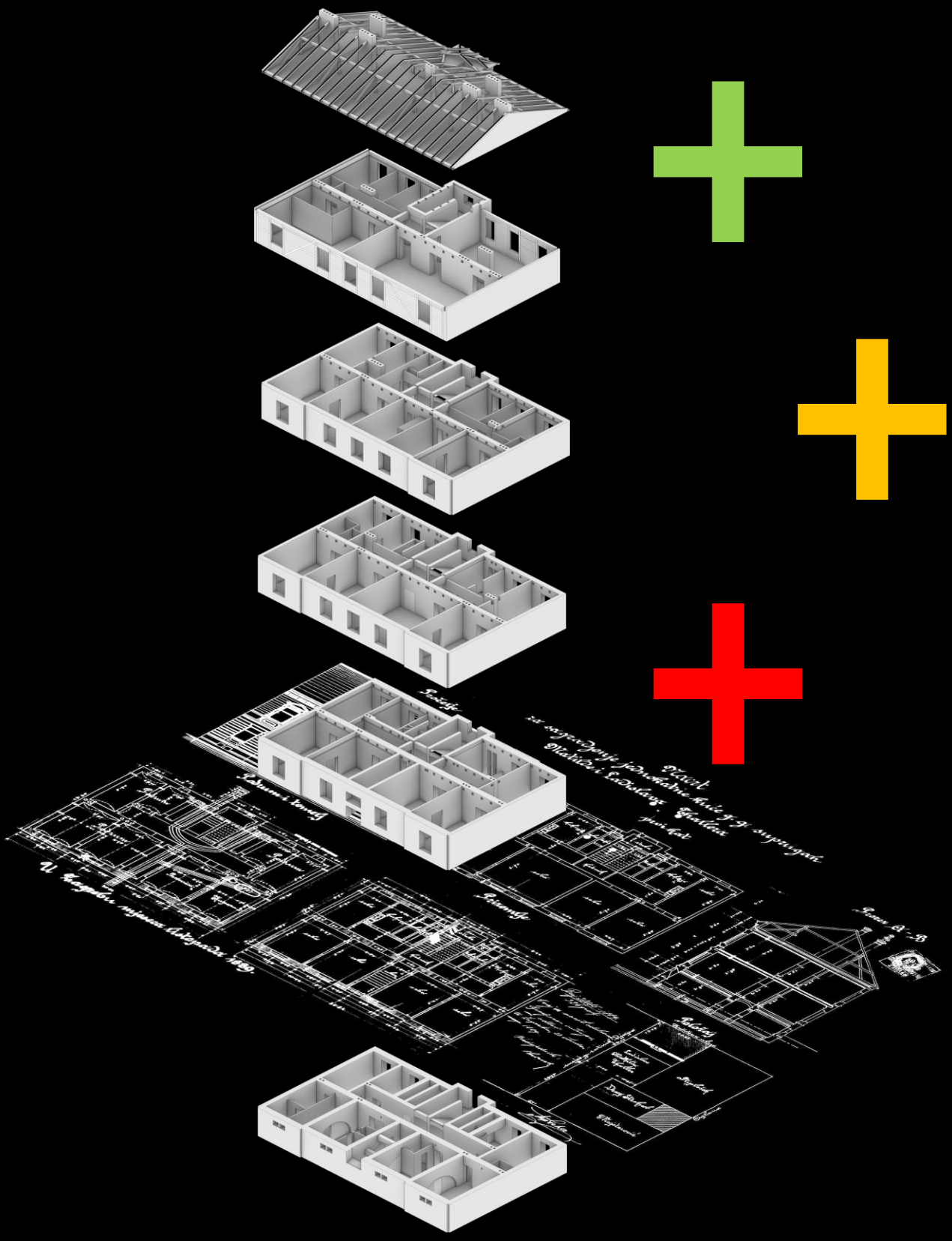
Priručnik za protupotresnu obnovu postojećih zidanih zgrada

Galić J., Vukić H., Andrić D. i Stepinac L.



Dr.sc. Josip Galić, dipl.ing.građ.

Hrvoje Vukić, mag.ing.aedif.

Dr.sc. Davor Andrić, dipl.ing.arh.

Lucija Stepinac, mag.ing.aedif.

Priručnik za protupotresnu obnovu postojećih zidanih zgrada

Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet

Zagreb, 2020. g.

SADRŽAJ

0. PREDGOVOR 2

1. TEHNIČKI OPIS NOSIVE KONSTRUKCIJE 4

1.1 OPĆENITO 4

1.2 POTKROVLJE – TAVANSKI PROSTOR 5

1.3 3.KAT - MANSARDA 6

1.4 2.KAT 9

1.5 1.KAT 11

1.6 PRIZEMLJE 13

1.7 PODRUM 15

2. DETALJAN PRIKAZ OŠTEĆENJA KONSTRUKCIJE 17

2.1 OŠTEĆENJA U PODRUMU 17

2.2 OŠTEĆENJA U PRIZEMLJU 18

2.3 OŠTEĆENJA NA 1.KATU 20

2.4 OŠTEĆENJA NA 2.KATU 22

2.5 OŠTEĆENJA NA 3.KATU - MANSARDA 24

2.6 OŠTEĆENJA U POTKROVLJU – TAVANSKI PROSTOR 25

3. RAZINA OBNOVE I PRIKAZ MJERA 27

3.1 OPĆENITO 27

3.2 RAZINA 1 27

3.3 RAZINA 2 30

3.4 RAZINA 3 32

3.5 RAZINA 4 34

4. PRIMJENA RAZINA OBNOVE I MJERA NA PRIMJERU 36

4.1 RAZINA 1 37

4.2 RAZINA 2 40

4.3 RAZINA 3 42

4.4 RAZINA 4 44

5. TROŠKOVNIK RADOVA PRIKAZANIH MJERA 45

5.1 RAZINA 1 45

5.2 RAZINA 2 46

5.3 RAZINA 3 48

5.4 RAZINA 4 49

0. PREDGOVOR

U potresu koji se nedavno dogodio u Zagrebu oštećen je veliki broj zgrada. Najveći broj oštećenih zgrada je prema i očekivanjima u središtu grada. Svi su svjesni da je oštećene zgrade potrebno popraviti i obnoviti. Osim toga, postojeće zgrade imaju relativno nisku otpornost na potres, stoga želja svih je da se pored popravka i obnove te zgrade pojačaju, te da im se podigne razina otpornosti na potres.
Glavna pitanja koja se pri tome postavljaju su: na koji način ih popraviti i pojačati, te koliki je to trošak. Kako bi dali odgovor na ta pitanja izradili smo ovaj priručnik gdje smo na jednoj uobičajenoj zgradi donjeg grada utvrdili koja su to uobičajena oštećenja nastala u potresu i što je sve moguće napraviti u pogledu popravka oštećenja i povećanja seizmičke otpornosti zgrade.

Kako radovi u građevinarstvu u principu traže velike izdatke, definirane su 4 razine mogućih intervencija koje su u skladu sa zaključcima ekspertne skupine pri Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu organizirane u suradnji s Hrvatskom komorom inženjera građevinarstva. Zaključci o razinama su podloga Zakona o obnovi zgrada oštećenih potresom na području grada Zagreba i okolice, a radi se o sljedećim razinama:

Razina 1 - obuhvaća intervencije na građevini s ciljem da se poprave sva oštećenja i da se naprave minimalne intervencije poboljšanja. Tom razinom intervencija na zgradi osiguravamo da je zgrada obnovljena na razinu otpornosti i sigurnosti koju je imala prije potresa uz dodatno poboljšanje onih konstrukcijskih dijelova zgrade koji su se pokazali kao najmanje otporni (krovna konstrukcija, dimnjaci i zabatni zidovi). Znači Razinom 1 se osigurava da je građevina popravljena i da je u pogledu otpornosti i sigurnosti na istoj, odnosno nešto boljoj razini nego prije potresa. Smatramo da je ovo minimalna razina koju bi bilo neophodno provesti na svim zgradama. Ujedno to je i najjeftinija razina moguće obnove postojećih zgrada.

Razina 2 - obuhvaća dodatne intervencije u odnosu na Razinu 1 s ciljem podizanja otpornosti zgrada na potres u iznosu cca 50% razine koja se danas zahtijeva za nove zgrade. Ideja je odabrati takve intervencije koje će biti učinkovite i minimalno invazivne u korisnički prostor, te na pročeljima zgrada.

Razina 3 - obuhvaća dodatne intervencije u odnosu na Razinu 1 i 2 s ciljem podizanja otpornosti zgrade na potres u iznosu 75-100% razine koja se danas zahtijeva za nove zgrade.

Svi radovi razine 1, 2 i 3 su osmišljeni tako da maksimalno očuvaju izvornost građevine glede njenog oblikovanja i funkcionalnosti. Njima se ne mijenja konstrukcijski sustav, kao niti namjena ili površina pojedinih prostora. Također osmišljene su da se svaka razina može raditi s vremenskim odmakom u odnosno na prethodnu. Većina vlasnika trenutno nije u mogućnost financijski izvesti sve tri razine od jednom s ciljem da dobiju maksimalnu otpornost i sigurnost građevine. Stoga su sve intervencije osmišljene tako da vlasnik zgrade prvo izvede radove Razine 1, a u narednom periodu s obzirom na mogućnosti i financijska sredstva, izvodi prvo Razinu 2 te zatim Razinu 3, kako bi u nekom periodu od 5-15 godina ipak uspio osigurati da njegova zgrada ima otpornost približno suvremenoj gradnji. Također, sve intervencije u razinama 2 i 3 su osmišljene da se mogu raditi parcijalno stan po stan. Znači nije nužno da se sve intervencije razine 2 i 3 izvedu istovremeno u svim etažama, nego se mogu izvoditi kako pojedini vlasnik stana ili etaže građevine ima mogućnosti. Naravno pune vrijednosti otpornosti i sigurnosti se ostvaruju tek kada se izvedu radovi u cijeloj zgradi. Međutim bitno je da sve parcijalne intervencije ne štete ostalim prostorima, kao što je to inače slučaj parcijalnih izvedbi tlačnih betonskih ploča i sl., a što je bilo u prošlosti i što se pokazalo i u ovom potresu kao ne baš najbolje rješenje.

Da bi vlasnici zgrada dobili osjećaj o kojim troškovima se radi, za svaku razinu su napravljene troškovničke procjene financijskih troškova pojedinih razina intervencija. Cijene koje su korištene u procjeni su tržišne cijene prije potresa i krize s korona virusom, te je naravno moguće očekivati da će te cijene u obnovi biti nešto drugačije. Također, u slučaju da se odmah ide u realizaciju Razine 1 + 2 + 3, cijena troška bi bila znatno manja jer bi se izbjeglo ponavljanje nekih radova i troškova (npr. trošak skele, preklapanje pojačanja zidova, skidanja i postave žbuke i sl.).

Pored navedene 3 razine intervencija za koje smatramo da su najbolja opcija i postupak obnove i pojačanja postojećih zidanih zgrada, dali smo i razinu 4 kao nešto invazivniji način pojačanja postojećih građevina.

Razina 4 predstavlja varijantu da se cijela zgrada odmah iseli i da se izvede pojačanje nosive konstrukcije s armiranim betonom, budući da mnogi vlasnici zgrada kada je potres u pitanju najviše vjeruju armiranim betonskim konstrukcijama. Ta razina će vjerojatno biti primjenjiva kod građevina gdje je jedan vlasnik s financijskim mogućnostima da tu zgradu odmah pojača do maksimalne otpornosti. Premda se radi o dosta invazivnom postupku, pojačanja s dodavanjem AB zidova i tlačnih ploča, ipak smo pokušali osmisliti da i taj način pojačanja bude što manje invazivan i da očuva koliko je to moguće izvornost oblikovanja i nosive konstrukcije zgrade.

Nadamo se da će vam ovaj priručnik pomoći u popravku i pojačanju vaših zgrada. Mislim da je ilustrativno i sadržajno dostatan i da daje cjelokupnu sliku o kakvim oštećenjima se radi, što se može pojedinim razinama intervencija postići i koliki je to trošak. Pored ovog priručnika izradili smo i priručnik sa svim tehnikama popravka i pojačanja zidanih zgrada. Cilj tog priručnika je da se prikažu sve nama poznate tehnike popravka i pojačanja zidanih zgrada, kako bi se dobila šira slika što se sve može primijeniti. U početnoj fazi popravka i obnove puno će utjecati i mogućnosti dostupnih izvođača radova, kao i nabavka materijala pa smo htjeli da se prikažu različite tehnike s različitim materijalima s istim ili sličnim učinkom. Naravno, projektanti i vlasnici zgrada će odlučivati koja tehnika je najbolja za pojedini popravak ili pojačanje.

Zbog brzine izrade priručnika, u tekstu i troškovniku su moguće manje pogreške. Svaka primjedba i komentar je dobrodošla i potrudit ćemo se ispraviti ih kroz buduće dopune.

Želimo vam svima brzu i kvalitetnu obnovu i da Zagreb bude sigurniji i ljepši nego što je bio prije potresa.

Autori

Zagreb, 22. travnja 2020.g.
(mjesec dana nakon potresa)

1. TEHNIČKI OPIS NOSIVE KONSTRUKCIJE

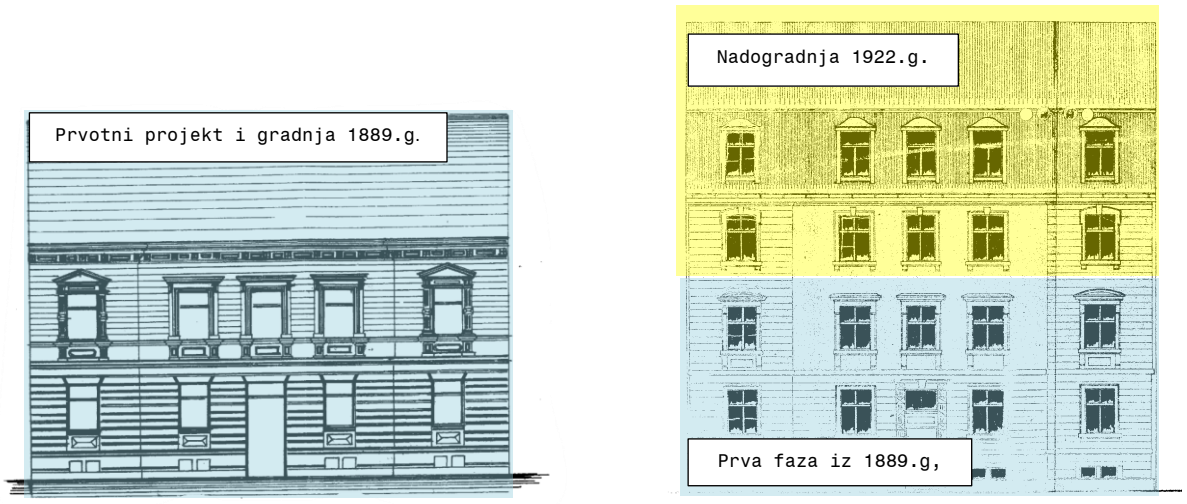
1.1 OPĆENITO

Građevina u Ulici fra Andrije Kačića Miošića broj 22 u Zagrebu, nalazi se unutar niza građevina. Tlocrtnih je dimenzija $L_x \times L_y \approx 24,2 \times 12,90$ m i maksimalne nadzemne visine $H_{nadzemno} \approx 20,0$ m. Broj etaža je: Po + Pr + 3K + Pt, gdje je 3. kat izveden kao mansarda, dok je potkrovlje tavanski prostor koji se ne koristi. Visina podrumske etaže je H ≈ 3,3 m, visina prizemlja i katova je H ≈ 3,7 m, mansarde H ≈ 3,5 m, te je visina tavanskog prostora u sljemenu H ≈ 4,2 m. Konstrukcija stubišnih krakova je plitki svod oslonjen na zidove stubišta. Raspon krakova je L = 3,5 m, a širina kraka iznosi b = 1,45 m. Konstrukcija podesta su također lukovi koji su oslonjeni na obodne zidove i lukove. Dimenzije podesta su $L_x \times L_y \approx 1,60 \times 3,00$ m. Prostori na etažama su orijentirani istok-zapad, dok se na etaži uglavnom nalaze dvije cjeline razdvojene orijentacijom sjever-jug.



Slika 1 – *Situacijski položaj predmetne građevine i fotografija uličnog pročelja*

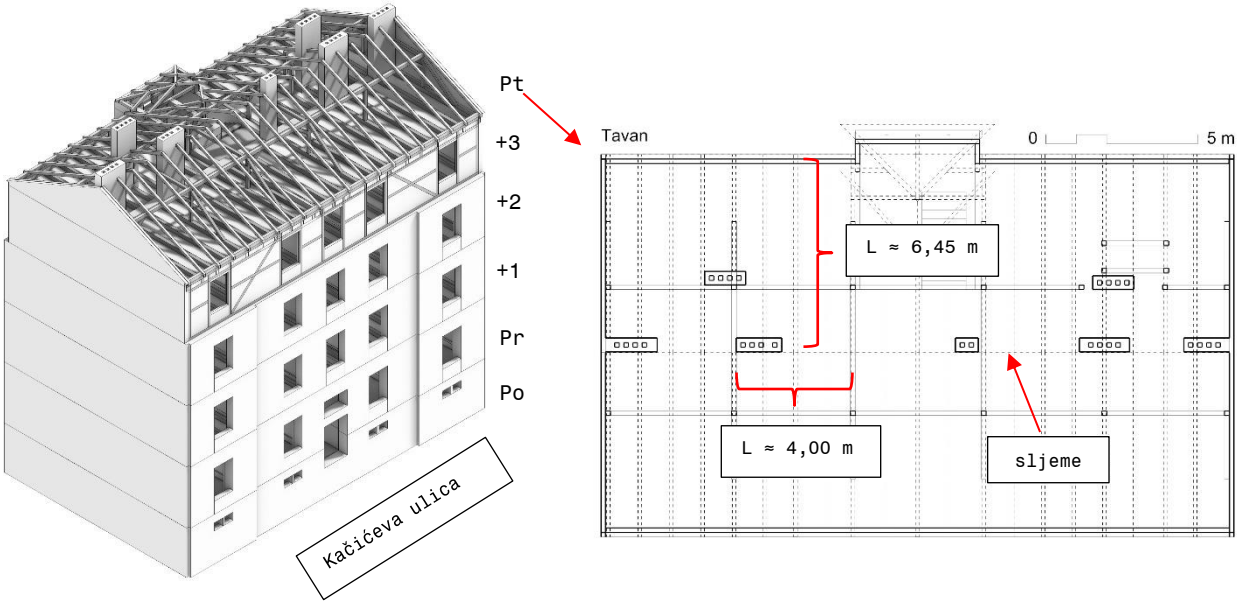
Temeljem nacrta dobivenih iz Državnog arhiva u Zagrebu, vidljivo je da je predmetna građevina imala dogradnju. Prvi projekt datira iz listopada 1889. godine i radi se o jednokatnici za supružnike Matildu i Ladislava Thaller. U tom projektu je vidljivo da su tlocrtne dimenzije identične kao i danas, međutim etažnost je bila: Po + Pr + K + Pt. Kasnije je izrađen projekt nadogradnje 1922. godine za g. Ivana Dukovića, temeljem kojeg građevina ima i današnji izgled.



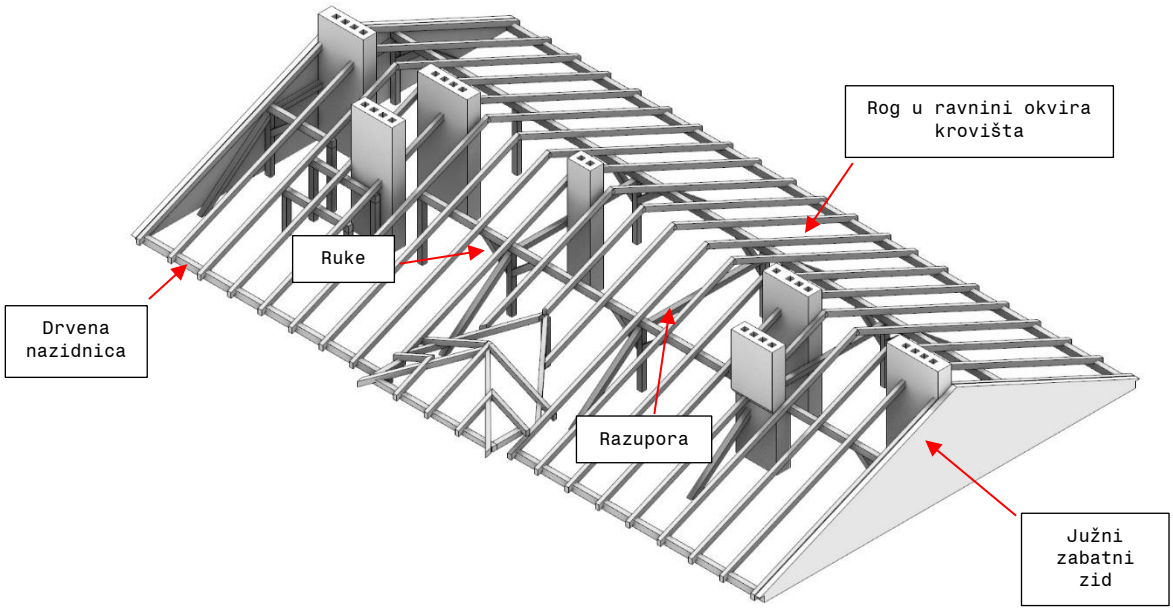
Slika 2 – *Prikaz pročelja prvog objekta iz 1889. g. i kasnije nadogradnje iz 1922. g.*

Slijedi opis nosive konstrukcije postojeće građevine temeljem izvida i arhivskih snimaka. 3D model građevine je izrađen na osnovu izvida postojećeg stanja i nacrta sa snimaka iz državnog arhiva.

1.2 POTKROVLJE – TAVANSKI PROSTOR



Slika 3 – *Prikaz 3D modela potkrovlja građevine i tlocrt tavana*



Slika 4 – *Prikaz 3D modela potkrovlja*

Opis nosive konstrukcije tavanskog prostora

Krovište građevine je dvostrešno s istakom iznad stubišnog dijela. Nagib krovišta je $\alpha \approx 30°$. Tlocrtne dimenzije krovišta su $L_x \times L_y \approx 24{,}2 \times 12{,}90$. Visina sljemena krovišta je H ≈ 4,2 m. Konstruktivni sustav krovišta je dvostruka visulja na južnom dijelu i dvostruka stolica na sjevernom. Rogovi su na razmaku a = 100 cm, dimenzija b/h = 12/16 cm i duljeg raspona L = 4,0 m. Podrožnice su dimenzije b/h = 15/20 cm i na rasponu od L = 4,0 m. Podrožnice se oslanjaju na stupove dimenzija b/h = 15/20 cm. Stupovi i podrožnice su zbog stabilizacije krovišta u uzdužnom smjeru povezani rukama dimenzija b/h = 15/15 cm. Razupora krovišta i kosnik su dimenzija b/h = 15/20 cm. Zabatni zidovi su debljine t = 15 cm. Nazidnica je dimenzija b/h = 15/15 cm.

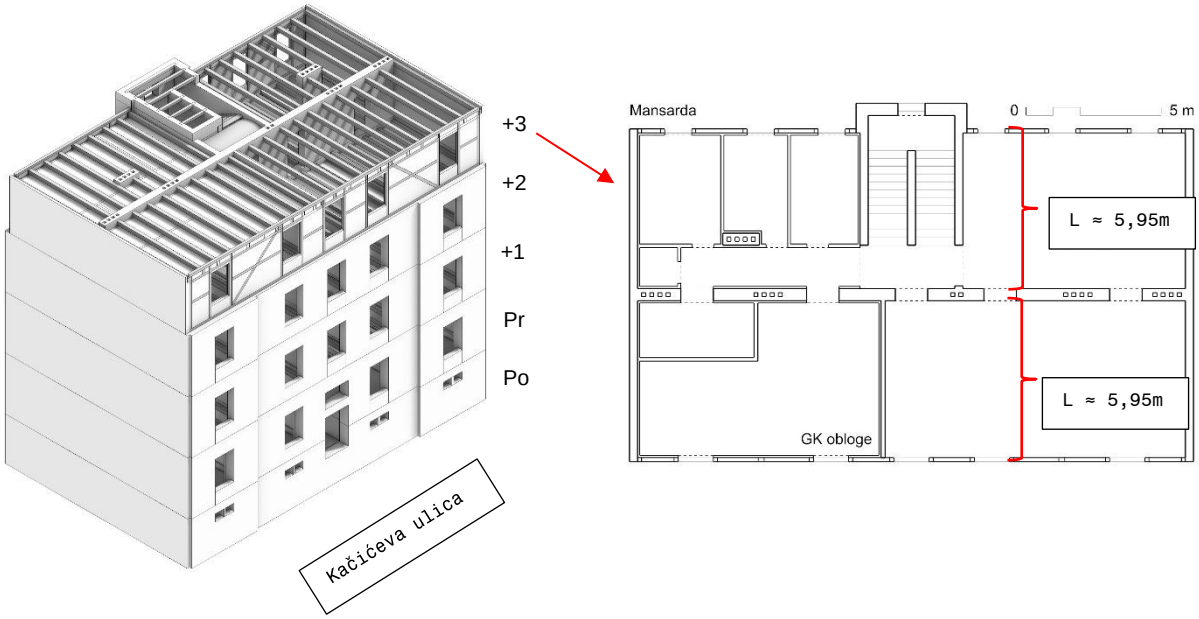
Opis oštećenja nosive konstrukcije tavanskog prostora

Oštećenja u tavanskom prostoru su dominantna na dimnjacima i zabatnim zidovima. Došlo je do pomaka oba zabatna zida prema van i na tom dijelu do puknuća dimnjaka. Krovište je pretrpilo oštećenja na spojnim elementima poput kosnika i razupora na mjestu stupova. Vidljiva su nagnječenja elemenata i njihova destabilizacija.



