO:</b>				<b>639.046,60</b>

**VI. TESARSKI RADOVI**

1.	Dobava i ponovna montaža postojeće drvene krovne konstrukcije. U cijenu je uključen sav potreban rad i materijal do kompletne gotovosti. Obračun po m <sup>2</sup> tlocrtno površine. m <sup>2</sup>	55,00	320,00	17.600,00
2.	Dobava i montaža veznih greda na krovu uz dimnjake koji se renoviraju dim. 16/8 cm duljine 2,4 m. U cijenu je uključen sav potreban rad i materijal do kompletne gotovosti. kom	4,00	632,00	2.528,00

M.O. ELEKTROGRADNJA  
d.o.o.  
ZAGREB

NARUČITELJ:	INTERCESSOR d.o.o. u ime vlasnika: NOVOSEL ZDENKA OIB: 25383020570		
GRADEVINA:	STAMBENA I POMOĆNE GRADEVINE NA K.Č. 9041, K.O. GRANEŠINA NOVA, NOVOSELEČKI PUT BR.5, ZAGREB		
STRUKOVNA ODREDNICA			
PROJEKTA:	TROŠKOVNIK		
PROJEKTANT :	Branimir Bilušić, dipl.ing.arh., br. A726	OM:04/2020	
DATUM:	travanj, 2020.g.		

A

3.	Ponovna montaža lamperije u suterenu uz zamjenu oštećenih dijelova. U cijenu je uključen sav potreban rad i materijal do kompletne gotovosti.	m <sup>2</sup>	43,60	120,00	5.232,00
----	---	----------------	-------	--------	----------

---

<b>VI. TESARSKI RADOVI UKUPNO:</b>	<b>25.360,00</b>
------------------------------------	------------------

---

**VIII. KROVOPOKRIVAČKI RADOVI**

1.	Skidanje i ponovno pokrivanje krova od biber crijepa, nagib do 40° visine preko 3 m, dvostruko pokrivanje (zamjena 80% letvi i 30% crijepa). Obračun po m <sup>2</sup> tlocrtne površine	m <sup>2</sup>	72,00	286,00	14.300,00
2.	Skidanje i ponovno pokrivanje sljemena sljemenjacima za dvostruko pokrivanje krova u cem. mortu.	m <sup>1</sup>	12,00	104,00	1.248,00

---

<b>VIII. KROVOPOKRIVAČKI RADOVI UKUPNO:</b>	<b>15.548,00</b>
---	------------------

---

<b>A/ GRAĐEVINSKI RADOVI UKUPNO:</b>	<b>766.165,80</b>
--------------------------------------	-------------------

---

**B/ OBRTNičKI RADOVI****VIII. LIMARSKI RADOVI**

1.	Dobava, izrada i opšivanje spoja krova i zida pocinčanim limom d=0,55 mm, razvijene širine 33 cm.	m <sup>1</sup>	23,00	228,00	5.244,00
2.	Dobava, izrada i opšivanje dimnjaka pocinčanim limom d=0,55 mm, razvijene širine 66 cm.	m <sup>1</sup>	3,20	330,00	1.056,00

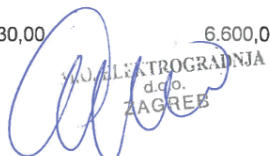
---

<b>VIII. LIMARSKI RADOVI UKUPNO:</b>	<b>6.300,00</b>
--------------------------------------	-----------------

---

**IX. SOBOSLIKARSKI I LIČILAČKI RADOVI**

1.	Gletanje i ličenje unutarnjih površina zidova disperznim bojama za unutarnje ličenje u tonu i boji po izboru projektanta. U cijenu uključena i radna skela.	m <sup>2</sup>	220,00	30,00	6.600,00
----	---	----------------	--------	-------	----------


  
 SVOJELEKTROGRADNJA  
 d.o.o.  
 ZAGREB

4

NARUČITELJ:	INTERCESSOR doo u ime vlasnika: NOVOSEL ZDENKA OIB: 25383020570		
GRADEVINA:	STAMBENA I POMOĆNE GRADEVINE NA K.Č. 9041, K.O. GRANEŠINA NOVA, NOVOSELEČKI PUT BR.5, ZAGREB		
STRUKOVNA ODREDNICA			
PROJEKTA:	TROŠKOVNIK		
PROJEKTANT :	Branimir Bilušić, dipl.ing.arh., br. A726	OM:04/2020	
DATUM:	travanj, 2020.g.		