Slika 5 – *Oštećenja dimnjaka i/ili odvajanja zabata (lijevo), izvlačenje kosnika iz podrožnice (sredina) i ispadanje kosnika (desno)*

1.3 3. KAT - MANSARDA



Slika 6 – *Prikaz 3D modela na dijelu 3. kata građevine i tlocrta postojećeg stanja*

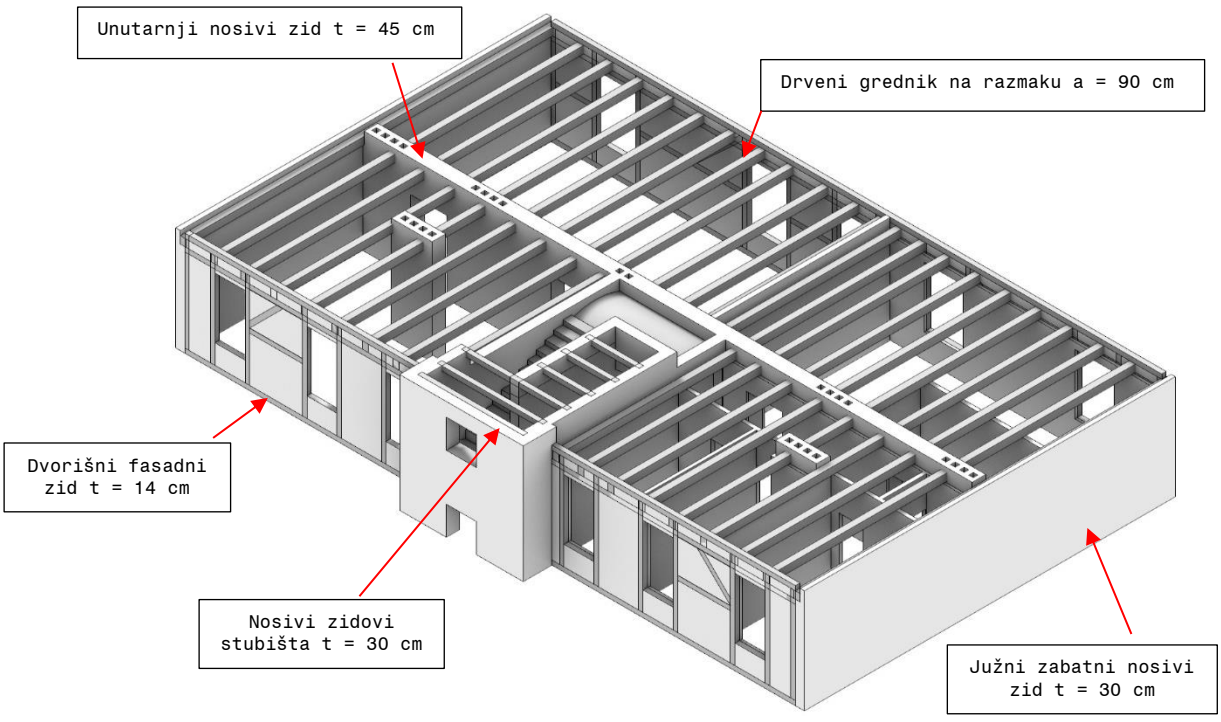
Opis nosive konstrukcije 3. kata

Kako je krovna konstrukcija dvostruka visulja, u ovom slučaju je potpuno neovisna od konstrukcije stropa mansarde. Stropna konstrukcija mansarde je drveni grednik dimenzija b/h = 14/22 cm, postavljen na razmaku a = 90 cm. Drveni grednik se oslanja na fasadne zidove, koji se sastoje od uzdužne drvene grede dimenzija b/h = 15/ 20 cm oslonjene na drvene stupove dimenzija b/h = 14/14 cm. Stupovi se oslanjaju na drvenu nazidnicu dimenzija b/h = 14/14 cm. Stupovi su dodatno stabilizirani kosnicima dimenzija b/h = 14/14 cm. Ispuna između drvene konstrukcije fasadnog zida je puna opeka i zidana u širini t = 14 cm. Osim na fasadne zidove, grednik se oslanja na unutarnji uzdužni nosivi zid od pune opeke debljine t = 45 cm. Ostali nosivi vertikalni zidovi u razini mansarde su sjeverni i južni zabatni zid debljine t = 30 cm, te unutarnji stubišni zidovi također debljine t = 30 cm. Zidovi su zidani punom opekom. Na etaži mansarde, nalaze se dvije stambene jedinice. Sjeverna stambena jedinica je u fazi

adaptacije, dok je južna stambena jedinica u uporabi i zidovi su presvučeni gipskartonskom oblogom, te su spušteni stropovi.



Slika 7 – *Prikaz tlocrta mansarde: razlika izvornog (projektiranog) stanja u odnosu na postojeće stanje*



Slika 8 – *Prikaz 3D modela mansarde*

Opis oštećenja nosive konstrukcije 3. kata

Kod sjeverne stambene jedinice, važno je napomenuti kako je stan u procesu adaptacije. Međutim, uočene su dijagonalne pukotine vanjskog zabatnog zida, stubišnog zida, unutarnjeg zida koji dijeli dvije stambene jedinice. Na uzdužnom nosivom unutarnjem zidu, vidljive su pukotine nadvoja, kao i nadvoja kod ulaza u stambeni prostor. Vanjski mansardni zidovi koji su zidani kao ispuna drvene konstrukcije su doživjeli najveća oštećenja. Stropna konstrukcija ima vidljiva oštećenja podgleda. Kod pregleda južne stambene jedinice, nisu vidljiva oštećenja. Razlog tome je što su zidovi južne stambene jedinice obloženi gipskartonskom oblogom, a strop spušten. Može se stoga pretpostaviti da su oštećenja gotovo slična onima u sjevernoj, međutim obloga ih prekriva. Detaljniji prikaz i pozicija oštećenja prikazan je u idućim poglavljima.

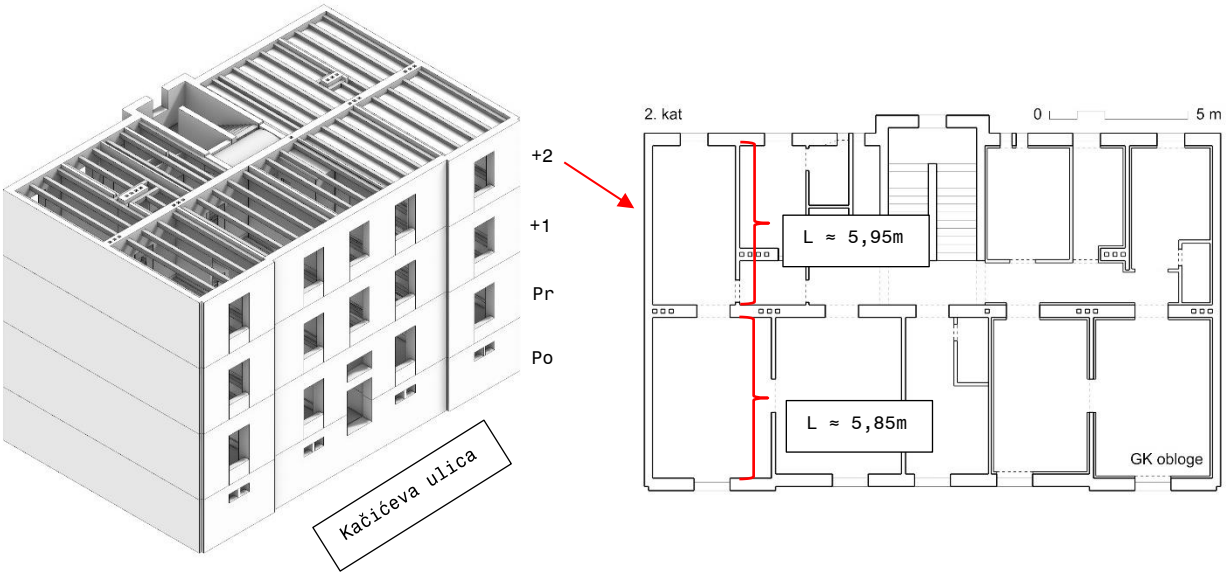


Slika 9 – *Oštećenje nadvoja unutarnjeg nosivog zida (gore lijevo), dijagonalna pukotina unutarnjeg zida (gore desno), oštećenje fasadnog zida (dolje lijevo) i oštećenje stubišnog zida (dolje desno)*



Slika 10 – *Prikaz nevidljivih oštećenja u južnoj stambenoj jedinici zbog GK obloge zidova*

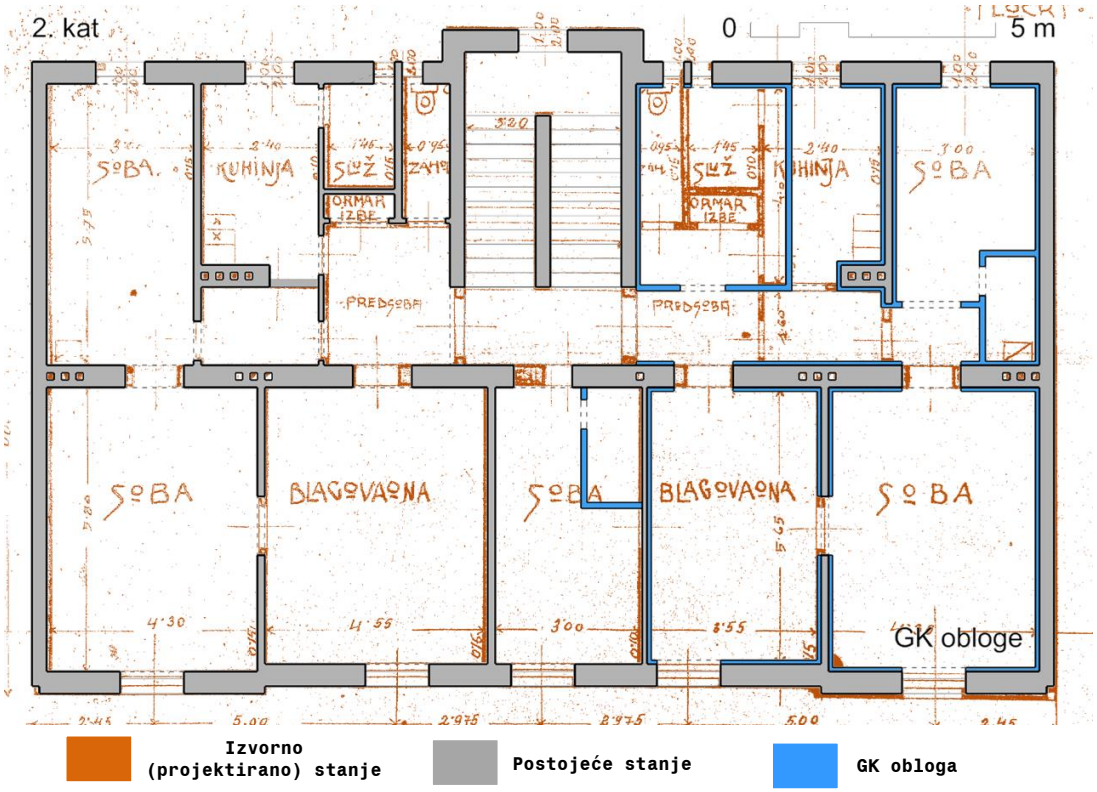
1.4 2. KAT



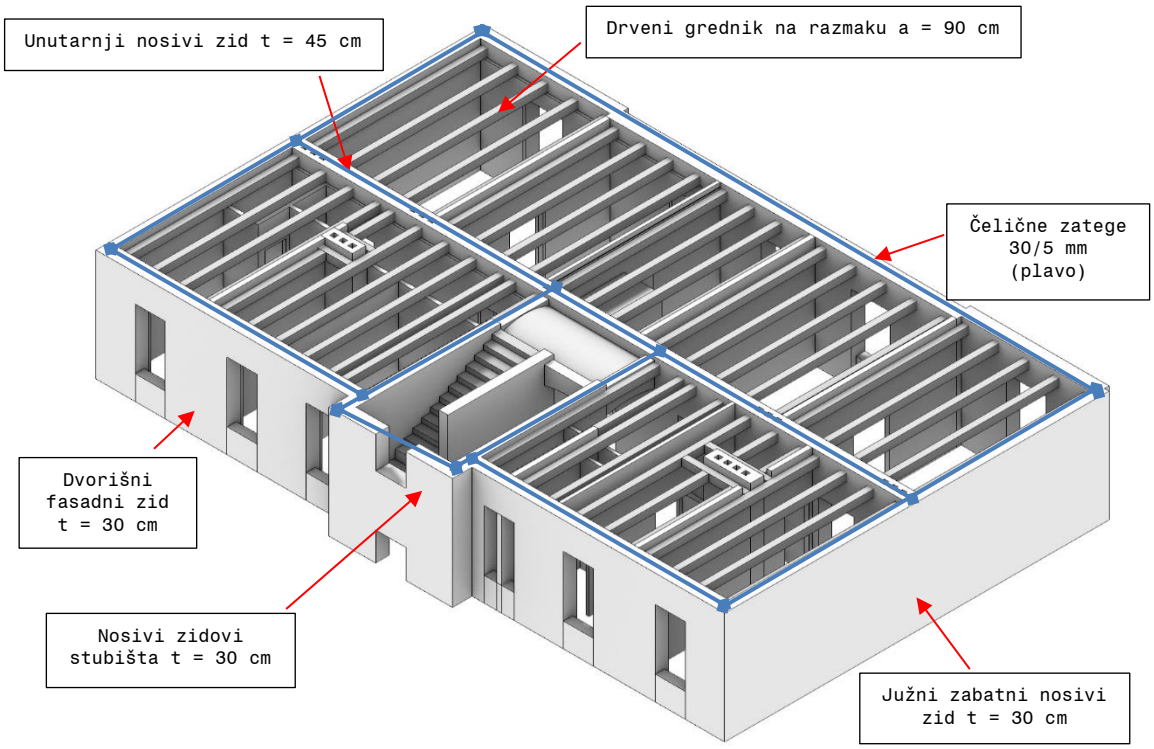
Slika 11 – *Prikaz 3D modela na dijelu 2. kata građevine i tlocrta postojećeg stanja*

Opis nosive konstrukcije 2. kata

Stropna konstrukcija 2. kata je drveni grednik dimenzija b/h = 14/22 cm, koji je postavljen na razmaku a = 90 cm. Drveni grednik se oslanja na fasadne zidove debljine t = 45 cm i unutarnji uzdužni zid debljine t = 45 cm. Rasponi drvenog grednika su L_1 = 5,95 m i L_2 = 5,85 m. Vanjski zabatni zidovi su debljine t = 30 cm. Stubišni zidovi su kao i u nivou mansarde debljine t = 30 cm. U arhivskim nacrtima i tlocrtu mansarde, vidljivi su elementi čeličnih zatega glavnih nosivih zidova. Prilikom izvida, nađena je zatega u podu 3. kata. Prema nacrtima, zatege se protežu kroz sve glavne zidove i povezuju ih. Zatega koja je pronađena u podu 3. kata je dimenzija b/h = 30/5 mm.



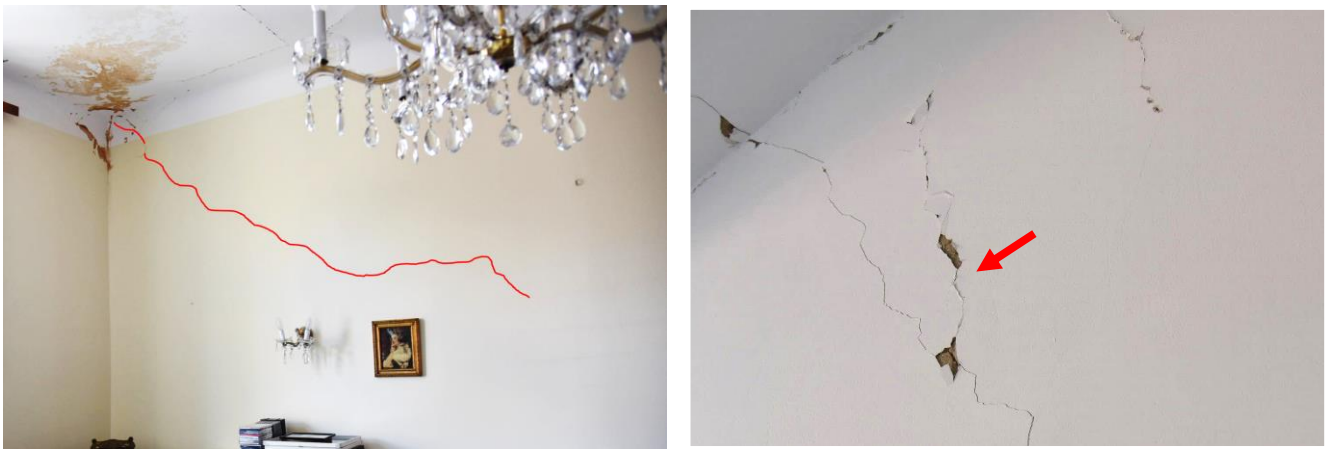
Slika 12 – *Prikaz tlocrta 2.kata: razlika izvornog (projektiranog) stanja u odnosu na postojeće stanje*



Slika 13 – *Prikaz 3D modela 2. kata*

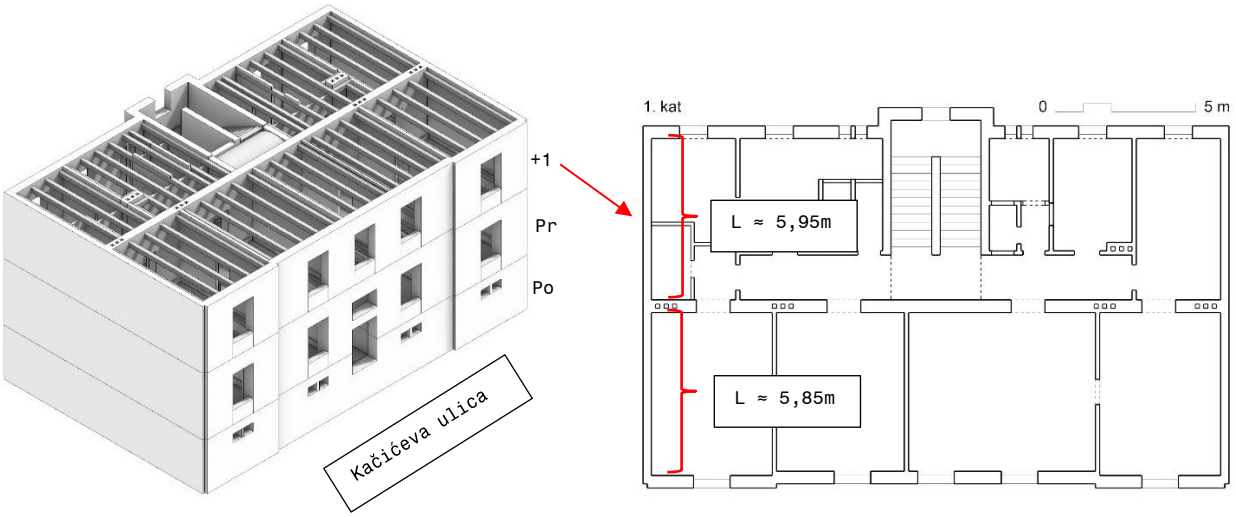
Opis oštećenja nosive konstrukcije 2. kata

Na 2. katu nalaze se tri stambene jedinice. Sjeverna, južna i između njih je jedna prostorija koja je zasebna stambena jedinica. Zidovi sjeverne stambene jedinice obloženi su gipskartonskom oblogom, a strop je spušten. Zbog navedenog u sjevernom prostoru nisu uočena vidljiva oštećenja. Za pretpostaviti je da ima jednaka oštećenja kao i prostori na 2. katu koji nisu obloženi GK oblogom. Kod izvida uočene su dijagonalne pukotine južnog zabatnog zida, stubišnog zida i unutarnjih zidova koji dijeli središnju prostoriju od južne i sjeverne stambene jedinice. Na uzdužnom nosivom unutarnjem zidu, vidljive su pukotine nadvoja, kao i kod lučnih nadvoja kod ulaza u stambeni prostor, odnosno stropu stubišta. Fasadni zidovi nisu doživjeli značajna oštećenja. Stropna konstrukcija ima vidljiva oštećenja podgleda. Detaljniji prikaz i pozicija oštećenja prikazan je u idućim poglavljima.



Slika 14 – *Oštećenje južnog zabatnog zida (lijevo), vidljive pukotine stubišnog zida (desno)*

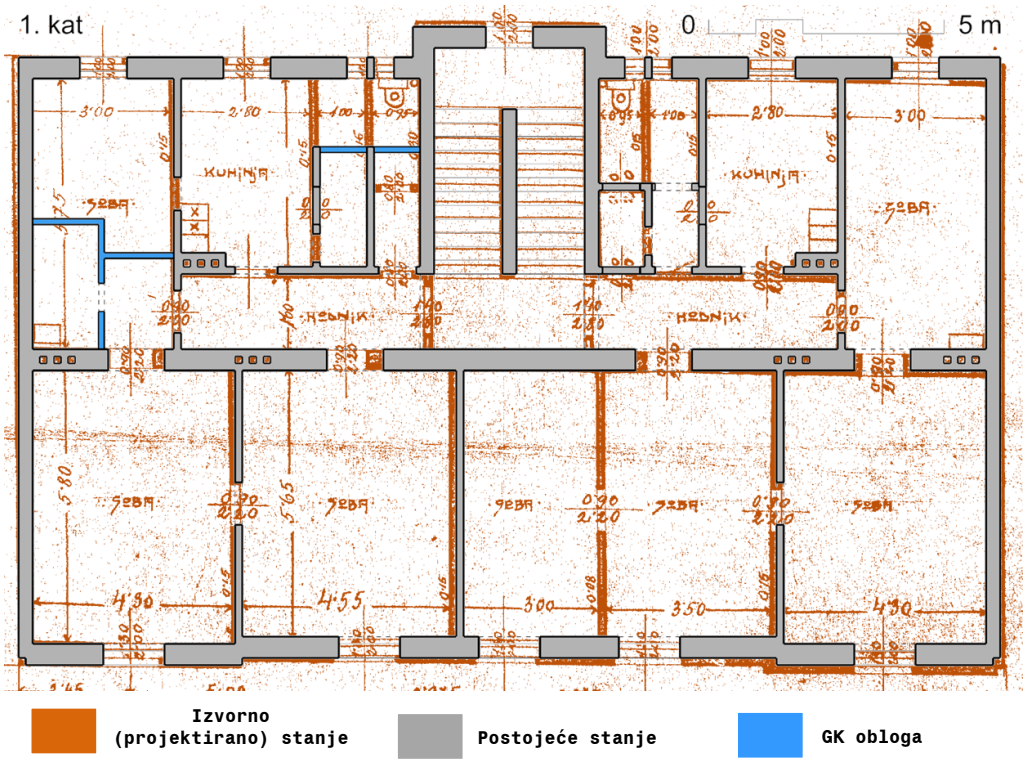
1.5 1. KAT



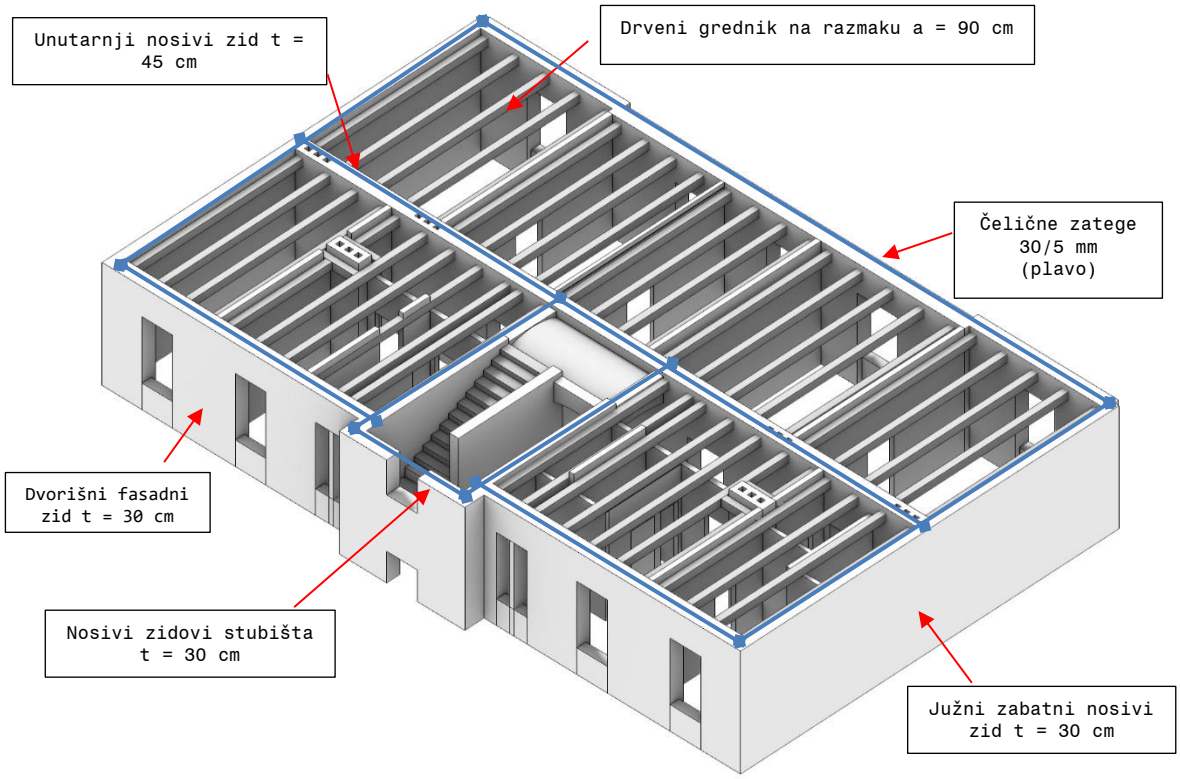
Slika 15 – *Prikaz 3D modela na dijelu 1. kata građevine i tlocrta postojećeg stanja*

Opis nosive konstrukcije 1. kata

Kao i kod 2. kata, stropna konstrukcija 1.kata je drveni grednik dimenzija 14/22 cm, koji je postavljen na razmaku a = 90 cm. Drveni grednik se oslanja na fasadne zidove debljine t = 45 cm i unutarnji uzdužni zid debljine t = 45 cm. Rasponi drvenog grednika su L_1 = 5,95 m i L_2 = 5,85 m. Vanjski zabatni zidovi su debljine t = 30 cm. Stubišni zidovi su kao i u nivou 2. kata debljine t = 30 cm. U arhivskim nacrtima i tlocrtu 2.kata, vidljivi su elementi čeličnih zatega glavnih nosivih zidova. Prilikom izvida, nađena je zatega u podu 3. kata, pošto su bili skinuti slojevi poda. Prema nacrtima, zatege se protežu kroz sve glavne zidove i povezuju ih. Zatega koja je pronađena u podu 3. kata je dimenzija 30/5 mm. Pretpostavlja se da je ona izvedena i u nivou stropa 1. kata, odnosno podu 2. kata kako je prikazano na nacrtima.



Slika 16 – *Prikaz tlocrta 1.kata: razlika izvornog (projektiranog) stanja u odnosu na postojeće stanje*



Slika 17 – *Prikaz 3D modela 1. kata*

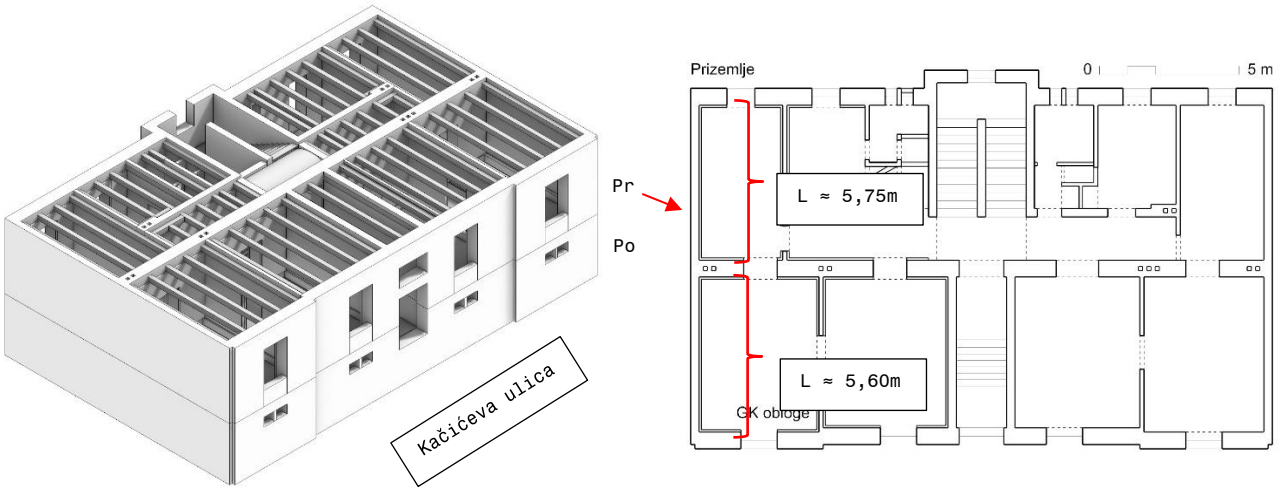
Opis oštećenja nosive konstrukcije 1. kata

Na 1. katu nalaze se dva poslovna prostora. Sjeverni i južni. Strop je spušten u obje jedinice, zidovi nisu obloženi gipskartonskom oblogom. Kod izvida uočene su dijagonalne pukotine južnog zabatnog zida, stubišnog zida i unutarnjeg zida između poslovnih prostora. Također su vidljive pukotine na mjestu spoja sekundarnih poprečnih zidova između prostorija. Na uzdužnom nosivom unutarnjem zidu, vidljive su pukotine nadvoja, kao i kod lučnih nadvoja kod ulaza u stambeni prostor, odnosno stropu stubišta. Širina pukotina je nešto manja nego kod zidova etaže iznad. Fasadni zidovi nisu doživjeli značajna oštećenja. Stropna konstrukcija nema vidljivih oštećenja jer je strop spušten. Detaljniji prikaz i pozicija oštećenja prikazan je u idućim poglavljima.



Slika 18 – *Prikaz oštećenja južnog zabatnog zida (lijevo) i nadvoja kod ulaza u sjeverni poslovni prostor (desno)*

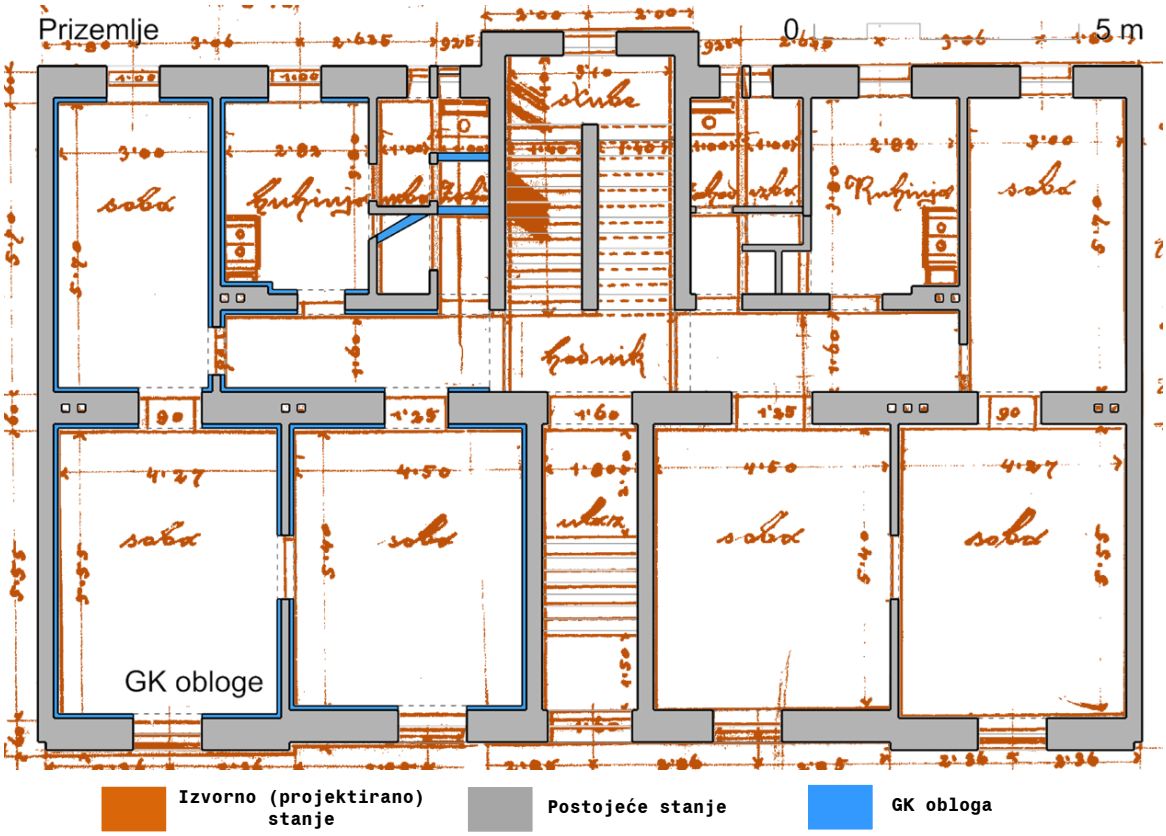
1.6 PRIZEMLJE



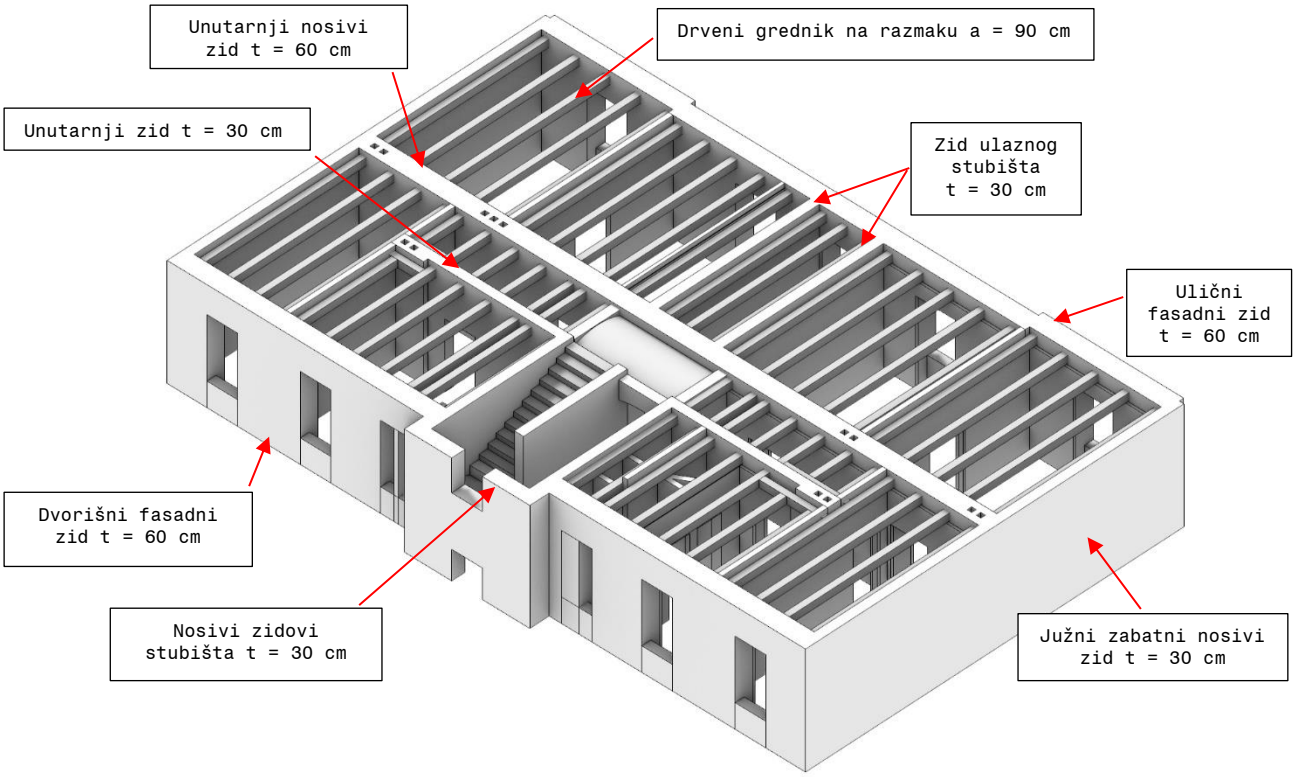
Slika 19 – *Prikaz 3D modela na dijelu prizemlja građevine i tlocrta postojećeg stanja*

Opis nosive konstrukcije prizemlja

Kao i kod 1. kata, stropna konstrukcija 1.kata je drveni grednik dimenzija 14/22 cm, koji je postavljen na razmaku a = 90 cm. Drveni grednik se oslanja na vanjske fasadne zidove debljine t = 60 cm i unutarnji uzdužni zid debljine t = 60 cm. Uz nosivi unutarnji zid, zid hodnika je u prizemlju znatno veće debljine i ona je t = 30 cm. Rasponi drvenog grednika su L_1 = 5,75 m i L_2 = 5,60 m. Vanjski zabatni zidovi su debljine t = 30 cm. Stubišni zidovi su debljine t = 30 cm, iste su debljine i zidovi ulaznog stubišta s ulične strane. U arhivskim nacrtima i tlocrtu 1.kata, nisu vidljivi elementi čeličnih zatega glavnih nosivih zidova, tako da u nivou stropa prizemlja, zidovi nisu povezani čeličnim zategama.



Slika 20 – *Prikaz tlocrta prizemlja: razlika izvornog (projektiranog) stanja u odnosu na postojeće stanje*



Slika 21 – *Prikaz 3D modela prizemlja*

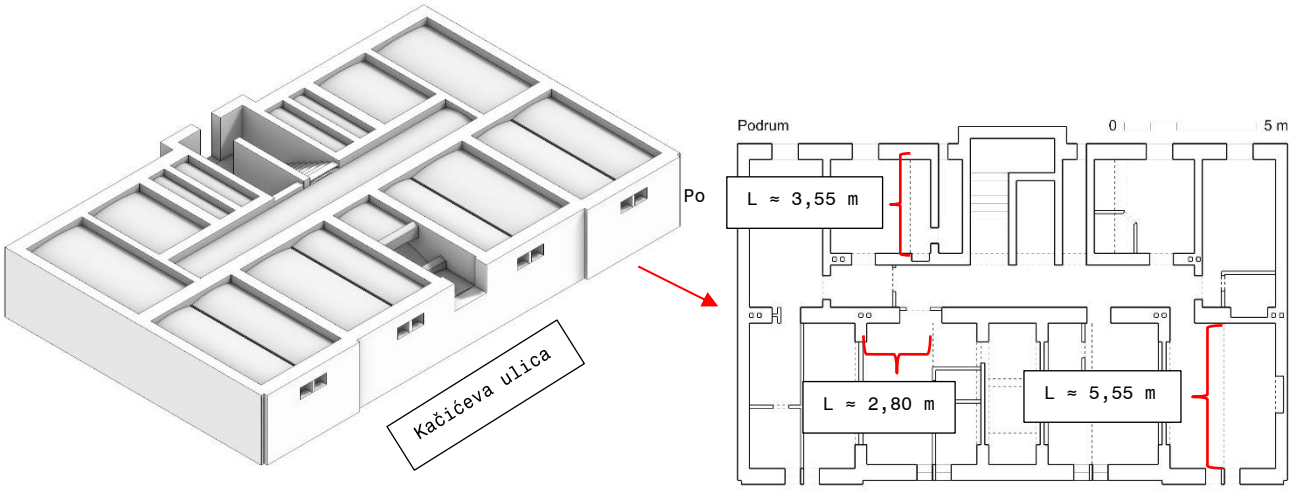
Opis oštećenja nosive konstrukcije prizemlja

U prizemlju se nalazi stambeni i poslovni prostor. Prostori su kao dvije cjeline podijeljeni na sjevernu i južnu. Zidovi južnog poslovnog obloženi su gipskartonskom oblogom, dok kod sjeverne stambene jedinice nisu. Zbog navedenog u južnom prostoru nisu uočena vidljiva oštećenja. Za pretpostaviti je da ima jednaka oštećenja kao i stambeni prostor u prizemlju koji nije obložen GK oblogom. Kod izvida uočene su pukotine ulaznog stubišnog zida i unutarnjih pregradnih zidova sjeverne stambene jedinice. Na uzdužnom nosivom unutarnjem zidu, vidljive su pukotine nadvoja, kao i kod lučnih nadvoja kod ulaza u stambeni prostor, odnosno stropu stubišta, te poprečnih nadvoja. Širina pukotina je nešto manja nego kod zidova etaže iznad. Fasadni zidovi nisu doživjeli značajna oštećenja osim laganih pukotina u području parapeta. Stropna konstrukcija sjevernog stambenog prostora nema velikih oštećenja osim na spoju sa zidom. Pukotine su manje širine u odnosu na etažu iznad. Detaljniji prikaz i pozicija oštećenja prikazan je u idućim poglavljima.



Slika 22 – *Prikaz oštećenja uličnog južnog stubišnog zida (lijevo) i nadvoja unutarnjeg zida u stambenom prostoru (desno)*

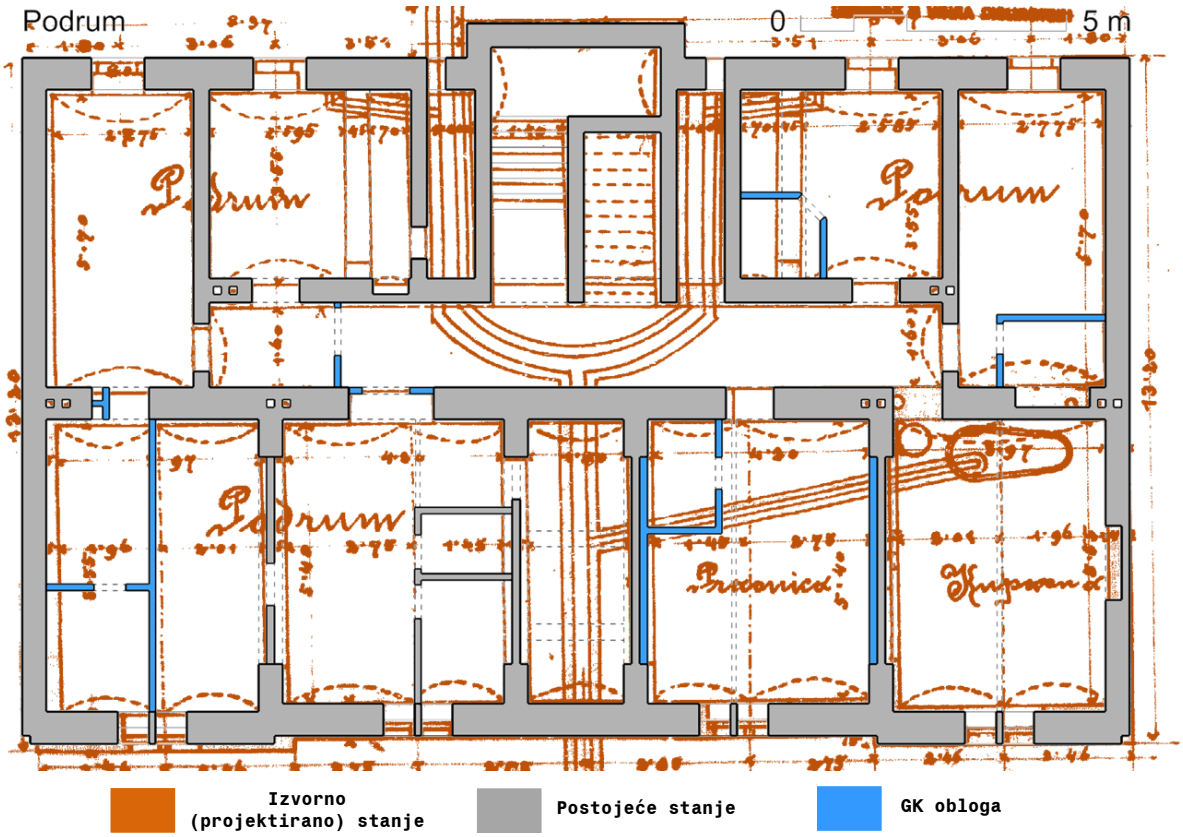
1.7 PODRUM



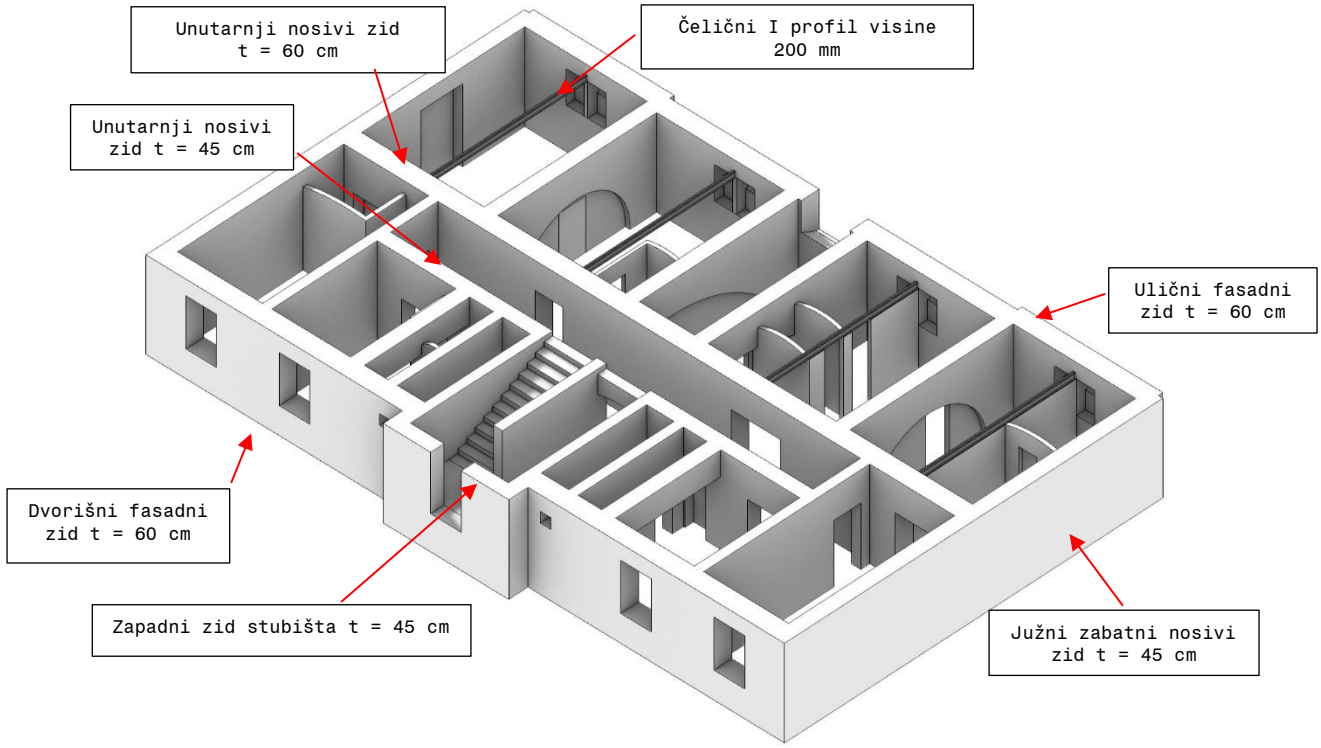
Slika 23 – *Prikaz 3D modela u nivou podruma građevine i tlocrta postojećeg stanja*

Opis nosive konstrukcije podruma

Stropna konstrukcija podruma su zidani svodovi debljine t = 15, koji su oslonjeni na čelične INP 200 profile. Svodovi su različitih raspona, te osim na čelične profile, oslanjaju se na zidane lukove i zidove. Vanjski fasadni zidovi su debljine t = 60 cm, kao i unutarnji uzdužni zid debljine t = 60 cm. Uz nosivi unutarnji zid, zid hodnika je u podrumu nešto veće debljine negu u prizemlju i ona iznosi t = 45 cm. Rasponi čeličnih profila su L_1 = 5,55 m i lukova L_2 = 3,55 m. Vanjski zabatni zidovi su debljine t = 45 cm. Svi zidovi stubišta su debljine t = 30 cm, osim zapadnog zida stubišta koji ima debljinu t = 45 cm. Prilikom izvida nije izvršen iskop temelja zbog provjere dimenzija, ali je iz projekta vidljivo da su oni u odnosu na zidove širi 5 – 10 cm.



Slika 24 – *Prikaz tlocrta podruma: Razlika izvornog (projektiranog) stanja u odnosu na postojeće stanje*



Slika 25 – *Prikaz 3D modela podruma*

Opis oštećenja nosive konstrukcije podruma

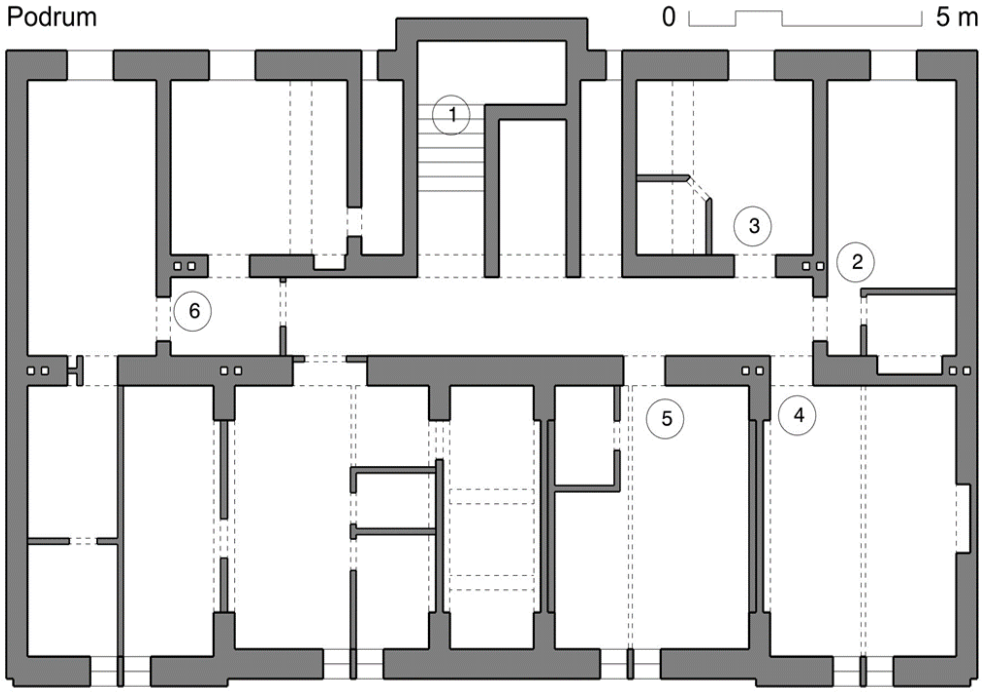
U podrumu se nalazi šest malih stambenih jedinica i spremište. Kod izvida uočene su pukotine u području nadvoja zidova. Širina pukotina je vrlo mala, što je i za očekivati s obzirom da se radi o podzemnoj etaži. Detaljniji prikaz i pozicija oštećenja prikazan je u idućim poglavljima.