A

2.	Gletanje i ličenje unutarnjih površina stropova disperzivnim bojama za unutarnje ličenje u tonu po izboru projektanta. U cijenu uključena i radna skela.			
	m <sup>2</sup>	60,00	35,00	2.100,00

---

**IX.SOBOSLIKARSKO - LIČILAČKI RADOVI UKUPNO: 8.700,00**

---

**X. PARKETARSKI RADOVI**

1.	Demontaža i ponovno polaganje dijela parketnog poda u prostorijama gdje se rade grubi građevinski radovi. U cijeni je sav rad i materijal.			
	m <sup>2</sup>	64,00	300,00	19.200,00

---

**B/ OBRTNIČKI RADOVI SVEUKUPNO: 34.200,00**

---

**C/ INSTALATERSKI RADOVI**

1.	Popravak i sanacija oštećenih instalacija vodovoda i elektroinstalacija prilikom radova na sanaciji građevinskih sklopova na objektu.			
	paušal			26.000,00


**REKAPITULACIJA:**

A/ GRAĐEVINSKI RADOVI UKUPNO	766.165,80
B/ OBRTNIČKI RADOVI UKUPNO	34.200,00
C/ INSTALATERSKI RADOVI UKUPNO	26.000,00
D/ NEPREDVIDIVI RADOVI (paušal)	72.000,00
<b>SVEUKUPNO:</b>	<b>898.365,80</b>

---

Svi iznosi su iskazani u kunama sa PDV-om.

Izvođač:

 1. 10. 2020

M.O. ELEKTROGRADNJA  
d.o.o.  
ZAGREB



**NOVOSEL ZDENKA**  
Novoselečki put 5  
10040 Zagreb

Zagreb; 01.10.2020.

**P O N U D A** br. 77/2020-HEF

**ZA IZVOĐENJE RADOVA NA OBJEKTU – STAMBENA I POMOĆNA GRAĐEVINA  
NA k.č.9041, k.o.GRANEŠINA NOVA, NOVOSELEČKI PUT br.5, ZAGREB**

Poštovani,

dostavljam Vam ponudu za **RADOVE** na gore navedenoj građevini, a sve prema troškovniku u prilogu na ukupan iznos:

**1.049.063,48 Kn**

**NAPOMENA:**

- **SVI IZNOSI SU ISKAZANI U KUNAMA SA PDV-om**
  - Obračun prema stvarno izvedenim količinama
  - Svi nepredviđeni radovi i neobuhvaćeni ovim troškovnikom dogovaraju se i usklađuju sa investitorom i neće se izvoditi bez suglasnosti investitora
  - Plaćanje: prema dogovoru
  - Opcija ponude 30 dana

Za sva ostala pitanja slobodno nas kontaktirate.

Sa poštovanjem,

Hidro eko futura d.o.o.  
Marina Vujić

**HIDRO EKO FUTURA d.o.o.**  
Zagreb



**"Projekti Buljan" d.o.o.**

PODUZEĆE ZA PROIZVODNJU, GRADITELJSTVO, TRGOVINU I TURIZAM  
Zagreb, Hinka wurtha 22 OIB: 75714433576  
ŽIRO ERSTE BANKA : 2402006-1100574603  
IBAN: 7224020061100574603

Mobitel 099/2161067

E-mail: [ana.buljan7@gmail.com](mailto:ana.buljan7@gmail.com)

**NARUČITELJ:**

Novosel Zdenka  
Novoselečki put br.5  
Zagreb

Zgb.04.10.20.

**Predmet:** Ponuda za građevinsko - obrtničke radove.

U prilogu dopisa dostavljamo Vam ispunjenu ponudu za građevinsko obrtničke radove na objektu Novoselečki put br.5, Zagreb, trajanje radova po dogovoru.

na ukupan iznos **1.104.929,08 kn**, u cijenu je uključen PDV.