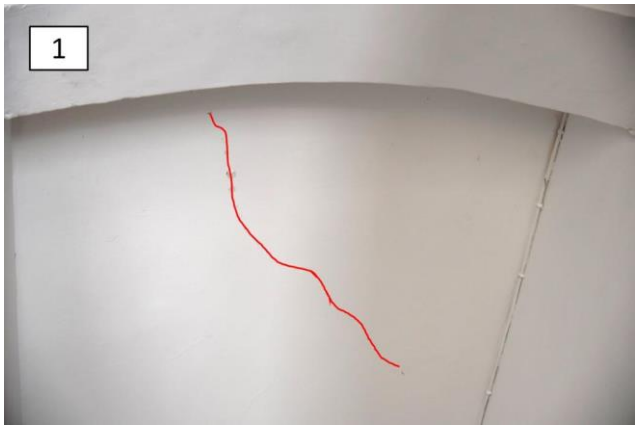


Slika 26 – *Prikaz manjih oštećenja (pukotina) nadvoja zidova u podrumu*

2. DETALJAN PRIKAZ OŠTEĆENJA KONSTRUKCIJE

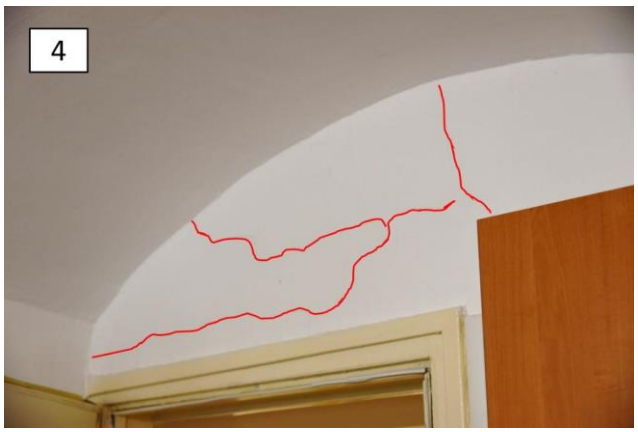
2.1 OŠTEĆENJA U PODRUMU







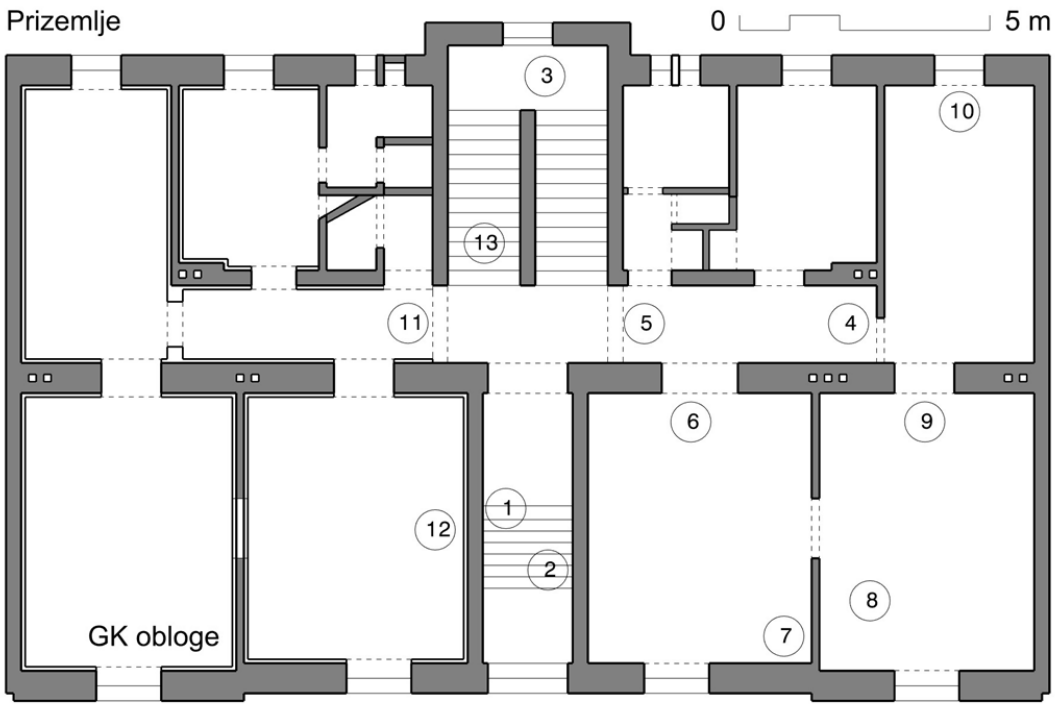




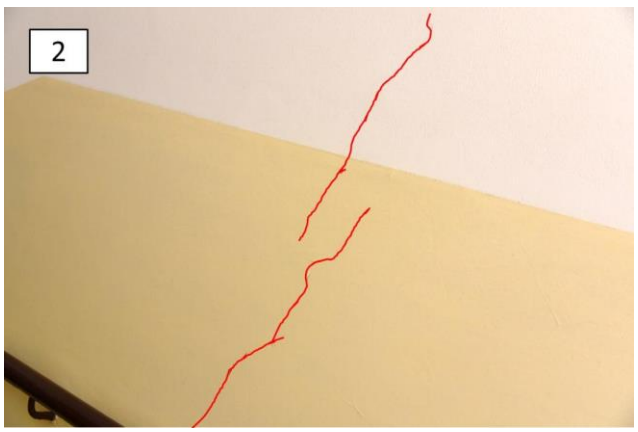




2.2 OŠTEĆENJA U PRIZEMLJU








3


4

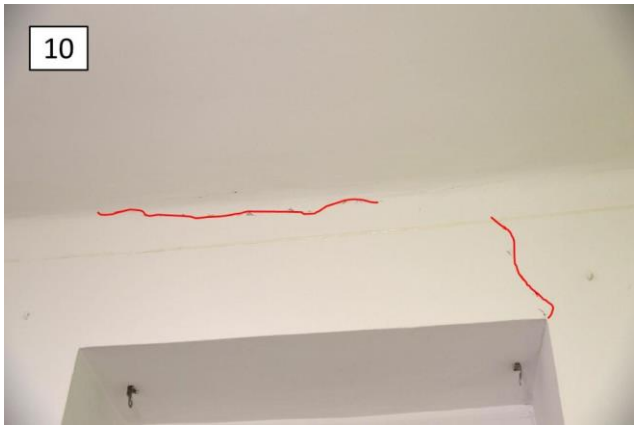

5


6


7


8

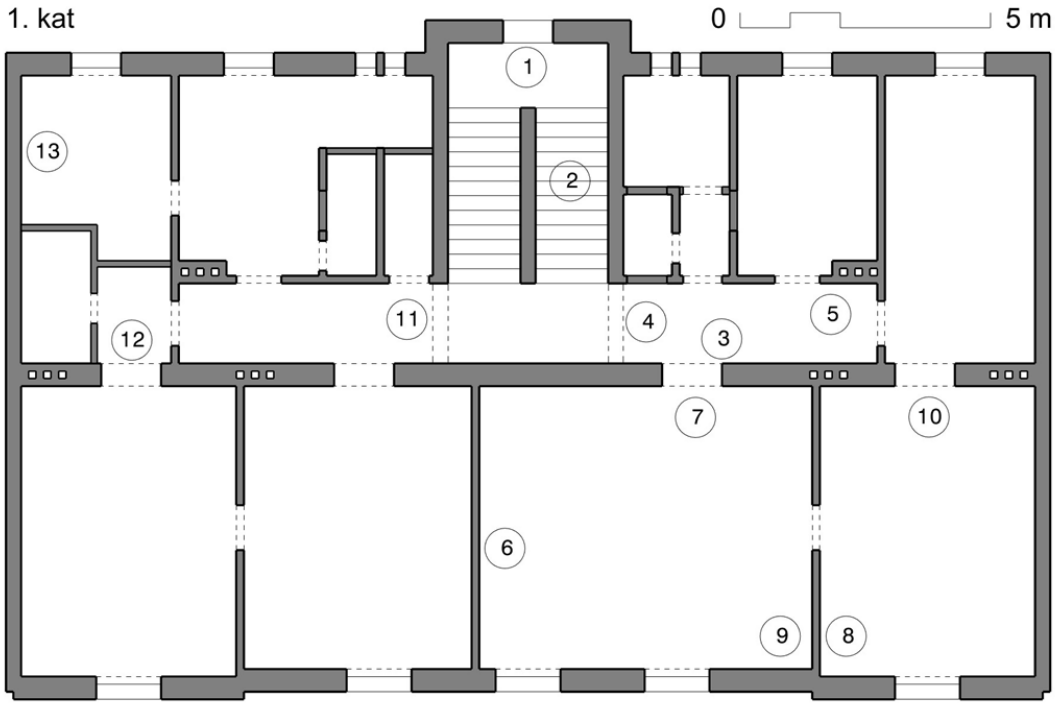

9

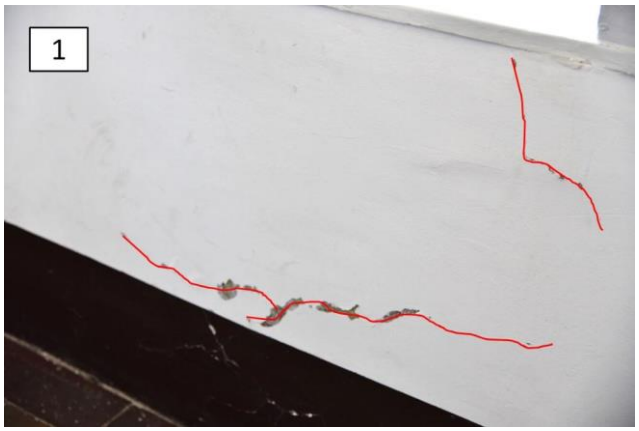

10





2.3 OŠTEĆENJA NA 1.KATU



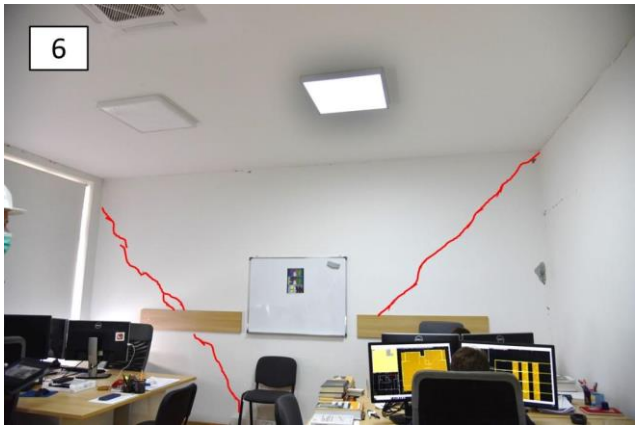





3

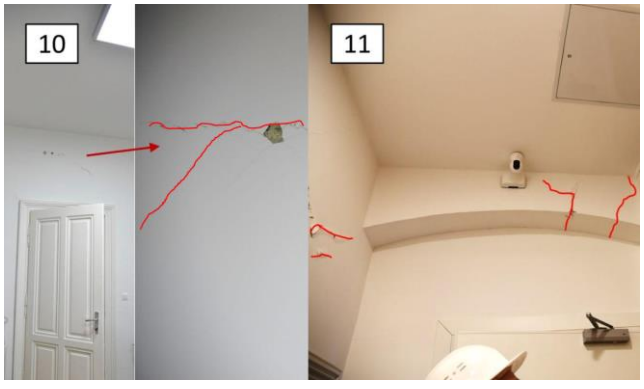

4


5


6

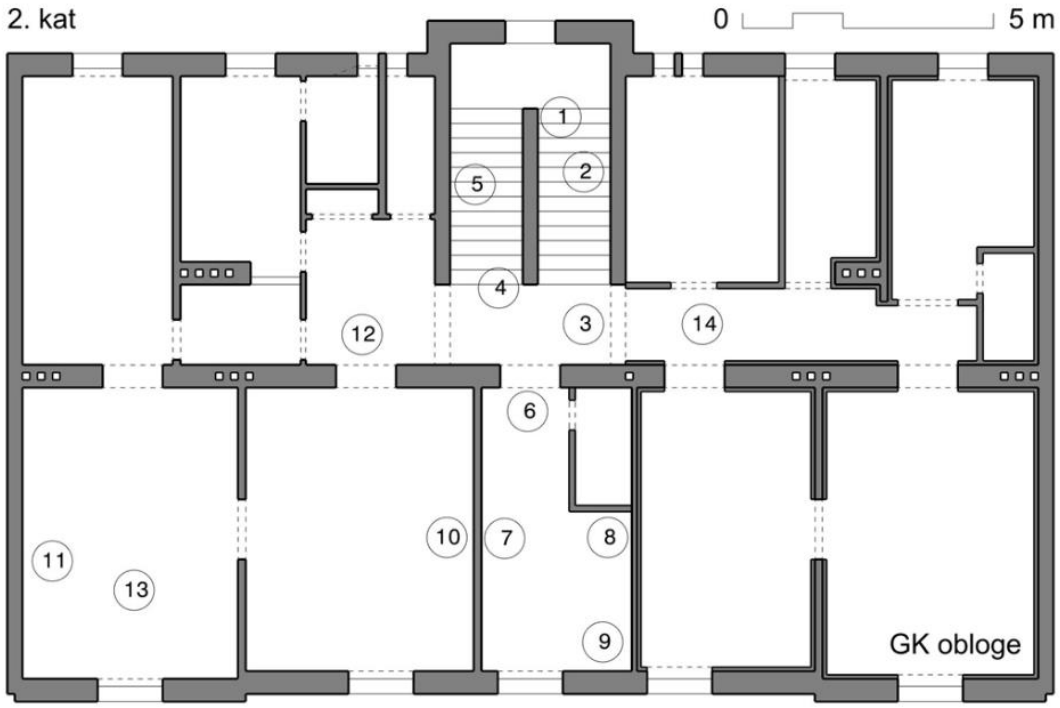

7


8
9

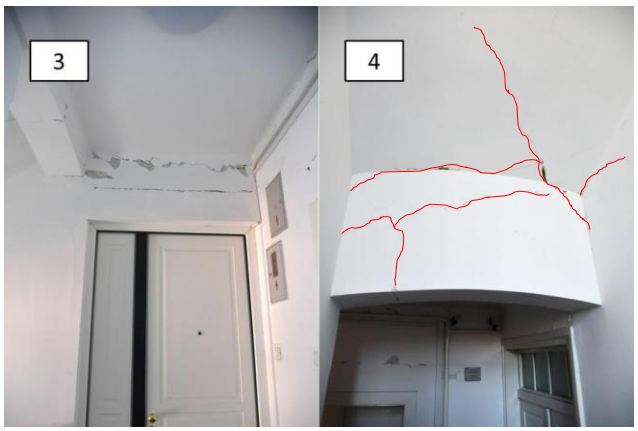

10
11


12
13

2.4 OŠTEĆENJA NA 2.KATU



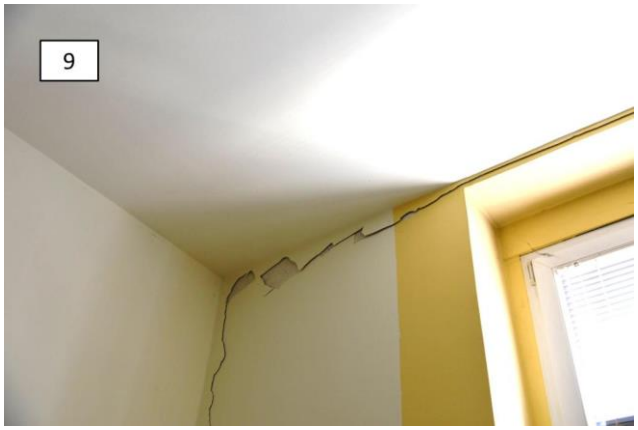






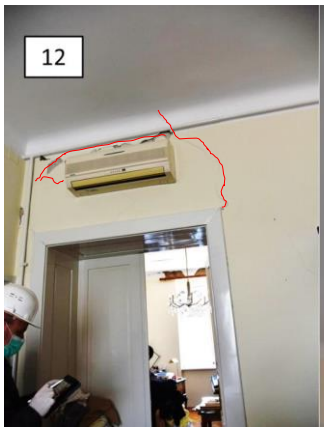



8

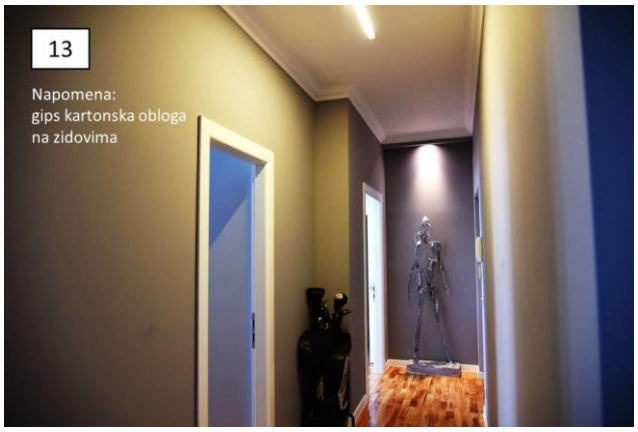

9


10

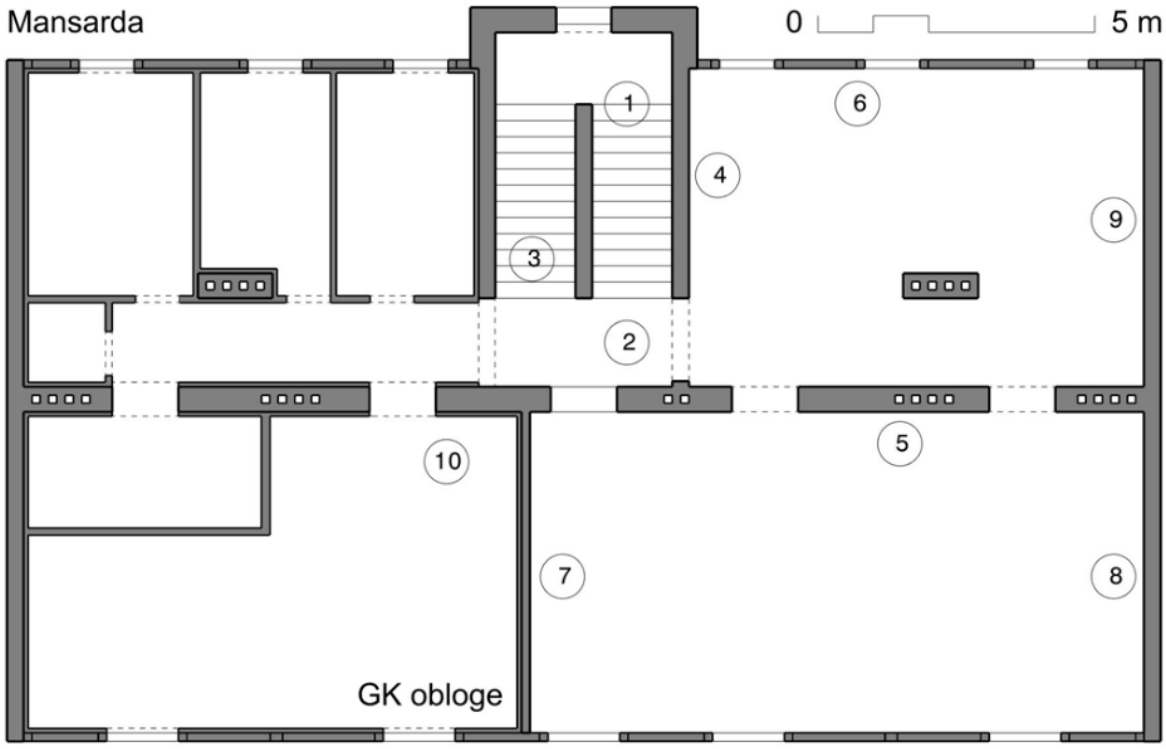

11


12


13

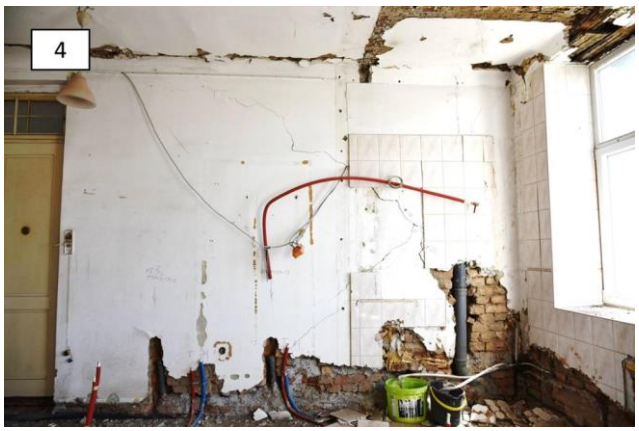

13
Napomena:
gips kartonska obloga
na zidovima

2.5 OŠTEĆENJA 3. KAT - MANSARDA











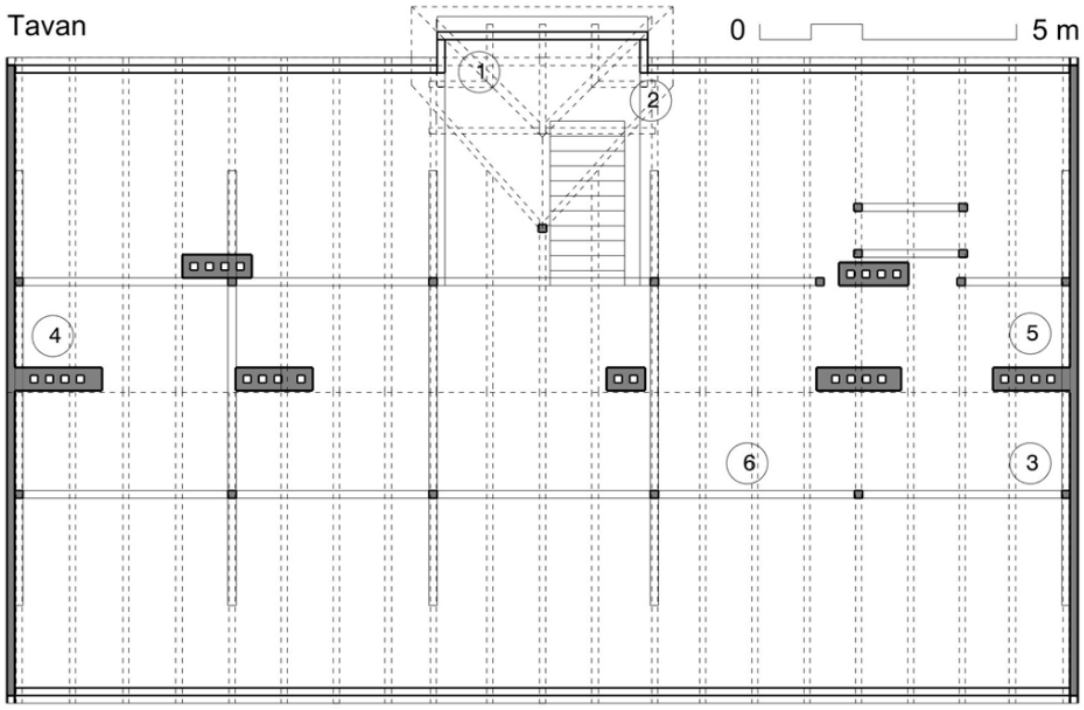








2.6 OŠTEĆENJA U POTKROVLJU – TAVANSKI PROSTOR

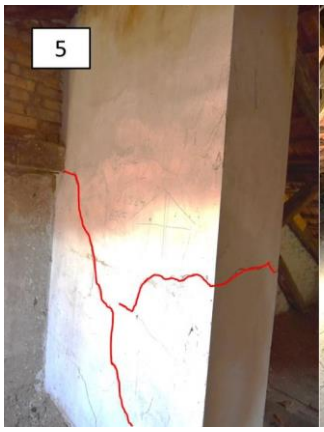



1


2


3


4

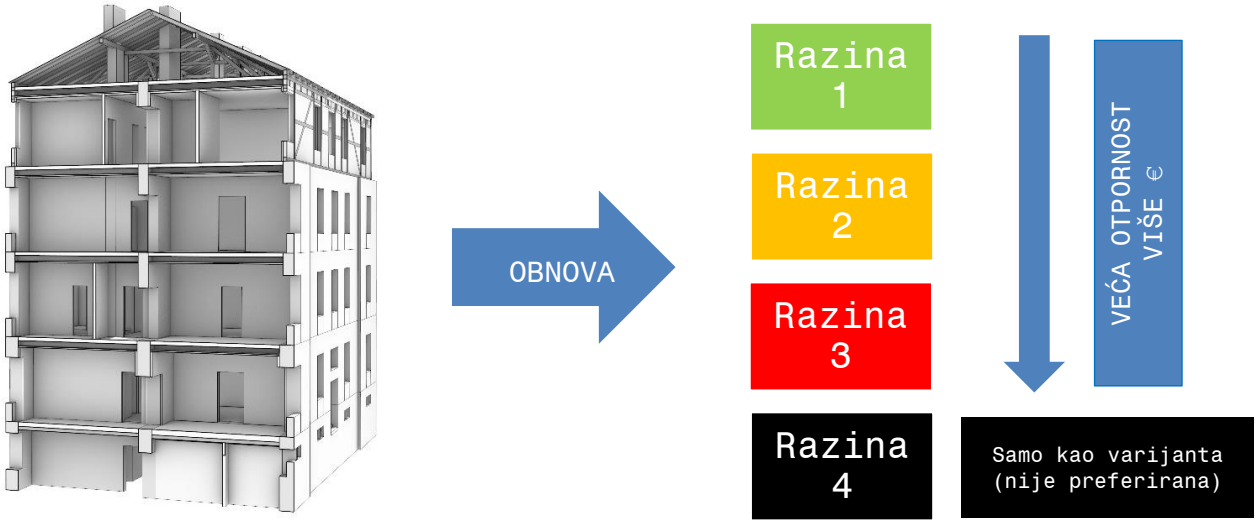

5


6

3. RAZINA OBNOVE I PRIKAZ MJERA

3.1 OPĆENITO

S obzirom na razinu oštećenja, razrađene su tri osnovne razine u nastavku. Cilj je da za svaku od razina postupak bude što manje invazivan, ekonomičan, imajući u vidu boravak ljudi ili parcijalnu uporabu, te korištenje laganih materijala i jednostavnih tehnika. Za svaku od navedenih razina prikazan je osnovni opis mjera i njihovih potrebnih intervencija. Osnovna raspodjela i smjer obnove će biti razdijeljen u 3 razine. Svaka od razina ima svoje specifičnosti u detaljima i intervencijama. Naravno s obzirom na višu razinu, raste i otpornost same građevine u cjelini. Usko vezan s razinama obnove je i sam trošak obnove koji je u korelaciji i proporcionalan s povećanjem razine otpornosti postojeće građevine.



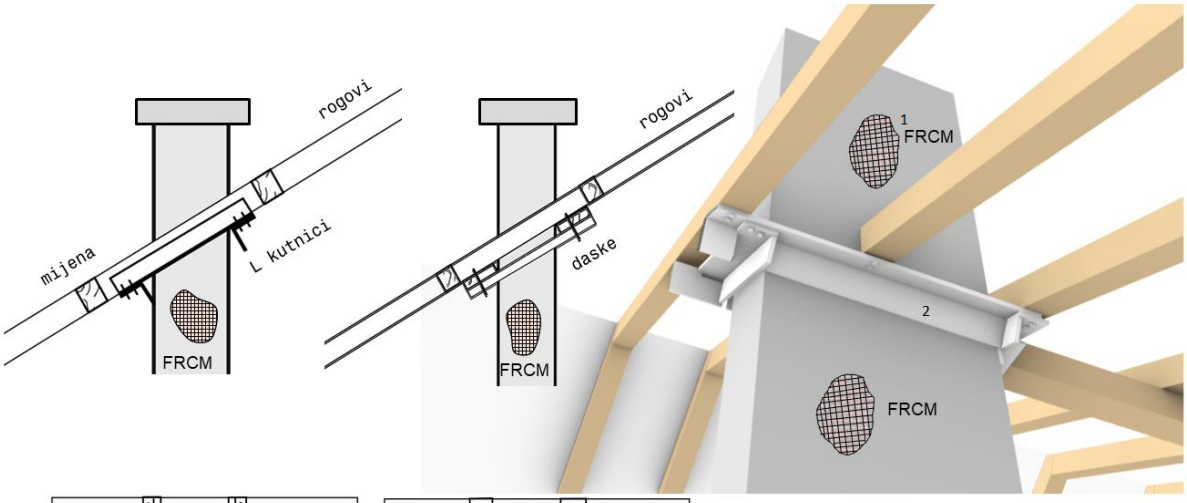
3.2 RAZINA 1

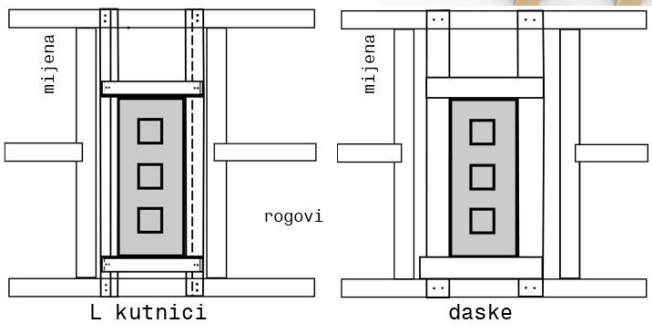
Cilj razine 1 je postojeću građevinu obnoviti tako da se njena svojstva i stanje vraćaju u prvobitno stanje, odnosno ono koje je bilo i prije potresa. Potrebno je dakle osposobiti zgradu za ponovni boravak i upotrebu. Razina 1 je podijeljena u 5 osnovnih mjera, te su one provedive bez detaljnog statičkog proračuna i globalne analize građevine. Mogući su ručni proračuni pojedinih elemenata. U nastavku je dan opis mjera, njihova svrha i opis dodatnih radnji.

RAZINA OBNOVE 1 Vraćanje u stanje prije potresa (popravak)			
Mjera	**Opis mjera**	**Svrha**	**Dodatno**
1-1	Rušenje zabata, dimnjaka, te njihovo ponovno zidanje i omatanje FRCM sustavom	Osposobiti građevinu za boravak. Minimalno pojačanje klasičnim metodama koja ne zadiru značajno u stambeni prostor i konstrukciju, a kojima je cilj prvenstveno riješiti nepridržane zidove i povezati konstrukciju. Ove metode su najmanje invazivne i ekonomski gledano najjeftinije. Građevina se ovim mjerama vraća u stanje prije potresa uz dodatno poboljšanje.	Radovi se izvode prema „smjernicama“ bez statičkog proračuna. Mogući ručni proračuni pojedinih spojnih elemenata.
1-2	Popravak i stabilizacija krovišta		
1-3	Povezivanje stropa i zabatnih zidova		
1-4	Lokalna pojačanja zidova, nadvoja i dr. (popravak pukotina)		
1-5	Lokalno povezivanje zidova		

3.2.1 Prikaz skica pojedinih mjera za RAZINU 1

1-1 Rušenje zabata, dimnjaka, te njihovo ponovno zidanje i omatanje FRCM sustavom

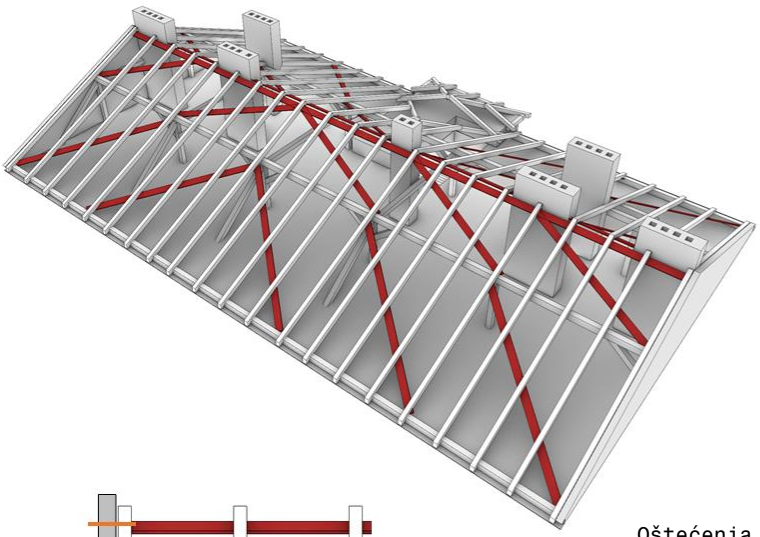


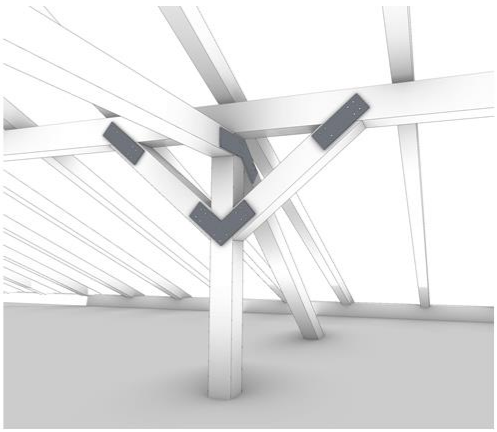


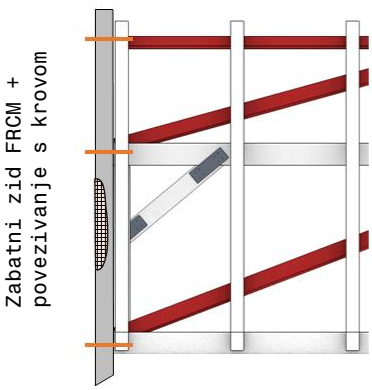
Oštećeni dimnjak se ruši, ponovno zida, ovija FRCM-om (1) te povezuje s krovnom konstrukcijom (2).

Moguća je metalna ili drvena varijanta povezivanja.

1-2 Popravak i stabilizacija krovišta





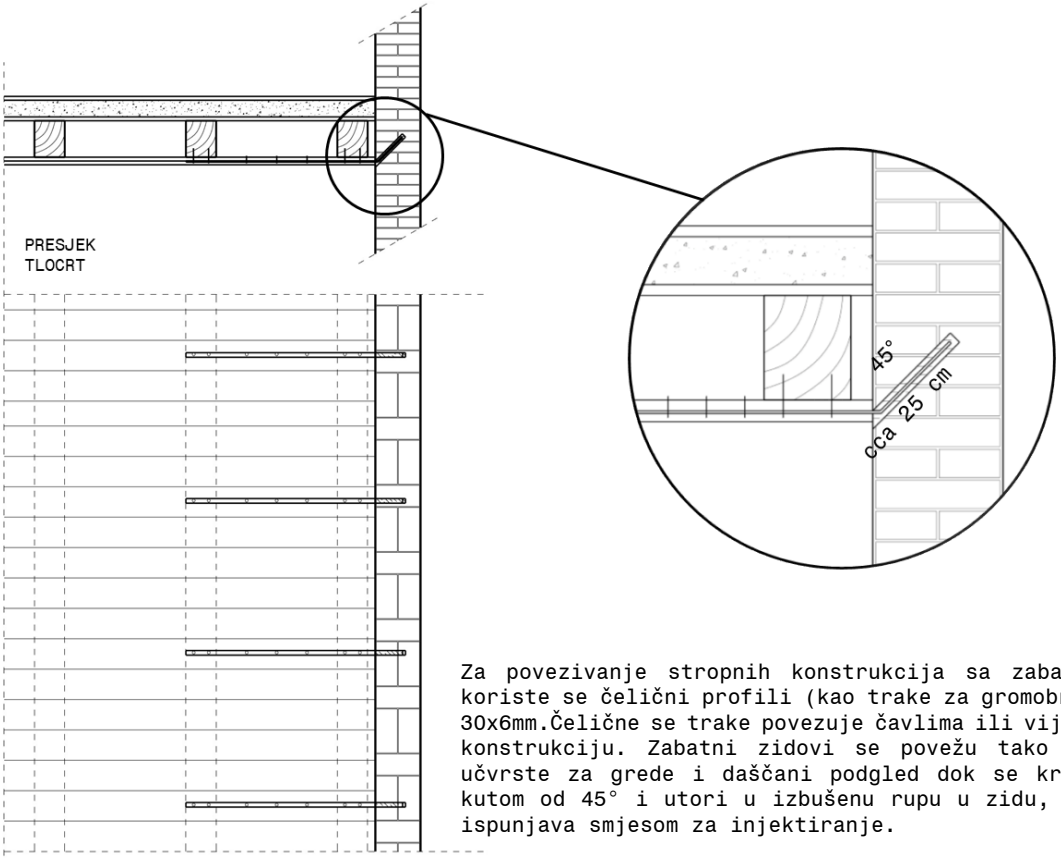


Oštećenja u krovištu nastala padom dimnjaka se popravljaju zamjenom letvi i pokrova, a povezivanje stupova, greda, kosnika i podrožnica se osigurava metalnim limovima.

Krovište se bočno stabilizira uvođenjem kosnika od dasaka ili fosni u ravninu krova.

Zabatni zid u krovištu se pojačava omatanjem (FRCM) i povezuje s krovnom konstrukcijom.

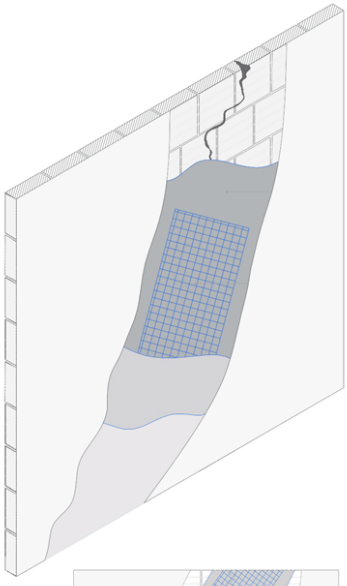
1-3 Povezivanje stropa i zabatnih zidova

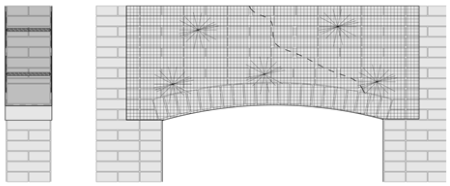


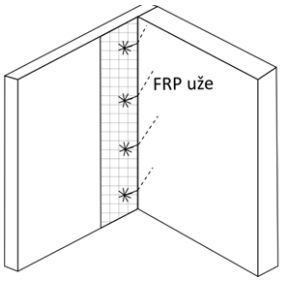
Za povezivanje stropnih konstrukcija sa zabatnim zidovima koriste se čelični profili (kao trake za gromobrane) presjeka 30x6mm.Čelične se trake povezuje čavlima ili vijcima za drvenu konstrukciju. Zabatni zidovi se povežu tako što se trake učvrste za grede i daščani podgled dok se kraj savije pod kutom od 45° i utori u izbušenu rupu u zidu, koja se zatim ispunjava smjesom za injektiranje.

1-4 Lokalna pojačanja zidova, nadvoja i dr. (popravak pukotina)

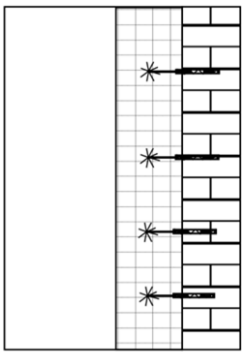
1-5 Lokalno povezivanje zidova

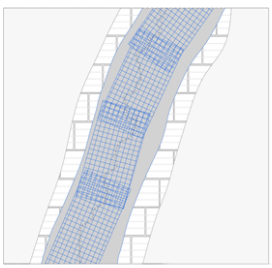




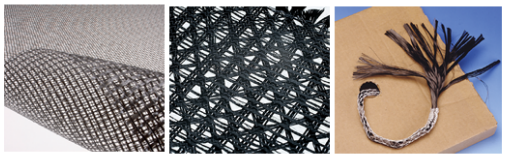


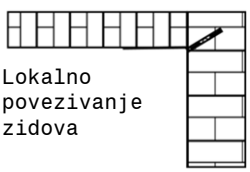
Pukotine u zidovima i nadvojima se lokalno popravljaju tako da se pukotine zapune (injektiraju) mortom, te se na zid preko pukotine postavi FRCM sustav.





Zidovi se međusobno povezuju FRCM-om i FRP užadima.





Lokalno povezivanje zidova

3.3 RAZINA 2

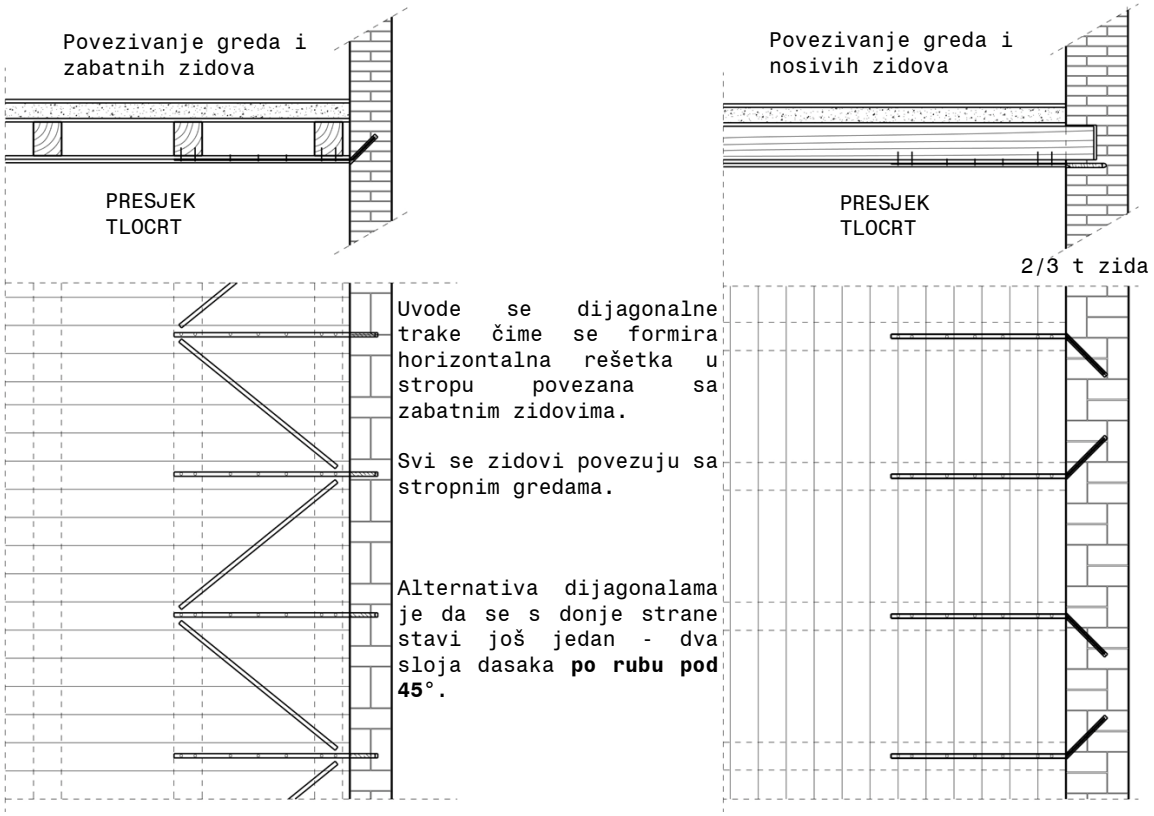
Cilj Razine 2 je postojeću građevinu pojačati, tako da joj se znatno digne inicijalna otpornost koju je imala prije potresa. Osim navedenih mjera iz Razine 2, potrebno je pribrojiti i mjere popravka iz Razine 1. Ekonomski gledano, Razina 2 je za podizanje inicijalne otpornosti građevine na potres ekonomski najisplativija. U ovoj se razini pojačavaju kritična mjesta i pojedini elementi koji su oštećeni u potresu. Zahvatima se ne mijenja krutost i masa, što rezultira time da nije potreban globalni proračun, već samo lokalni proračuni pojedinih elemenata. Također, razina otpornosti ove razine je na otprilike 50% razine današnjeg EC. Povoljno je da ova razina nudi nadogradnju na punu otpornost koju traži EC kroz dugoročno ulaganje.

RAZINA OBNOVE 2 Podizanje otpornosti (ekonomično)			
Mjera	**Opis mjera**	**Svrha**	**Dodatno**
2-1	Izvođenje horizontalne rešetke u stropu i povezivanje svih zidova sa stropom	Pojačavaju se kritična mjesta i elementi oštećeni u potresu. Ne mijenja joj se krutost ni masa te ne treba globalni proračun. Rekonstrukcija s ciljem dovođenja konstrukcije u stanje „razumne nosivosti“. Nije razina EC, ali dugotrajno bi se trebala moći nadograditi na EC. 50% EC (0.15-0.20 bočne sile) Sanacija + pojačanje do cca mjere Pravilnika iz 1981 i 1987. Prema EC to je cca karta za 95 godišnji povratni period.	Zgrade se pojačaju u odnosu na stanje prije potresa. Potrebni lokalni proračuni i jednostavna globalna analiza.
2-1k	Izvođenje drvene tlačne ploče u podu tavana		
2-2	Parcijalno pojačavanje zidova		
2-3	Stubišta – pojačanje svodova FRCM-om		

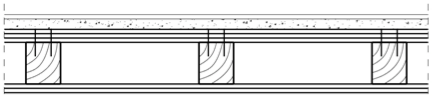
Napomena: Razina 2 je nadogradnja i nastavlja se na Razinu 1

3.3.1 Prikaz skica pojedinih mjera za RAZINU 2

2-1 Izvođenje horizontalne rešetke u stropu i povezivanje svih zidova sa stropom



2-1k Izvođenje drvene tlačne ploče u podu tavana

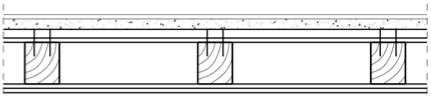


Tri sloja dasaka u tri smjera

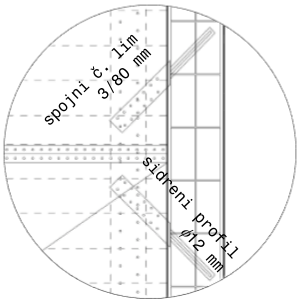
Izvodi se tlačna ploča u podu tavana kako bi se dobio kruti disk u podu tavana.

Kada u tavanskom prostoru nisu uređeni stanovi, može se podići gornja podloga poda (obično je glazura, opečna obloga i sl.) i šuta te na postojeće daske se dodaje još dva sloja dasaka u različitim smjerovima ili jedan deblji sloj drvenih slojevitih ploča od lijepljenog furnira ili sličan pločasti drveni proizvod.

Na to se vraćaju dignuti slojevi poda.

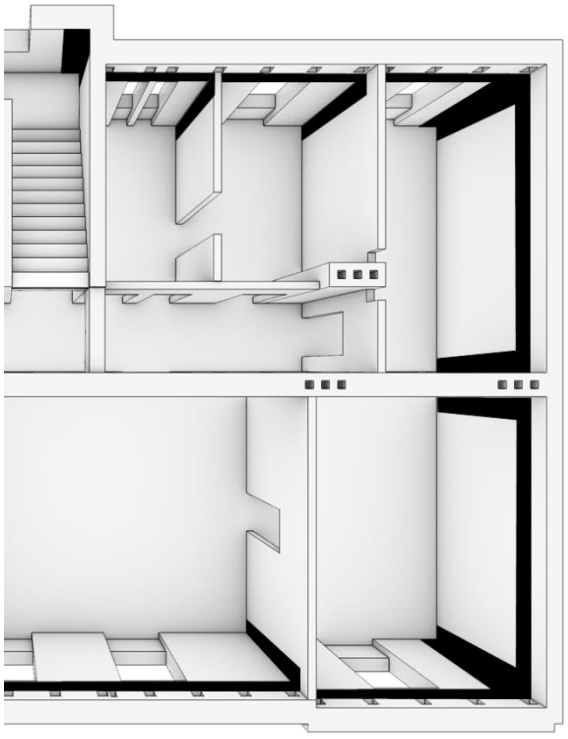


Drvene ploče od slojevitog furnira



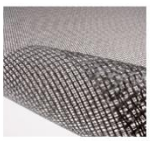
Povezivanje drvene ploče sa zidom svakih 100 cm.

2-2 Parcijalno pojačavanje zidova



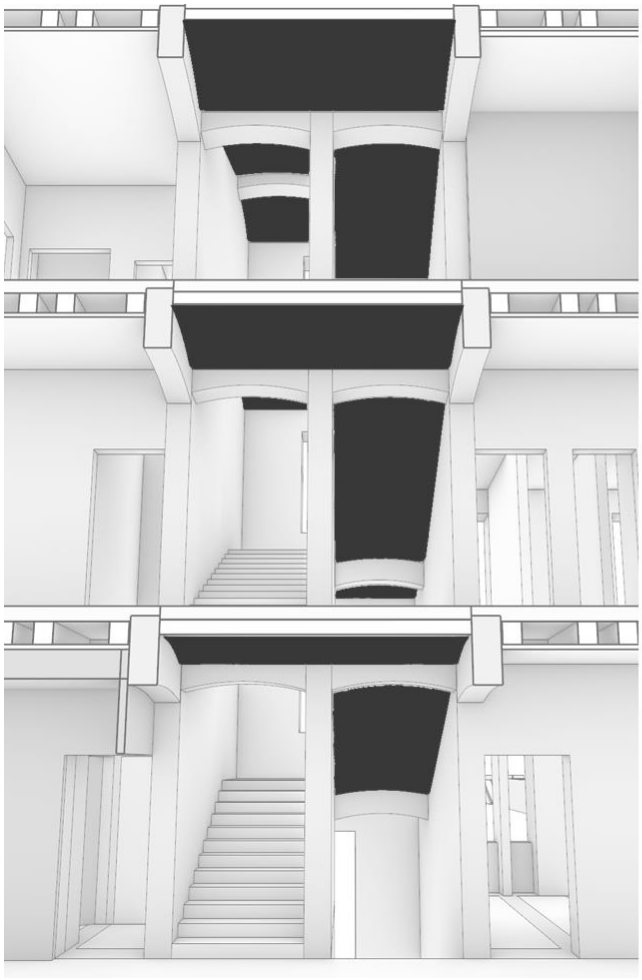


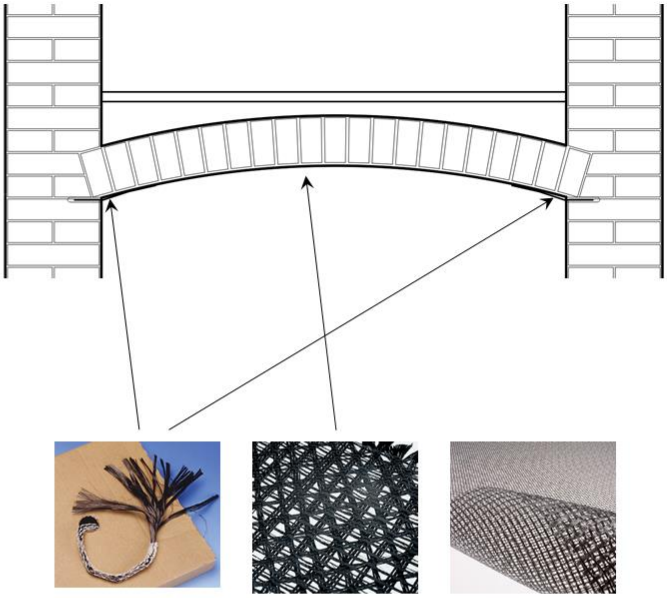




Zidovi se u zoni ispod stropa pojačavanju FRCM sustavom tako da se trake mrežice glavnih zidova lijepe kontinuirano kroz pregrade. Sudari zidova se izvode naizmjeničnim lijepljenjem FRP užadi na mreže i sidrenjem u zidove pod kutom od 45°

2-3 Stubišta – pojačanje svodova FRCM-om





Svodovi se s donje strane pojačavanju trakama FRCM sustava, te se sidre u okolnu konstrukciju pomoću FRP užadi.

3.4 RAZINA 3

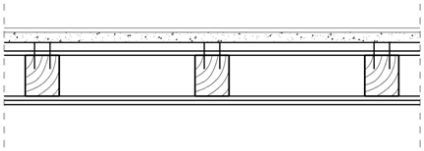
Kod Razine 3, imamo dodatno podizanje otpornosti u odnosu na Razinu 2. U ovoj razini je tendencija korištenja lakših materijala kako se ne bi povećavala inicijalna masa građevine. Kod ove razine, potrebna je detaljna i globalna analiza građevine, te u skladu s time i provedba globalnog proračuna. Za Razinu 3, potrebni su također glavni/izvedbeni projekt i seizmička klasifikacija. Ovakvo pojačanje traži iseljenje pojedinih stambenih prostora jer zahvaća puno veće površine elemenata, međutim opet nije toliko invazivna kao neki od klasičnih procesa rekonstrukcije. Razina 3 je nadogradnja Razine 2.

RAZINA OBNOVE 3 Dodatno postizanje otpornosti			
Mjera	**Opis mjera**	**Svrha**	**Dodatno**
3-1	Ukrućenje svih stropnih konstrukcija	Znatnije podizanje otpornosti uz korištenje lakših materijala.Razina otpornosti ovisi o seizmičkoj klasifikaciji i može varirati od 75 - 100 % EC	Potrebni glavni/izvedbeni projekti Seizmička klasifikacija
3-2	Ugradnja čeličnih profila u nadvoje		
3-3	Potpuno pojačanje zidova		

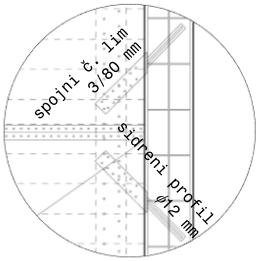
Napomena: Razina 3 je nadogradnja i nastavlja se na Razinu 2

3.4.1 Prikaz skica pojedinih mjera za RAZINU 3

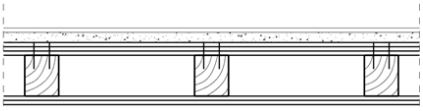
3-1 Ukrućenje svih stropnih konstrukcija



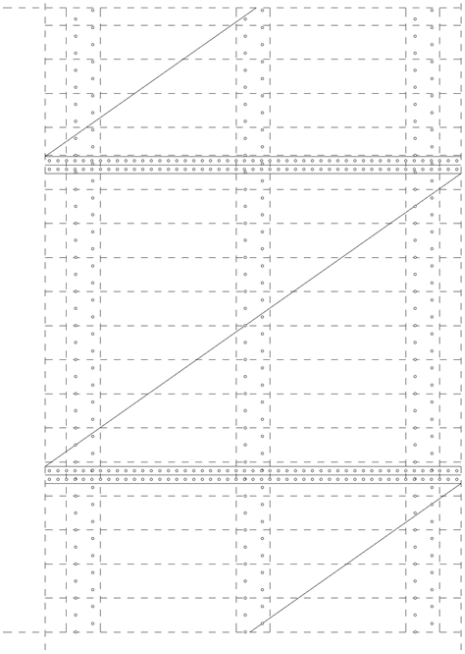
3-1-a: Drvene ploče od slojevitog furnira



Povezivanje drvene ploče sa zidom



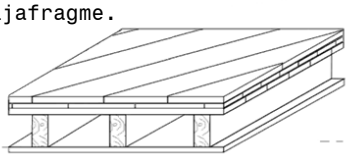
3-1b: Tri sloja dasaka u tri smjera

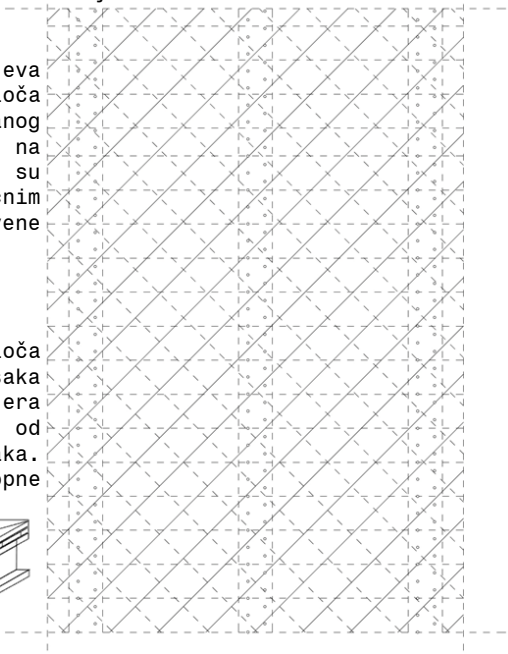


3-1a:
Uključuje podizanje slojeva svih podova te dodavanje ploča od slojevitog furniranog drveta na postojeće daske na gredama stropa. Ploče su međusobno povezane čeličnim trakama spojene za drvene ploče pomoću čavala.

Alternativno 3-1b:

Umjesto debelih ploča zakivanje dvaju slojeva dasaka orijentiranih u dva smjera (45° i 135°) različita od smjera postojećih dasaka. Svrha je dobiti krute stropne dijafragme.