Opcija ponude **do 12h, 12.10.2020.**

Poželjan avans u visini **40%** ugovorenog iznosa.

Sa radovima možemo započeti odmah po potpisu ugovora, odnosno uplate avansa a završiti prema dogovoru.

S poštovanjem.

Za Projekte Buljan  
Ana Buljan

**PROJEKTI BULJAN d.o.o.**  
Zagreb

PProjekt d.o.o.  
Kopernikova 22  
10 020 Zagreb

GRAĐEVINA: STAMBENA ZGRADA – OBITELJSKA KUĆA  
Zagreb, Novoselečki put 5  
k.č.br. 9041, k.o. Granešina

INVESTITOR: INTERCESSOR d.o.o., OIB: 33413979518  
10 000 Zagreb, Hruševačka 7  
U IME VLASNIKA: ZDENKA NOVOSEL, OIB: 25383020570  
10 000 Zagreb, Novoselečki put 5

#### Preporuka projektanta konstrukcije

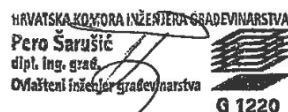
Uzimajući u obzir stanje konstrukcije građevine, koje sam elaborirao u "Dopuni stručnog mišljenja", te mogući način saniranja konstrukcije (uklanjanje i ponovno izvođenje znatnog dijela nosivih zidova) i tehnička ograničenja s obzirom na sanaciju (relativno loše tlo i već sada potpuna iskorištenost postojećih temelja) logičnim i racionalnijim se nameće rješenja izvođenja nove (zamjenske) građevine.

Zagreb, 25.09.2021.

Projektant:

Pero Šarušić dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
Pero Šarušić  
dipl. ing. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 1220



ARHIKON d.o.o.  
Ozaljska 49-ured Fratersčica 44  
10 000 ZAGREB  
OIB: 41081073369



ARHIKON

Tel : 61 12 089  
[Branimir.bilusic@zg.htnet.hr](mailto:Branimir.bilusic@zg.htnet.hr)  
[Arhikon2@zg.ht.hr](mailto:Arhikon2@zg.ht.hr)

U Zagrebu, 22.11.2020.

Broj : P-027/20

#### PREPORUKA PROJEKTANTA

Naručitelju INTERCESSOR d.o.o. u ime vlasnika NOVOSEL ZDENKA OIB: 25383020570 za stambenu građevinu na k.č. 9041, k.o. Granešina Nova, Novoselečki put br. 5, Zagreb. Nakon izrade troškovnika svih potrebnih radova i postupaka za dovođenje objekta na stanje prije potresa (22.03.2020.) smatramo da nivo sanacije predložen troškovnikom neće odgovarati sadašnjim normama seizmičke nosivosti objekta (HRN EN 1998-1:2011, 1998-5:2011, 1998-1:2011/A1:2014, 1998-1:2011/ispr.2:2015) već će trebati dopunska ojačanja konstrukcije i temelja objekta. Ovim putem preporučamo naručitelju da ide na provedbu izrade zamjenskog objekta kao trajnije i racionalnije rješenje.

Lokacija objekta nalazi se u I. geografskoj zoni vjetrova, 3. Zoni opterećenja snijegom i u području djelovanja potresa, seizmičke zone prema EMS ljestvici VIII. Prema IX.

Sa štovanjem!

Direktor :  
Branimir Bilušić, dia.

**ARHIKON**  
D.O.O. za arhitektonsko projektiranje  
i inženjering, trgovinu i usluge.  
ZAGREB





**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, IVAN ŠTURMAN (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/~~ica~~ završnog/diplomskog (~~obrisati nepotrebno~~) rada pod naslovom PROJEKT O BNOVE POTREBOM OŠTEĆENE ZGRADE U ZAGREBU (~~upisati naslov~~) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

IVAN ŠTURMAN

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti 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, IVAN ŠTURMAN (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/~~na~~ s javnom objavom završnog/diplomskog (~~obrisati nepotrebno~~) rada pod naslovom PROJEKT O BNOVE POTREBOM OŠTEĆENE ZGRADE U ZAGREBU (~~upisati naslov~~) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

IVAN ŠTURMAN

(vlastoručni potpis)