3-2 Ugradnja čeličnih profila u nadvoje

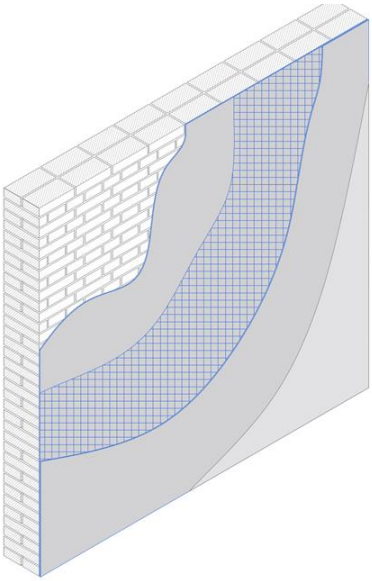
3-3 Potpuno pojačanje zidova

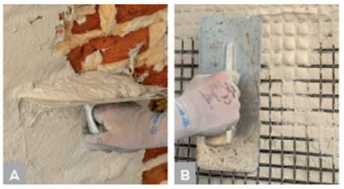


U nadvoje se ugrađuju metalni profili i ojačavaju kao u mjeri 1- Razine 1

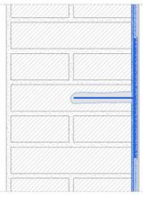
Potpuno se pojačavaju svi glavni nosivi zidovi, a po potrebi i neki važniji pregradni zidovi.

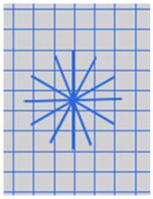
Zidovi su povezani ranije kroz Razinu 2.











Detalj povezivanja FRCM obloge s postojećim zidom

3.5 RAZINA 4

Varijanta obnove 4, dana je čisto na razmatranje kao način koji je od svih metoda najinvazivniji. Ova metoda u najvećoj mjeri traži iseljenje kompletnog objekta za izradu elemenata pojačanja. Izvedba se ne može izvoditi parcijalno kao kod prethodnih razina. Radi se o izvedbi armiranobetonskih zidova uz postojeće zidove, izvedbi AB nadvoja i izvedbi tlačnih spregnutih ploča na svim etažama. Zidovi se povezuju s postojećim i tlačne ploče također. Potrebno je izvesti AB temeljne trake ispod novih zidova, te ih povezati s postojećim. Ovakva metoda nije primjerena za sve objekte.

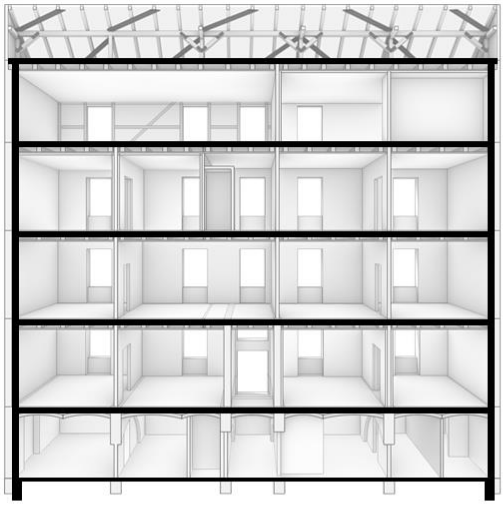
RAZINA OBNOVE 4 Izvedba masivne AB konstrukcije uz postojeću			
Mjera	**Opis mjera**	**Svrha**	**Dodatno**
4-1	Izvedba armiranobetonskih novih zidova uz postojeće nosive zidove i pripadajućih AB temelja	Znatnije podizanje otpornosti uz korištenje masivnih AB elemenata. Znatno zadiranje u konstrukciju. Razina otpornosti približno 90-100 % EC	Potrebni glavni/izvedbeni projekti Traži kompletno iseljenje objekta za vrijeme trajanja radova. Najinvanzivnija metoda
4-2	Izvedba armiranobetonskih nadvoja u svim postojećim zidovima		
4-3	Izvedba spregnutih tlačnih ploča svih etaža		

Napomena: Uz ove mjere, potrebno izvesti mjere popravka krovišta, zabata, dimnjaka pukotina zidova i nadvoja iz Razine 1

3.5.1 Prikaz skica pojedinih mjera za RAZINU 4

4-1 Izvedba armiranobetonskih novih zidova uz postojeće nosive zidove

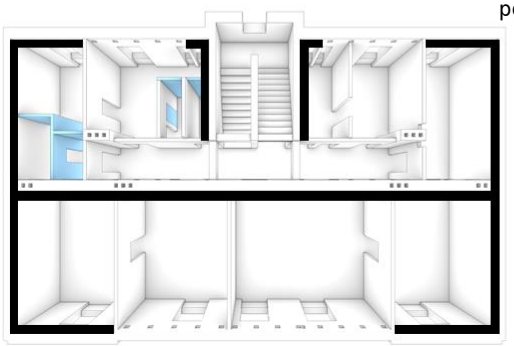
4-2 Izvedba armiranobetonskih nadvoja u svim postojećim zidovima



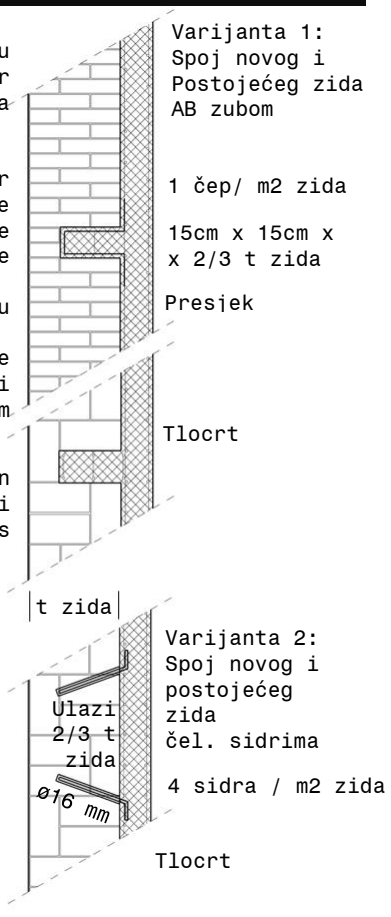
Krovište i dimnjaci se popravljaju kao u Razini 1. Potrebno je također izvesti mjeru popravaka pukotina zidova iz Razine 1.

Izvodi se nova konstrukcija unutar postojeće koja zadovoljava suvremene seizmičke propise. Zidovi su debljine 15 cm i izvode se s jedne strane postojećih zidova.
Izvodi se tlačna betonska ploča u međukatnoj konstrukciji.
Izvode se temelji za nove zidove širine 40 i visine 80 cm i novi armiranobetonski nadvoji visine 25 cm u svim postojećim zidovima.

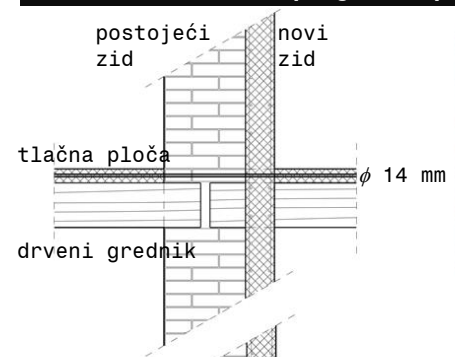
Novi AB temelji se na jednak način povezuju s postojećim temeljima kao i način povezivanja novog AB zida s postojećim.





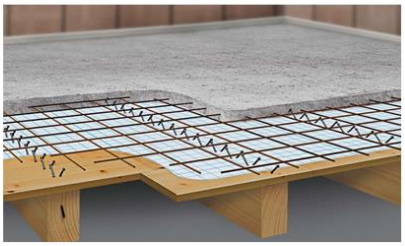


4-3 Izvedba spregnutih ploča svih etaža

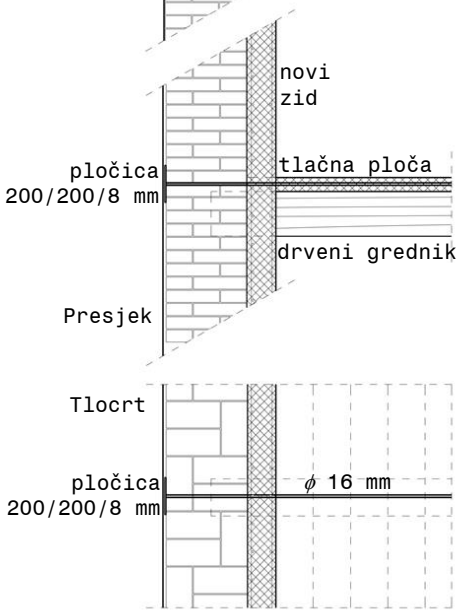




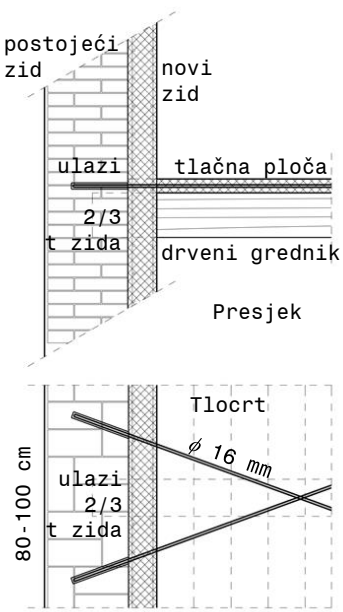




Izvodi se tlačna betonska ploča u međukatnoj konstrukciji uz sprezanje s drvenim grednicima nadzemnih etaža i čeličnim profilima u svodovima podruma.



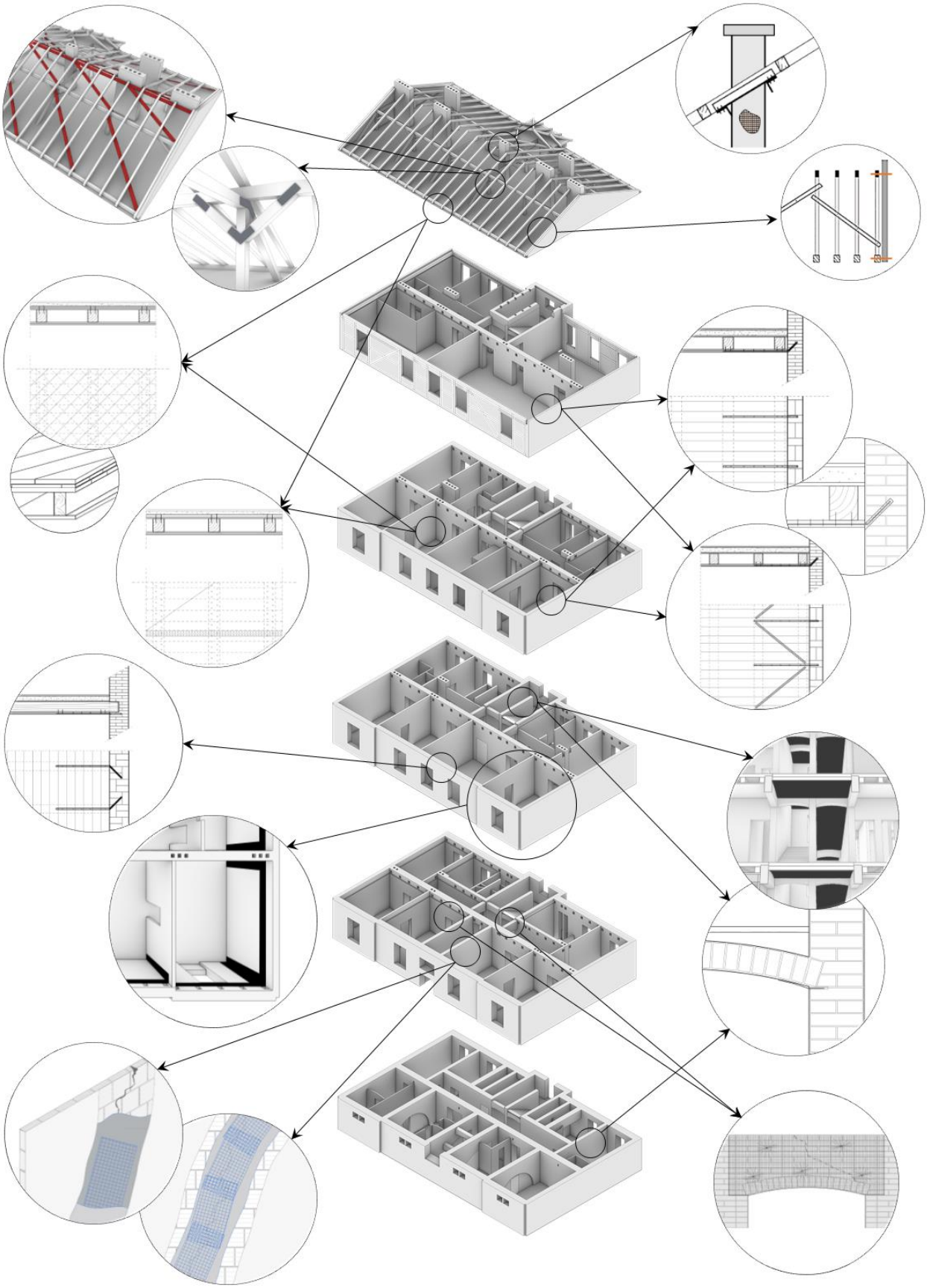
Moguće sidriti s vanjske strane



Nemoguće sidriti s vanjske strane



4. PRIMJENA RAZINA OBNOVE I MJERA NA PRIMJERU

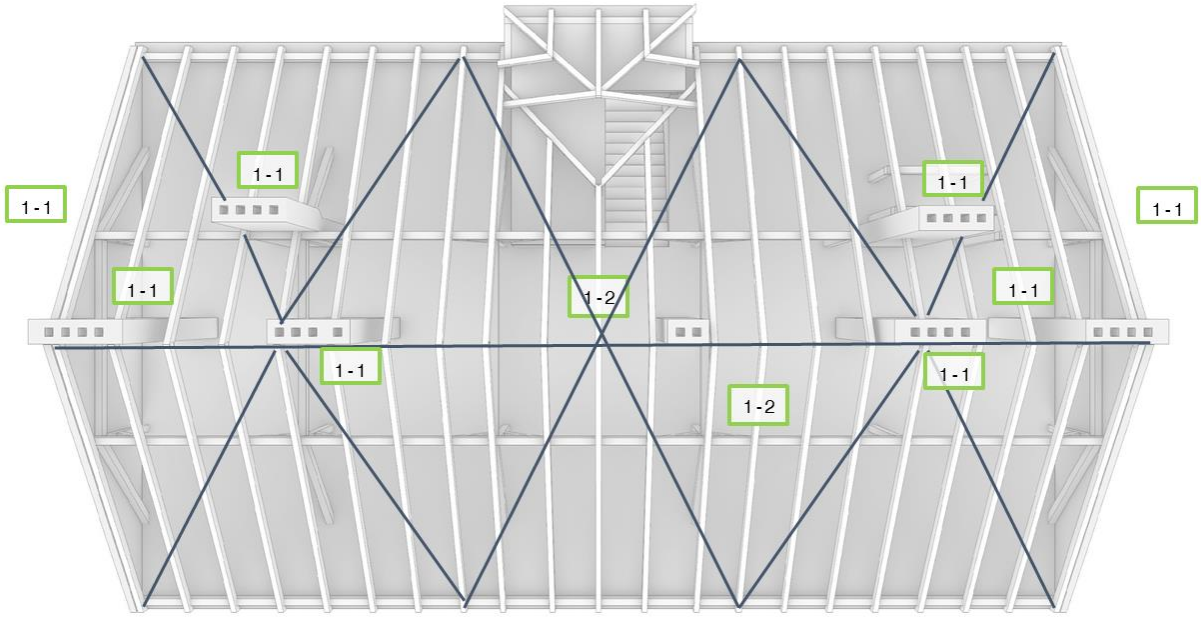


Slika 27 – *Prikaz 3D modela i mogućih mjera na građevini*

Slijedi prikaz odabranih mjera temeljem oštećenja i prikazanih oštećenja na tlocrtima građevine u poglavlju 2.

4.1 RAZINA 1

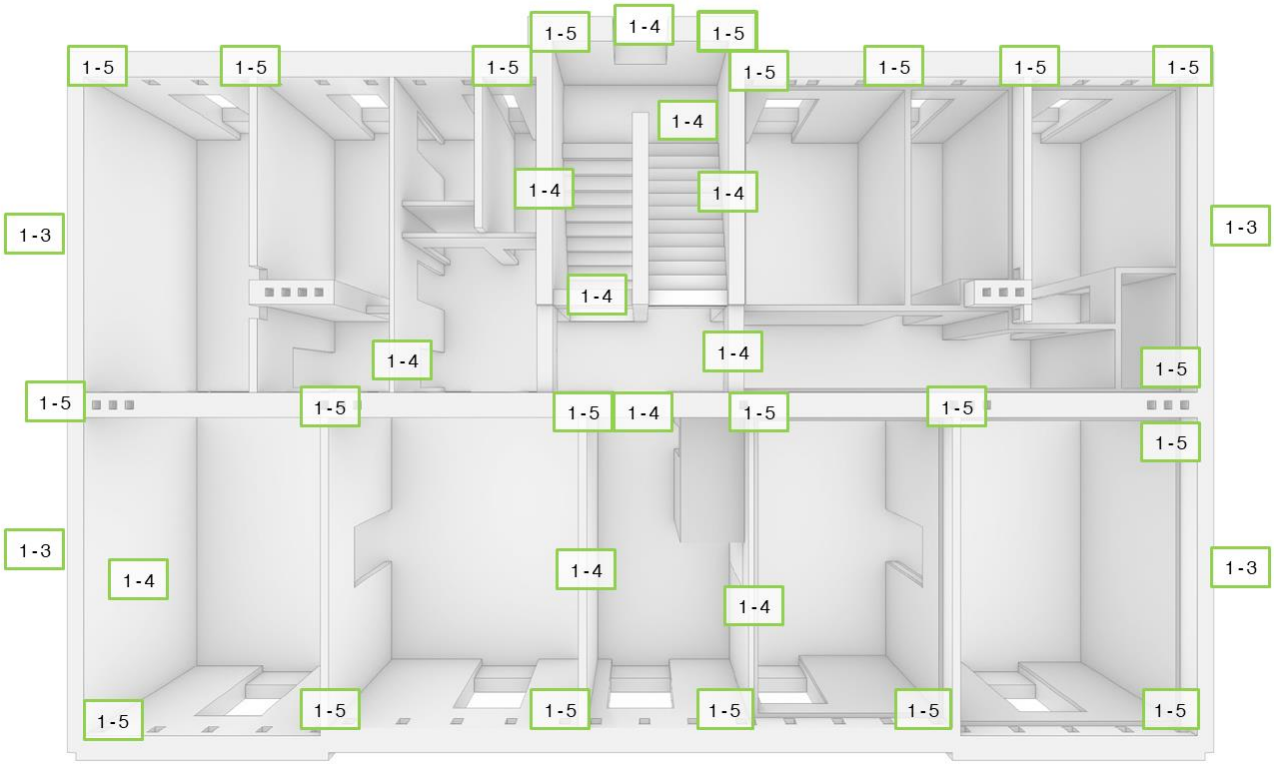
Tavan



Mansarda



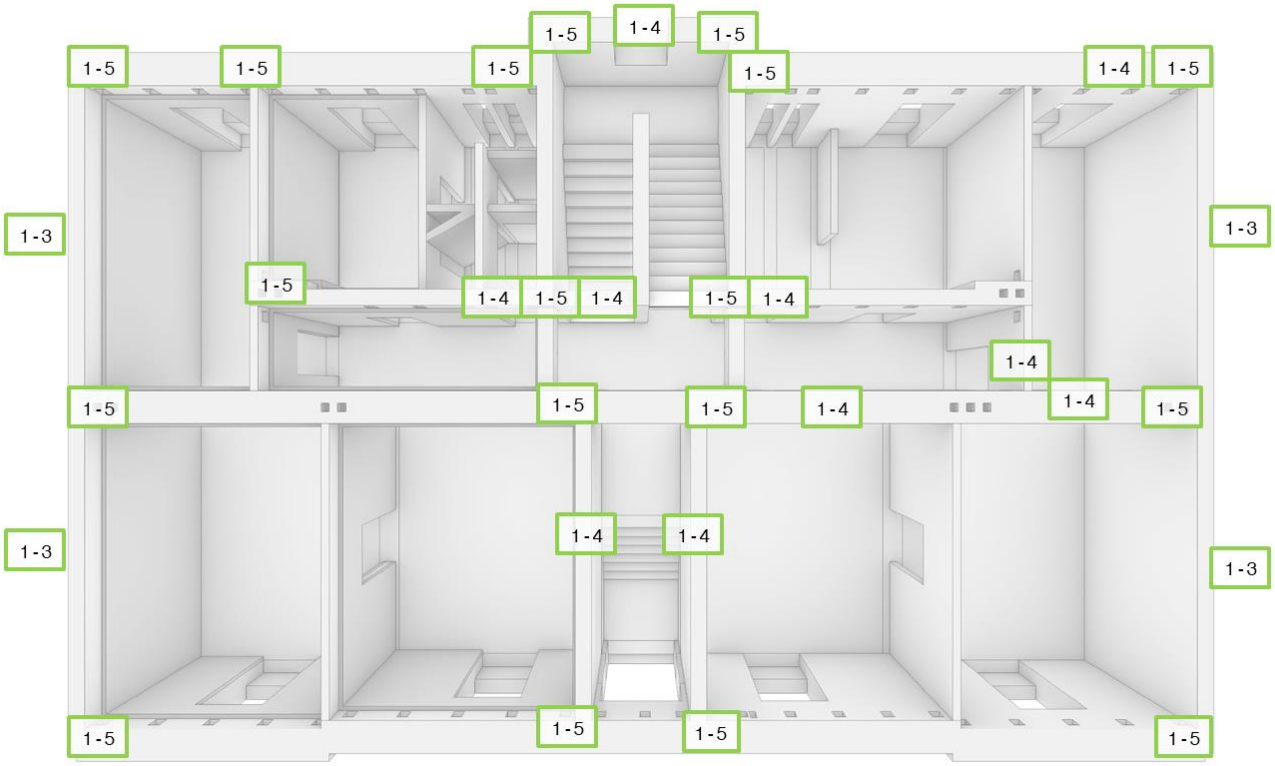
2. kat



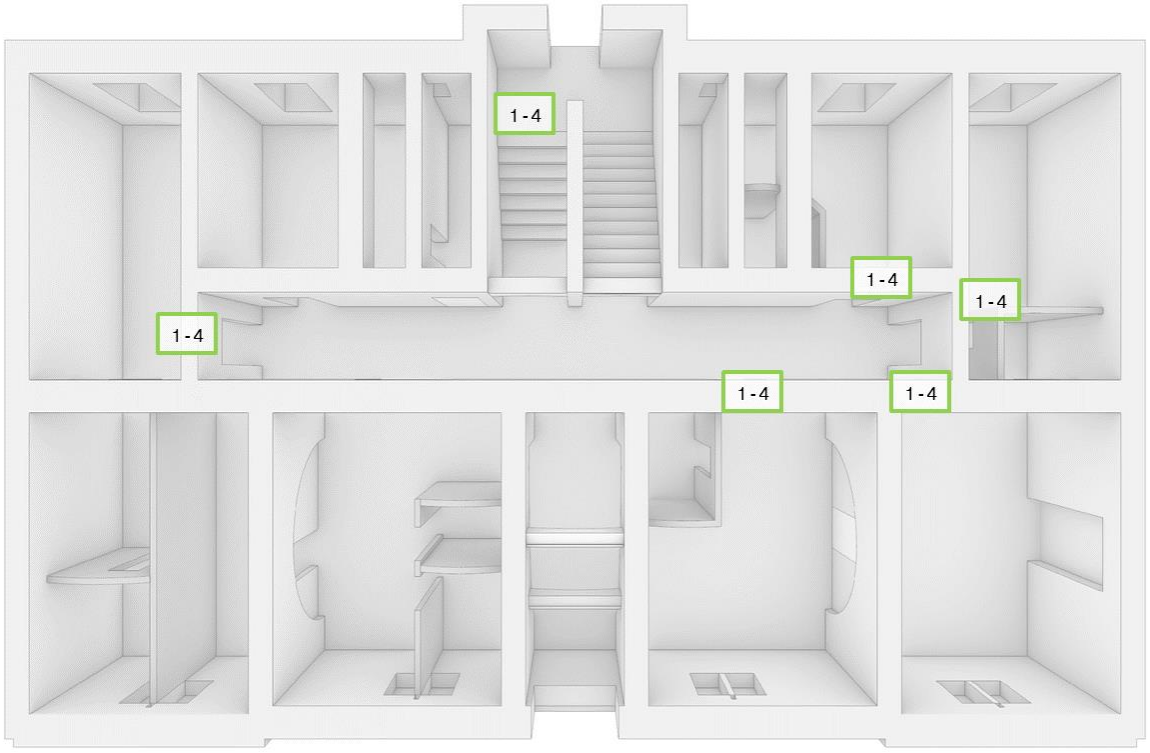
1. kat



Prizemlje

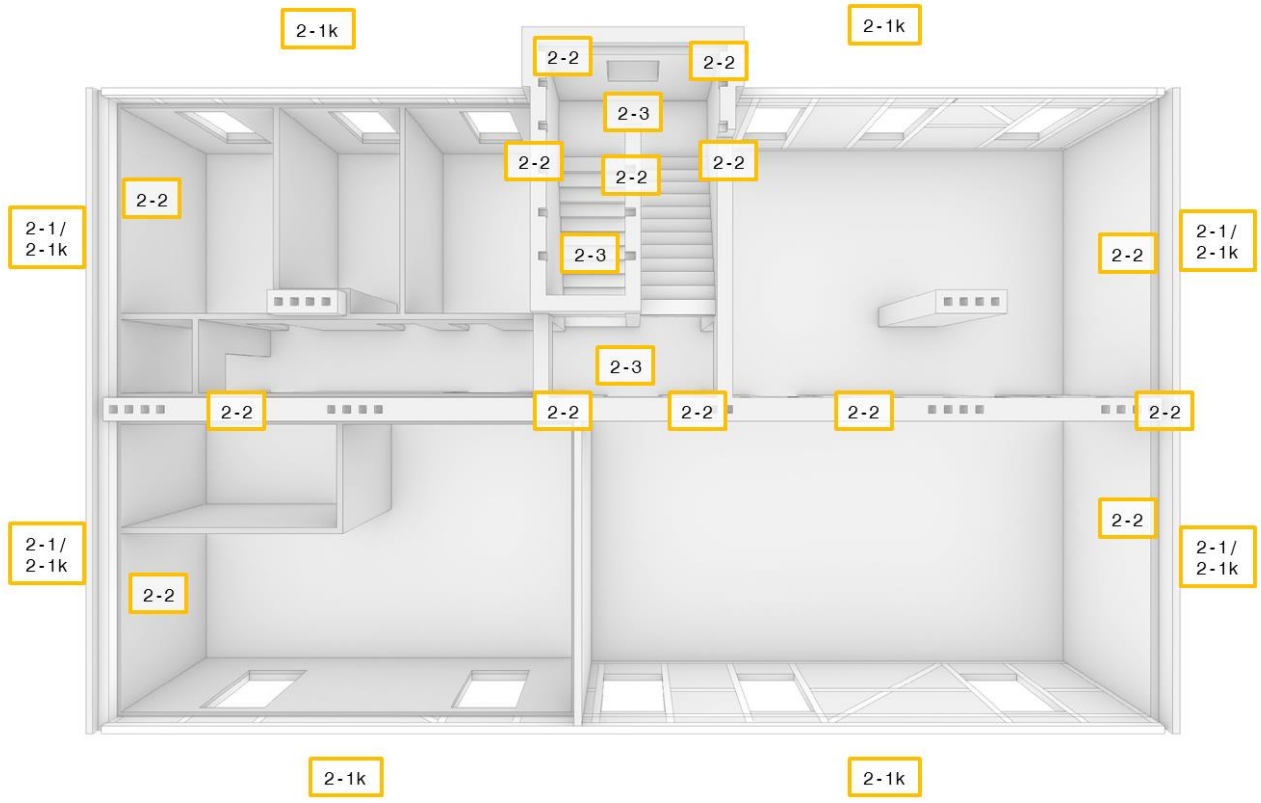


Podrum



4.2 RAZINA 2

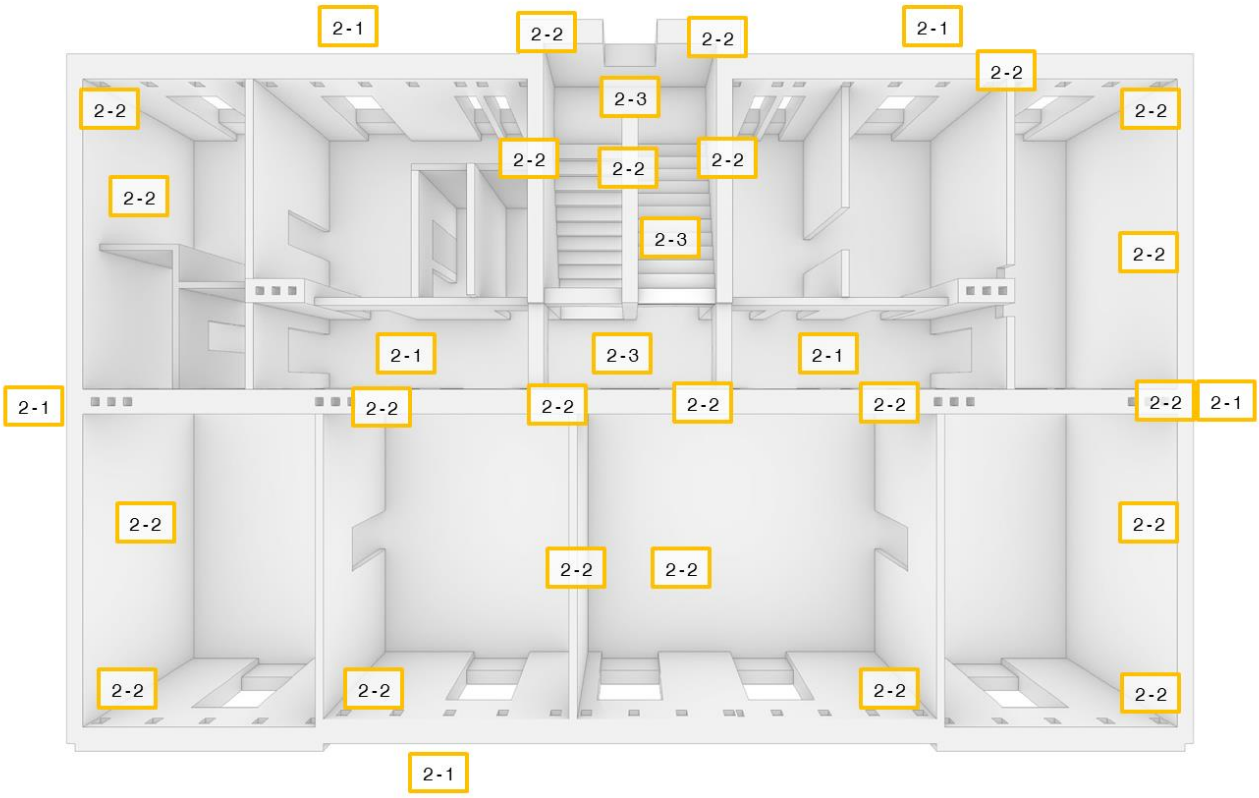
Mansarda



2. kat



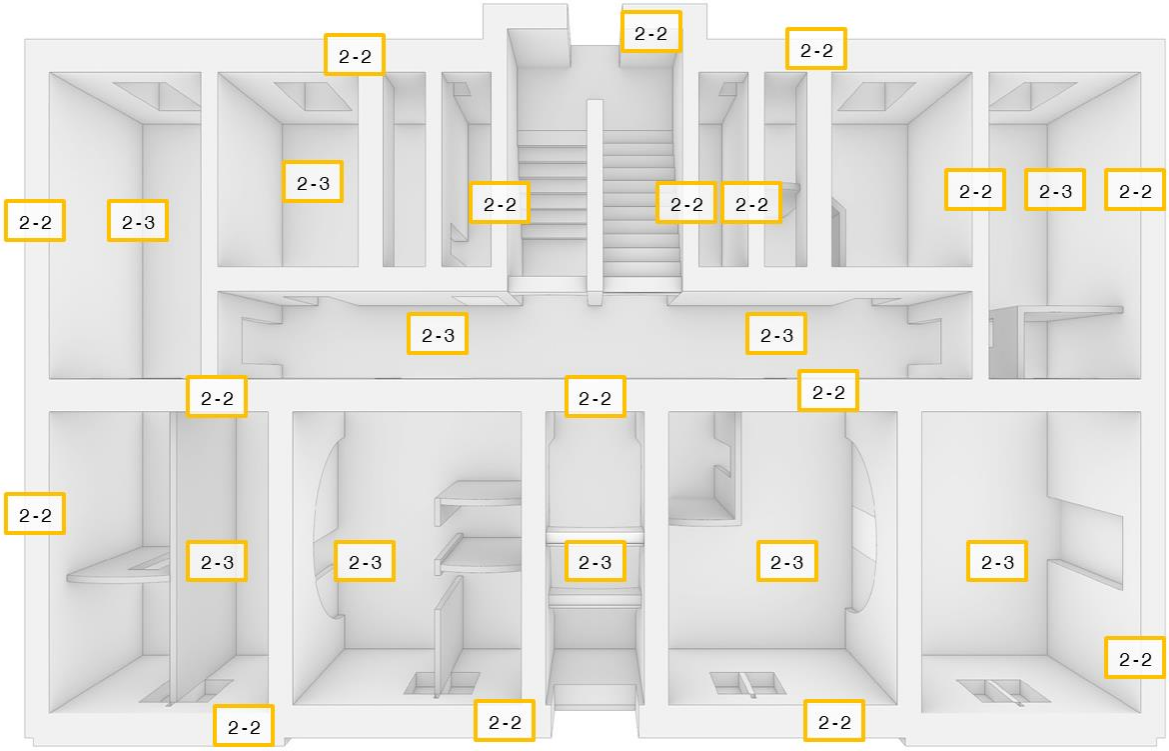
1. kat



Prizemlje

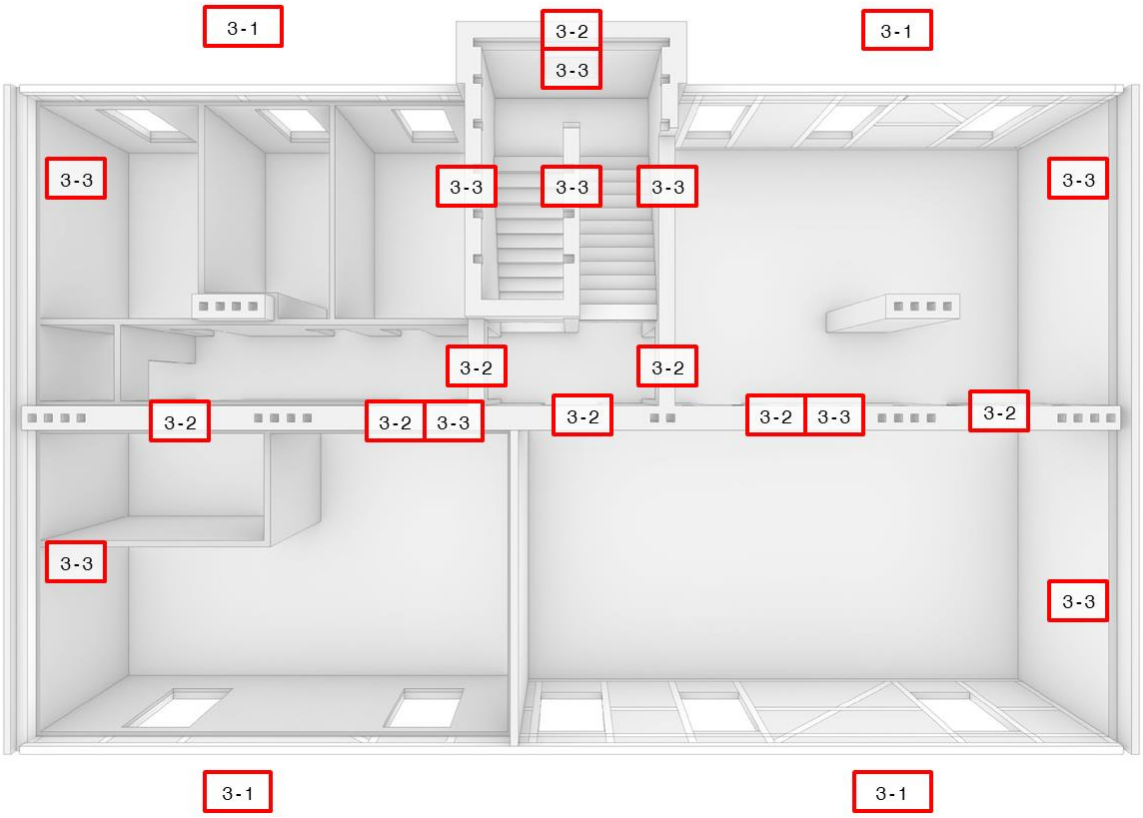


Podrum

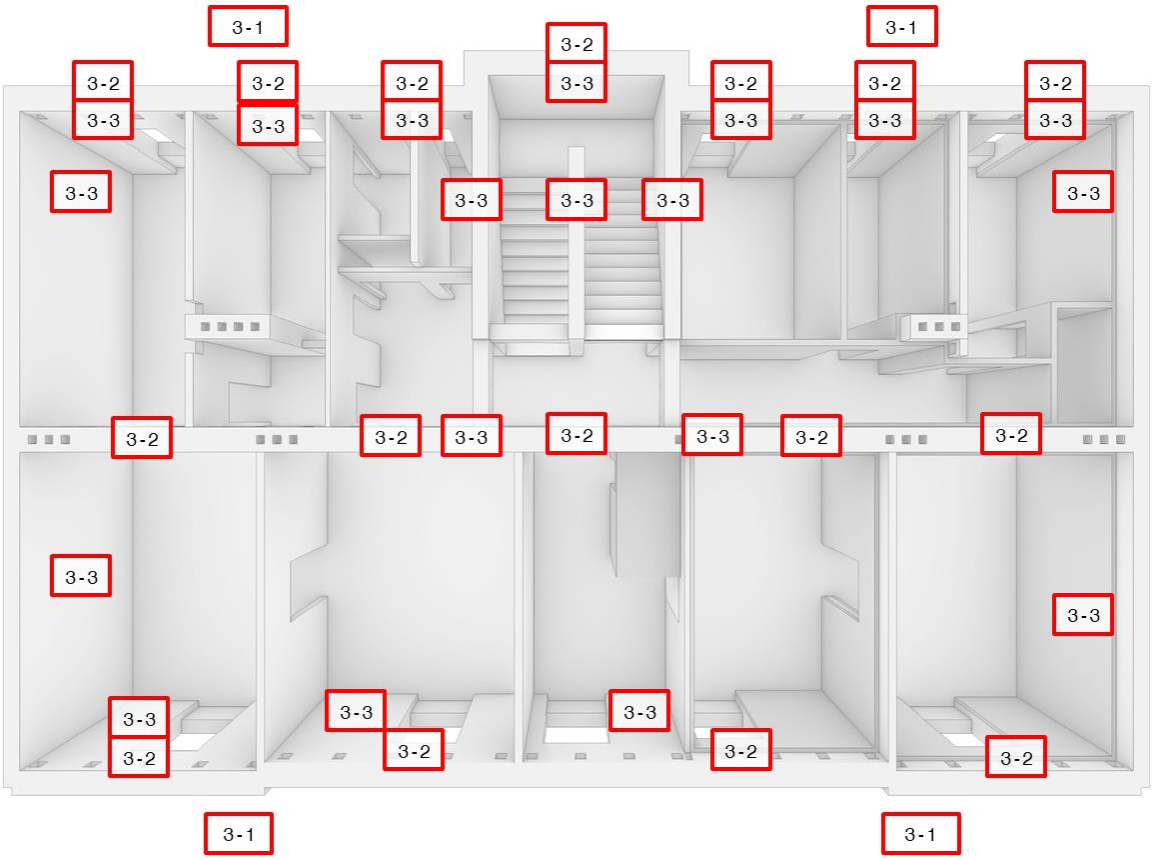


4.3 RAZINA 3

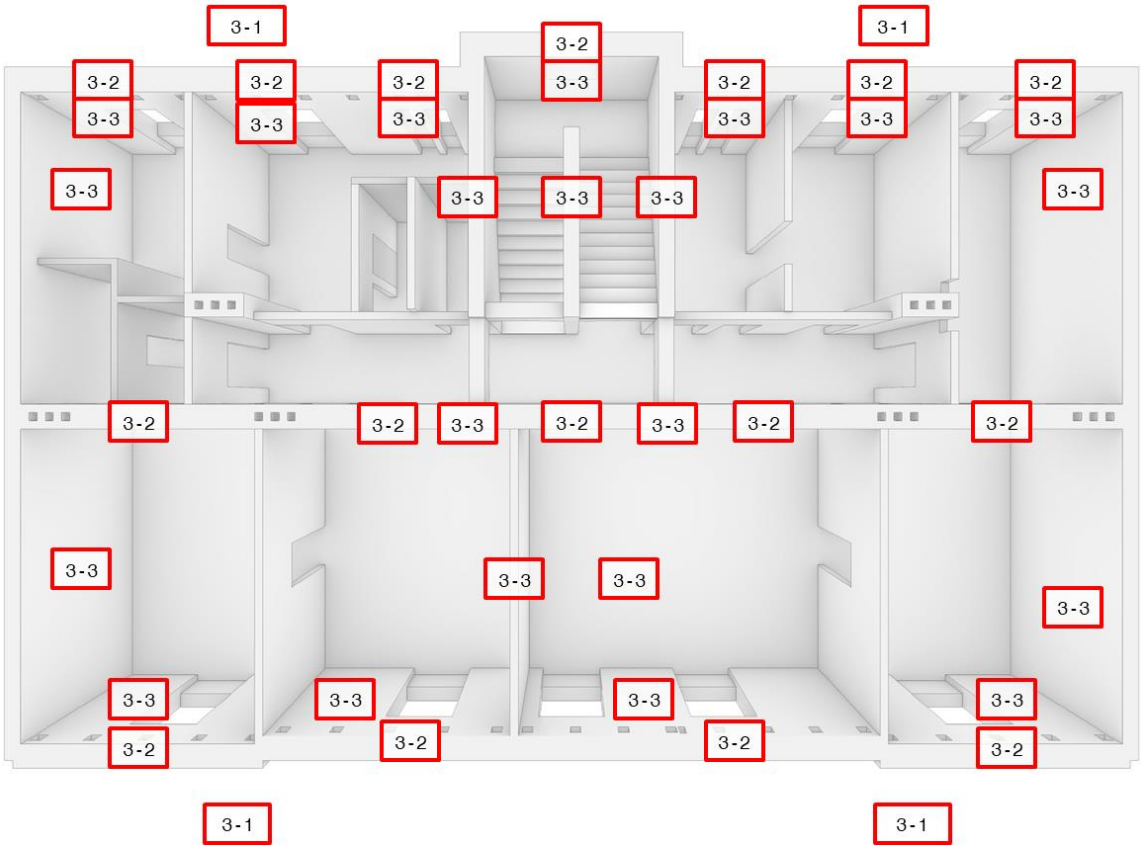
Mansarda



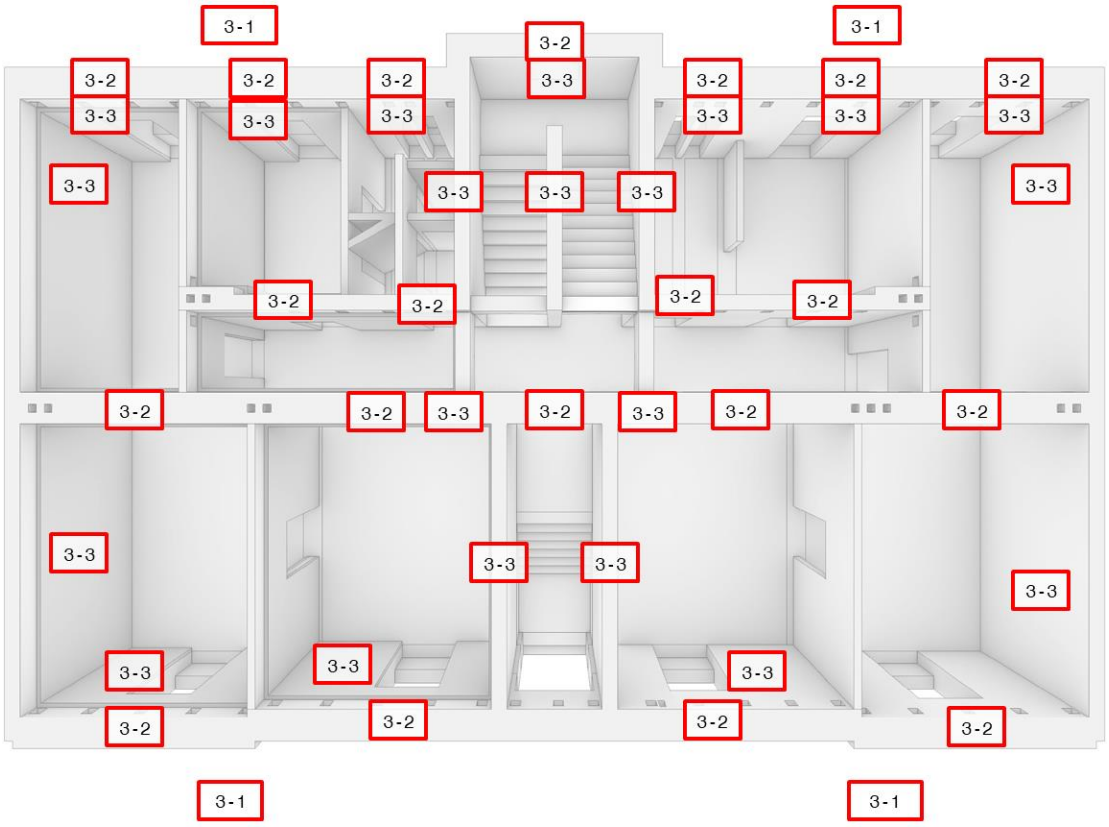
2. kat



1. kat

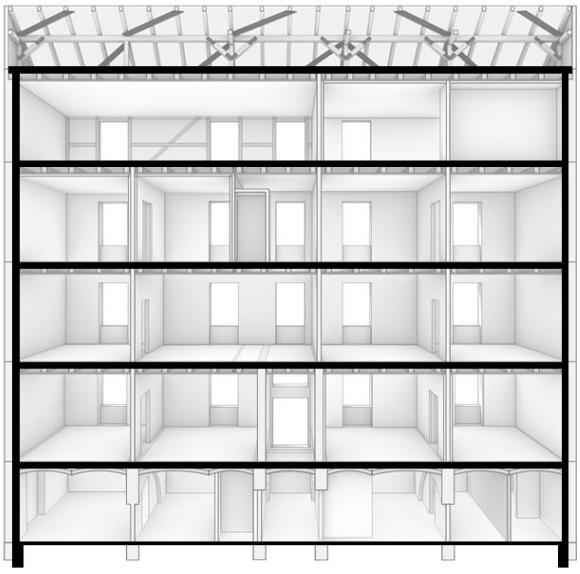


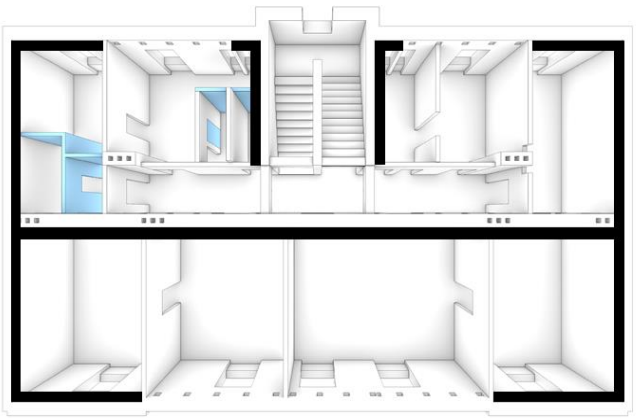
Prizemlje



4.4 RAZINA 4

Sve etaže	Izvedba armiranobetonskih novih zidova uz postojeće nosive zidove i pripadajućih AB temelja
Sve etaže	Izvedba armiranobetonskih nadvoja u svim postojećim zidovima
Sve etaže	Izvedba spregnutih ploča svih etaža

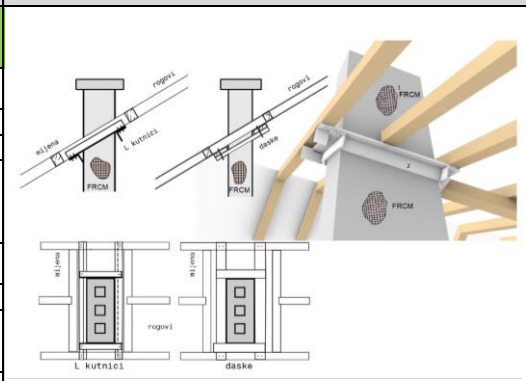
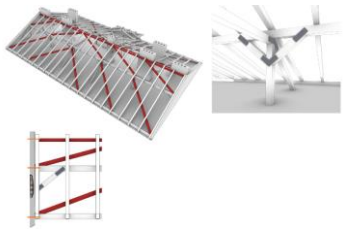
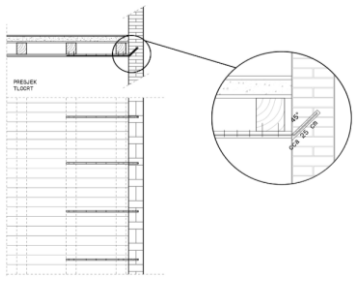
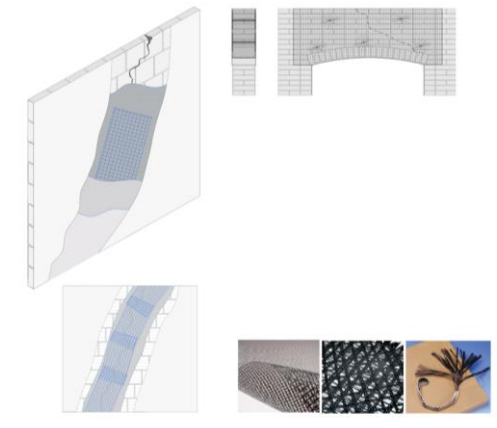


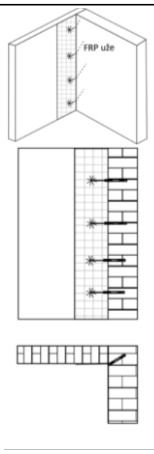


5. TROŠKOVNIK RADOVA PRIKAZANIH MJERA

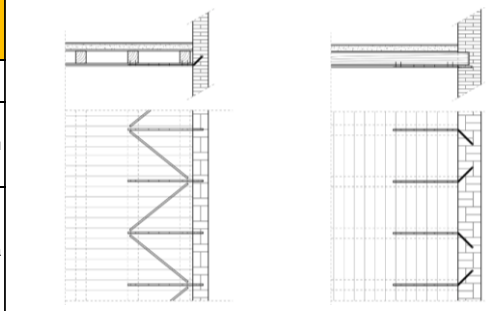
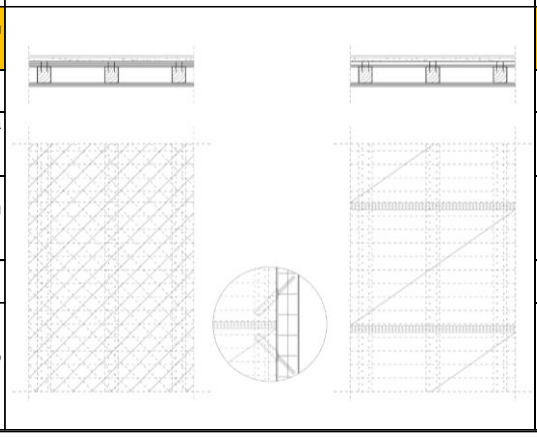
Podloga za cijene troškovnika su bile one koje su na tržištu egzistirale prije pojave korona virusa i potresa koji je zadesio Zagreb. **Također, treba imati u vidu da bi cijena izvođenja radova za sve tri razine u kompletu bile nešto povoljnije u odnosu na zasebno ugovaranje razina.**

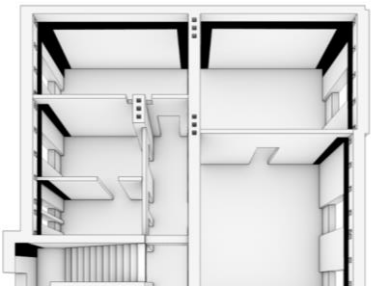
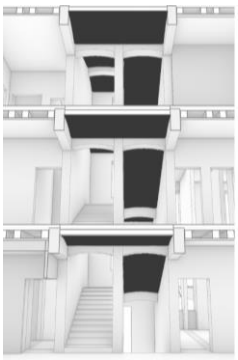
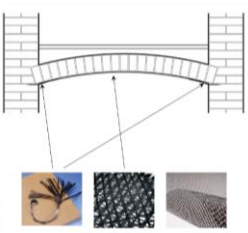
5.1 RAZINA 1

Razina 1 (vraćanje u stanje prije potresa - popravak)	Skice zahvata	Jed. Mjere	Jedinična cijena (kn)	Količina	Ukupna cijena (kn)
1-1 Rušenje zabata, dimnjaka, ponovno zidanje i omatanje FRCM-om					
Korištenje pokretne skele za izvršenje potrebnog rada		m2	100,00 kn	52,40	5.240,00
Rušenje i zidanje dimnjaka		m3	2.500,00 kn	17,99	44.975,00
Rušenje i zidanje zabata		m2	400,00 kn	38,43	15.372,00
Skupljanje šute od razrušenih dimnjaka i zabatnog zida, utovar u vreće u dvorištu i ručni transport ispred objekta i čišćenje		m3	400,00 kn	23,37	9.348,00
Utovar i odvoz otpada na gradsku deponiju		m3	200,00 kn	23,37	4.674,00
Ovijanje dimnjaka FRCM sustavom		m2	250,00 kn	99,65	24.912,50
Izrada metalne ili drvene konstrukcije za prihvaćanje dimnjaka za krovnu konstrukciju		kom	1.000,00 kn	7,00	7.000,00
Sanacija oštećenog krovnog vijenca		m'	350,00 kn	41,70	14.595,00
Sanacija oštećene krovne limarije		m2	220,00 kn	14,70	3.234,00
1-2 Popravak i stabilizacija krovišta					
Korištenje pokretne skele za izvršenje potrebnog rada		m2	100,00 kn	17,34	1.734,00
Zamjena letvi i pokrova		m2	80,00 kn	39,06	3.124,80
Osiguranje stupova, greda, ruku i podrožnica metalnim limovima		kom/kg	40,00 kn	96,00	3.840,00
Bočno stabiliziranje krovišta uvođenjem kosnika u ravnini krova		m2	40,00 kn	36,58	1.463,20
Ojačanje zabatnih zidova u krovištu omatanjem FRCM sustavom		m2	250,00 kn	76,86	19.215,00
Povezivanje zabatnih zidova s krovnom konstrukcijom		m1	400,00 kn	27,00	10.800,00
1-3 Povezivanje stropa i zabatnih zidova					
Korištenje pokretne skele za izvršenje potrebnog rada		m2	120,00 kn	104,97	12.596,40
Za povezivanje stropnih konstrukcija sa zabatnim zidovima koriste se plosni čelični profili (kao trake za gromobrane presjeka 30 x 6 mm). Zabatni zidovi se povežu tako što se trake učvrste za grede i daščani podlged dok se kraj savije pod kutom od 45 cm i utori u izbušenu rupu u zidu koja se zatim ispunjava smjesom za injektiranje		kom	100,00 kn	96,00	9.600,00
1-4 Lokalna pojačanja zidova, nadvoja i dr. (popravak pukotina)					
Korištenje pokretne skele za izvršenje potrebnog rada		m2	120,00 kn	331,20	39.744,00
Uklanjanje žbuke na dijelu zida na kojem je vidljiva pukotina, te na kojem se provodi injektiranje		m2	15,00 kn	309,44	4.641,60
Skupljanje šute od žbuke, utovar u vreće u dvorištu i ručni transport ispred objekta i čišćenje.		m2	10,00 kn	309,44	3.094,40
Utovar i odvoz otpada na gradsku deponiju		m3	200,00 kn	9,28	1.856,00
Lokalno injektiranje pukotina vapnenim mortom u zidovima i nadvojima		m1	120,00 kn	212,00	25.440,00
Ugradnja spiralnih ankera minimalno 15 mm dubine u sljubnici kako bi bilo dovoljno mjesta za postavljanje mase za fugiranje (ugradnja u svaku 4 fugu)		kom	60,00 kn	106,00	6.360,00
Na mjestima ugradnje FRCM mreža potrebno je izvršiti ponovno fugiranje sljubnica mortom		m2	100,00 kn	309,44	30.944,00
Po izvršenom injektiranju pristupa se oblaganju zida na mjestima pukotina FRCM platnom.		m2	250,00 kn	309,44	77.360,00

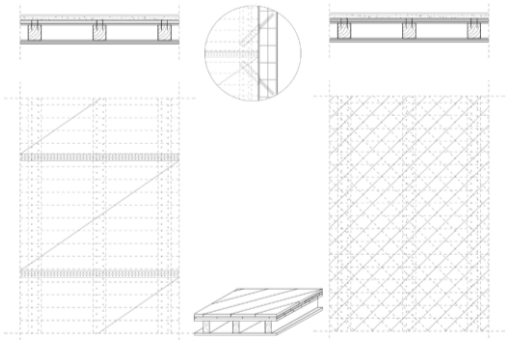
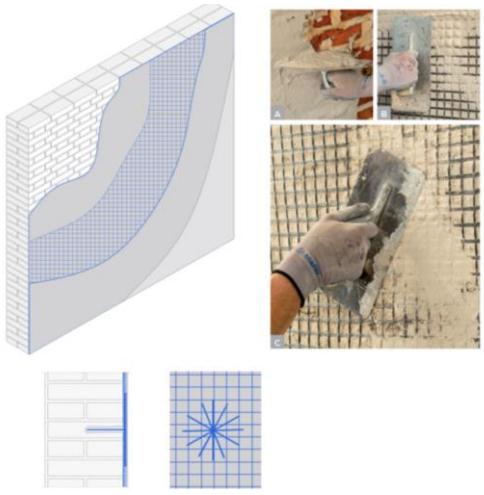
Nanošenje nove žbuke po izvedbi injektiranja i ojačanja nosivih i pregradnih zidova		m2	80,00 kn	309,44	24.755,20
1-5 Lokalno povezivanje zidova					
Korištenje pokretne skele za izvršenje potrebnog rada		m2	120,00 kn	156,00	18.720,00
Uklanjanje žbuke na dijelu zida na kojem je vidljiva pukotina, te na kojem se provodi injektiranje		m2	35,00 kn	894,00	31.290,00
Skupljanje šute od žbuke, utovar u vreće u dvorištu i ručni transport ispred objekta i čišćenje.		m2	15,00 kn	894,00	13.410,00
Utovar i odvoz otpada na gradsku deponiju		m3	350,00 kn	26,82	9.387,00
Na mjestima ugradnje FRCM platna potrebno je izvršiti ponovno fugiranje sljubnica mortom.		m2	100,00 kn	894,00	89.400,00
Međusobno povezivanje zidova FRCM mrežom		m2	250,00 kn	894,00	223.500,00
Međusobno povezivanje zidova FRP užetom		kom	120,00 kn	559,00	67.080,00
Nanošenje nove žbuke po izvedbi injektiranja i ojačanja nosivih i pregradnih zidova		m2	80,00 kn	894,00	71.520,00
				RAZINA 1 - Ukupno	**930.226,10 kn**
				RAZINA 1 - Ukupno po m2	**581,39 kn**

5.2 RAZINA 2

Razina 2 - dodatni radovi na Razinu 1 za podizanje otpornosti (ekononično)		**Jed. Mjere**	**Jedinična cijena (kn)**	**Količina**	**Ukupna cijena (kn)**
2-1 izvođenje horizontalne rešetke u stropu i povezivanje svih zidova sa stropom					
Korištenje pokretne skele za izvršenje potrebnog rada		m2	120,00 kn	680,00	81.600,00
Izvedba dijagonalnih traka čime se formira hotizontalna rešetka u stropu povezana sa zabatnim zidovima		m2	320,00 kn	206,40	66.048,00
Povezivanje zidova sa stropnim gredama čeličnim profilima koji se sidre u zid. Povezivanje se izvodi na svakoj gredi odnosno na maksimalnoj međusobnoj udaljenosti od 1 m		kom	235,00 kn	416,00	97.760,00
2-1 k izvođenje drvene tlačne ploče u podu tavana					
Korištenje pokretne skele za izvršenje potrebnog rada		m2	120,00 kn	10,00	1.200,00
Uklanjanje svih slojeva u podu tavana (laka obloga-estrih, keramičke pločice i sl.)		m2	45,00 kn	260,00	11.700,00
Skupljanje šute od čišćenja materijala, utovar u vreće u dvorištu i ručni transport ispred objekta i čišćenje		m2	15,00 kn	260,00	3.900,00
Utovar i odvoz otpada na gradsku deponiju		m3	350,00 kn	41,60	14.560,00
Izvedba tri sloja daščane oplate u tri smjera na podu tavana. Ploče se postavljaju jedna na drugu, međusobno zarotirane za 45°. U cijenu je uračunat sav restl materijal, te sva spojna sredstva		m2	360,00 kn	260,00	93.600,00

2-2 parcijalno pojačavanje zidova	   				
Korištenje pokretne skele za izvršenje potrebnog rada		m2	120,00 kn	0,00	0,00
Uklanjanje žbuke na dijelu zida na kojem će se vršiti ojačanje FRCM platnom		m2	35,00 kn	541,76	18.961,60
Skupljanje šute, utovar u vreće u dvorištu i ručni transport ispred objekta i čišćenje		m2	15,00 kn	541,76	8.126,40
Utovar i odvoz otpada na gradsku deponiju		m3	350,00 kn	16,25	5.687,50
Na mjestima ugradnje FRCM platna potrebno je izvršiti ponovno fugiranje sljubnica mortom		m2	100,00 kn	541,76	54.176,00
Ojačavanje zidova ispod stropa postavljanjem FRCM mreže na način da se trake glavnih zidova lijepe kontinuirano kroz pregrade. Platno se postavlja u širi od 60 cm na svaki zid		m2	250,00 kn	515,96	128.990,00
Međusobno povezivanje zidova FRP ožadima Sudari zidova se izvode naizmjeničnim lijepljenjem FRP užadi na mreže i uvođenjem u zidove pod kutom od 45°		kom	120,00 kn	164,00	19.680,00
Nanošenje nove žbuke po izvedbi ojačanja FRCM platnom na nosivim i pregradnim zidovima		m2	80,00 kn	541,76	43.340,80
2-3 stubišta-pojačanje svodova FRCM-om	 				
Korištenje pokretne skele za izvršenje potrebnog rada		m2	120,00 kn	81,28	9.753,60
Uklanjanje žbuke na dijelu zida na kojem će se vršiti ojačanje FRCM platnom		m2	35,00 kn	81,28	2.844,80
Skupljanje šute, utovar u vreće u dvorištu i ručni transport ispred objekta i čišćenje		m2	15,00 kn	81,28	1.219,20
Utovar i odvoz otpada na gradsku deponiju		m3	350,00 kn	2,44	854,00
Na mjestima ugradnje FRCM platna potrebno je izvršiti ponovno fugiranje sljubnica mortom		m2	100,00 kn	81,28	8.128,00
Ojačanje svodova i podesta FRCM platnom		m2	250,00 kn	81,28	20.320,00
Međusobno povezivanje svodova i podesta FRP užadima. Sudari podesta i svodova sidre se naizmjeničnim lijepljenjem FRP užadi na mreže i uvođenjem u zidove pod kutom od 45°		kom	150,00 kn	188,00	28.200,00
Nanošenje nove žbuke po izvedbi i ojačanja FRCM platnom na nosivim i pregradnim zidovima		m2	80,00 kn	81,28	6.502,40
				RAZINA 2 - Ukupno	**727.152,30 kn**
				RAZINA 2 - Ukupno po m2	**454,47 kn**
				RAZINA 1 + 2 - Ukupno	**1.657.378,40 kn**
				RAZINA 1+ 2 - Ukupno po m2	**1.035,86 kn**

5.3 RAZINA 3

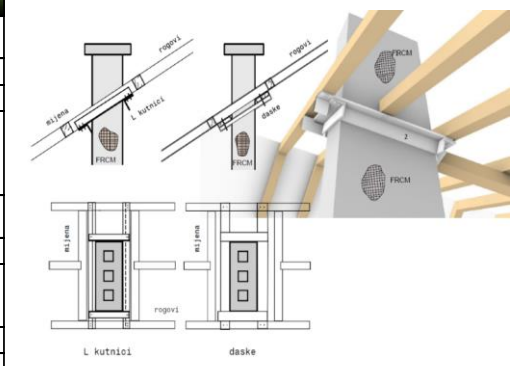
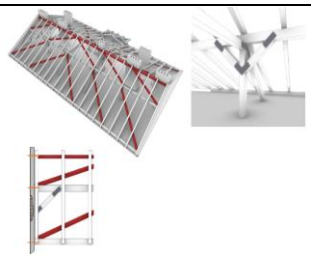
Razina 3 dodatno podizanje otpornosti		Jed. Mjere	Jedinična cijena (kn)	Količina	Ukupna cijena (kn)
3-1 ukrućenje svih stropnih konstrukcija					
Korištenje pokretne skele za izvršenje potrebnog rada		m2	120,00 kn	0,00	0,00
Demontaža postojeće podne konstrukcije		m2	45,00 kn	630,00	28.350,00
Olakšavanje konstrukcije vađenjem šute (predpostavljeno da je debljina šute u međukatnoj konstrukciji prosječno 12 cm		m3	550,00 kn	75,60	41.580,00
Skupljanje šute od čišćenja materijala, utovar u vreće u dvorištu i ručni transport ispred objekta i čišćenje		m2	15,00 kn	630,00	9.450,00
Utovar i odvoz otpada na gradsku deponiju		m3	350,00 kn	75,60	26.460,00
Ugradnja ploča od slojevitog furniranog drveta na postojeće daske na gredama stropa		m2	360,00 kn	630,00	226.800,00
Dodatno povezivanje stropnih ploča sa svim zidovima, na dijelovima gdje nije izvedeno povezivanje u Razini 2		kom	235,00 kn	298,00	70.030,00
3-2 Ugradnja čeličnih profila u nadvoje					
Korištenje pokretne skele za izvršenje potrebnog rada		m2	120,00 kn	168,00	20.160,00
Skupljanje šute od čišćenja materijala, utovar u vreće u dvorištu i ručni transport ispred objekta i čišćenje		m2	15,00 kn	336,00	5.040,00
Utovar i odvoz otpada na gradsku deponiju		m3	350,00 kn	9,50	3.325,00
Uklanjanje dijela zida kako bi se pripremilo mjesto za ugradnju čeličnog HEA 140 profila		m3	650,00 kn	9,50	6.175,00
Ugradnje čeličnog HEA 140 profila na mjestima nadvoja. Profil HEA 140 nasjeda na zid u minimalnoj širini od 30 cm. Ukoliko je zid širine 30 cm postavljaju se dva profila, ako je zid širine 45 cm postavljaju se 3 profila, te ako je zid širine 60 cm postavljaju se tri profila jedan do drugog		kg	20,00 kn	10368,00	207.360,00
3-3 potpuno pojačanje zidova					
Korištenje pokretne skele za izvršenje potrebnog rada		m2	120,00 kn	1361,75	163.410,00
Kompletno uklanjnje žbuke sa zidova. Kompletno uklanjanje podrazumijeva uklanjenje žbuke do čiste cigle, bez zaostalih dijelova		m2	35,00 kn	2779,94	97.297,90
Skupljanje šute od čišćenja materijala, utovar u vreće u dvorištu i ručni transport ispred objekta i čišćenje.		m2	15,00 kn	2779,94	41.699,10
Utovar i odvoz otpada na gradsku deponiju		m3	350,00 kn	83,40	29.190,00
Na mjestima ugradnje FRCM mreže potrebno je izvršiti ponovno fugiranje sljubnica mortom		m2	100,00 kn	840,00	84.000,00
Ojačavanje zidova ispod stropa postavljanjem FRCM mrežom na način da se trake glavnih zidova lijepe kontinuirano kroz pregrade. Mreža se postavlja po cijeloj površini zida		m2	250,00 kn	2779,94	694.985,00
Međusobno povezivanje zidova FRP užadima. Sudari zidova se izvode naizmjeničnim lijepljenjem FRP užadi na mreže i uvođenjem u zidove pod kutom od 45°		kom	120,00 kn	3330,00	399.600,00

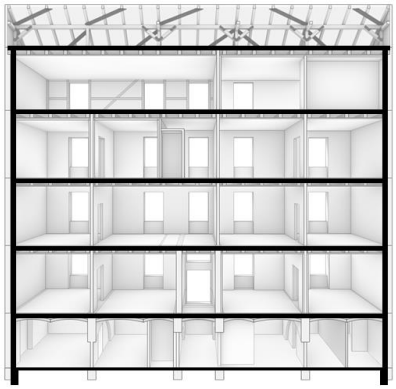
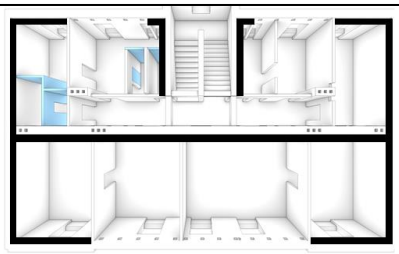
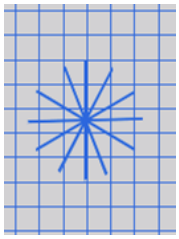
Nanošenje nove žbuke po izvedbi ojačanja nosivih i pregradnih zidova		m2	85,00 kn	2779,94	236.294,90
				Razina 3 - Ukupno	2.391.206,90 kn
				Razina 3 - Ukupno po m2	1.494,50 kn
				Razina 1 + 2 + 3 - Ukupno	4.048.585,30 kn
				Razina 1 + 2 + 3 - Ukupno po m2	2.530,37 kn

Napomena:
U slučaju istovremene izvedbe svih Razina 1+2+3 cijena troškova je manja za oko 15%, što bi dakle u prosjeku ako se uzme u obzir popust iznosilo cca 2.150,50 kn/m^2.

5.4 RAZINA 4

Kod razrade troškovnika za razinu 4, u stavkama su prikazani i troškovi popravka i stabilizacija krovišta, rušenja i sanacije dimanjaka te također sanacija zabatnih zidova s obzirom da su oni nužni u odnosu na razinu obnove.

Razina 4		Jed. Mjere	Jedinična cijena (kn)	Količina	Ukupna cijena (kn)
4-O-1 Rušenje zabata, dimnjaka, ponovno zidanje i omatanje FRCM-om					
Korištenje pokretne skele za izvršenje potrebnog rada		m2	100,00 kn	52,40	5.240,00
Rušenje i zidanje dimnjaka		m3	2.500,00 kn	17,99	44.975,00
Rušenje i zidanje zabata		m2	600,00 kn	38,43	23.058,00
Skupljanje šute od razrušenih dimnjaka i zabatnog zida, utovar u vreće u dvorištu i ručni transport ispred objekta i čišćenje		m3	800,00 kn	23,37	18.696,00
Utovar i odvoz otpada na gradsku deponiju		m3	400,00 kn	23,37	9.348,00
Ovijanje dimnjaka FRCM sustavom		m2	300,00 kn	99,65	29.895,00
Izrada metalne ili drvene konstrukcije za prihvaćanje dimnjaka za krovnu konstrukciju		kom	1.000,00 kn	7,00	7.000,00
Sanacija oštećenog krovnog vijenca		m'	350,00 kn	41,70	14.595,00
Sanacija oštećene krovne limarije		m2	220,00 kn	14,70	3.234,00
4-O-2 Popravak i stabilizacija krovišta					
Korištenje pokretne skele za izvršenje potrebnog rada		m2	100,00 kn	17,34	1.734,00
Zamjena letvi i pokrova		m2	250,00 kn	39,06	9.765,00
Osiguranje stupova, greda, ruku i poc		kom/kg	40,00 kn	96,00	3.840,00
Bočno stabiliziranje krovišta uvođenj		m2	40,00 kn	36,58	1.463,20
Ojačanje zabatnih zidova u krovištu omatanjem FRCM sustavom		m2	250,00 kn	76,86	19.215,00
Povezivanje zabatnih zidova s krovnom konstrukcijom		m1	400,00 kn	27,00	10.800,00

4-1 izvedba armiranobetonskih novih zidova uz postojeće nosive zidove i pripadajućih AB temelja					
Kombinirani strojni i ručni iskop u zoni temeljenja građevine za potrebe izvedbe ojačanja		m3	250,00 kn	31,82	7.955,00
Uklanjanje žbuke sa svih temeljnih zidova minimalno do visine 60 cm iznad kote uređenog terena		m2	45,00 kn	145,00	6.525,00
Skupljanje šute od žbuke i ostatak materijala iz iskopa, utovar u vreće u dvorištu i ručni transport ispred objekta i čišćenje		m2	25,00 kn	145,00	3.625,00
Utovar i odvoz otpada na gradsku deponiju		m3	400,00 kn	4,35	1.740,00
Lokalno injektiranje pukotina vapnenim mortom u temeljima		m1	120,00 kn	240,00	28.800,00
Ugradnja spiralnih anker u temelje minimalno 15 mm dubine u sljubnici kako bi bilo dovoljno mjesta za postavljanje mase za fugiranje (ugradnja u svaku 4 fugu)		kom	60,00 kn	240,00	14.400,00
Ugradnja spojnih ankera novih i postojećih temelja (Ø20)		kom	20,00 kn	265,00	5.300,00
Ugradnje armaturnih koševa za temelje s ankerima za zidove (procjena 120 kg/m3)		kg	10,00 kn	3183,00	31.830,00
Postavljanje i demontiranje jednostrane oplate za potrebe izvedbe temelja u debljini od 40 cm i u visini 80 cm		m2	125,00 kn	66,30	8.287,50
Ugradnje betona za nove temelje razreda tlačne čvrstoće C25/30 debljine 40 cm u visini 80 cm		m3	850,00 kn	21,22	18.037,00
Nakon provedenog uklanjanja oplate temelja isti je potrebno izolirati izolacijskom trakom varenjem, te je izvedenu hidroizolaciju potrebno zaštiti XPS i čepastom folijom		m2	245,00 kn	26,52	6.497,40
Kombinirano strojno i ručno zatrpavanja sa potrebnim zbijanjem u zoni temeljenja građevine nakon izvedbe temelja	 	m3	250,00 kn	10,60	2.650,00
Korištenje pokretne skele za izvršenje rada uklanjanja žbuke na nosivim i pregradnim zidovima		m2	120,00 kn	1361,75	163.410,00
Uklanjanje žbuke sa svih zidova (nosivih i pregradnih)		m2	60,00 kn	2723,50	163.410,00
Skupljanje šute od čišćenja materijala, utovar u vreće u dvorištu i ručni transport ispred objekta i čišćenje		m2	15,00 kn	2723,50	40.852,50
Utovar i odvoz otpada na gradsku deponiju		m3	400,00 kn	81,71	32.684,00
Na mjestima ugradnje FRCM mreže potrebno je izvršiti ponovno fugiranje sljubnica mortom		m2	100,00 kn	840,00	84.000,00
Lokalno injektiranje pukotina vapnenim mortom u zidovima i nadvojima		m1	120,00 kn	212,00	25.440,00
Ojačavanje zidova ispod stropa postavljanjem FRCM mrežom na način da se trake glavnih zidova lijepe kontinuirano kroz pregrade. Mreža se postavlja po cijeloj površini zida gdje nije AB zid	 C  D	m2	250,00 kn	1373,00	343.250,00
Ugradnja ankera za postavljanje mreže na nosive zidove Q-331 (4 kom/m2)		kom	20,00 kn	4707,00	94.140,00
Ugradnje dvostruke armaturne mreže Q-331 na nosive zidove		kg	10,00 kn	18086,71	180.867,10
Postavljanje i demontiranje jednostrane oplate na nosive za potrebe izvedbe novog zida		m2	110,00 kn	1174,00	129.140,00
Ugradnje betona na nosive zidove razreda tlačne čvrstoće C25/30 debljine 15 cm		m3	850,00 kn	176,03	149.625,50
Ugradnja bužira za elektroinastalacije		m1	10,00 kn	524,00	5.240,00
Nanošenje nove žbuke na nosive i pregradne zidove		m2	85,00 kn	2723,50	231.497,50

4-2 Izvedba armiranobetonskih nadvoja u svim postojećim nosivim zidovima, te ugradnja čeličnih profila u nadvoje pregradnih zidova					
Korištenje pokretne skele za izvršenje rada uklanjanja ugrađene opeke u nosivim i pregradnim zidovima za potrebe izvedbe horizontalnih serklaža i nadvoja		m2	120,00 kn	168,00	20.160,00
Uklanjanja ugrađene opeke u nosivim i pregradnim zidovima za potrebe izvedbe hotizontalnih serklaža i nadvoja u visini od 25 cm		m3	650,00 kn	9,50	6.175,00
Skupljanje šute od čišćenja materijala, utovar u vreće u dvorištu i ručni transport ispred objekta i čišćenje		m2	15,00 kn	81,60	1.224,00
Utovar i odvoz otpada na gradsku deponiju		m3	400,00 kn	9,50	3.800,00
Izvedbe armaturnog koša za potrebe ugradnje u pripremljeni utor na nosivim zidovima za potrebe izvedbe horizontalnog serklaža. Armaturni koš sastavljen je od 4 Ø12, te raspored vilica Ø8 mm/15 cm		kg	10,00 kn	1425,00	14.250,00
Za potrebe izvedbe novih serklaža koristi se beton razreda tlačne čvrstoće C25/30. Beton se ugrađuju u isto vrijeme kada se vrši ugradnja betona za ojačanje nosivih zidova		m3	850,00 kn	9,50	8.075,00
Ugradnje čeličnog HEA 140 profila na mjestima nadvoja pregradnih zidova. Profil HEA 140 nasjeda na zid u minimalnoj širini od 30 cm. Ukoliko je zid širine 30 cm postavljaju se dva profila		kg	20,00 kn	2400,00	48.000,00
4-3 izvedba spregnutih ploča svih etaža					
Demontaže postojećih podnih obloga		m2	45,00 kn	1350,00	60.750,00
Olakšavanje konstrukcije vađenjem šute (predpostavljeno da je debljina šute u međukatnoj konstrukciji prosječno 12 cm		m3	550,00 kn	162,00	89.100,00
Skupljanje šute od čišćenja materijala, utovar u vreće u dvorištu i ručni transport ispred objekta i čišćenje		m2	25,00 kn	1350,00	33.750,00
Utovar i odvoz otpada na gradsku deponiju		m3	400,00 kn	162,00	64.800,00
Popunjavanje prostora među grednikom EPS-om u punoj visini grednika		m2	55,00 kn	1350,00	74.250,00
Ugradnja moždanika za potrebe sprezanja drvenih grednika s novom AB tlačnom pločom		kom	12,00 kn	33488,00	401.856,00
Ugradnja valjkastih moždanika promjera 19 mm za potrebe sprezanja čeličnih profila stropa podruma s novom AB tlačnom pločom		kom	20,00 kn	655,00	13.100,00
Ugradnja sidrenih šipki za povezivanje tlačne ploče sa zidovima		kom	250,00 kn	985,00	246.250,00
Postavljanje nailona na koji se izvodi nova podna konstrukcija		m2	5,00 kn	1350,00	6.750,00
Ugradnja armaturne mreže Q-331		kg	10,00 kn	10300,50	103.005,00
Ugradnje betona razreda tlačne čvrstoće C25/30 prosječne debljine 8 cm		kg	850,00 kn	108,00	91.800,00
				Razina 4 - Ukupno	**3.269.156,70 kn**
				Razina 4 - Ukupno po m2	**2.043,22 kn**

Napomena:
Predmetna razina smanjuje korisni prostor za 10 m2 po etaži što je na ukupnu korisnu površinu cca 40-50 m^2. Ukoliko se ubroji kao financijski parametar koji ide u cjelokupni trošak, podiže konačnu cijenu troška obnove na cca 2.418,00 kn/m^2 za razinu 4.

Kako je ranije prikazana varijanta u slučaju odabira izvedbe razine 1+2+3 iznosila oko 2.150,50 kn/m^2, a cijena izvedbe razine 4 cca 2.418,00 kn/m^2, može se zaključiti kako je varijanta obnove 1+2+3 ako se radi u kompletu i ekonomski najpovoljnija.