



# Analize i pristupi obnove karakteristične donjogradske građevine u Zagrebu

**Mario Todorčić, dipl.ing.građ.**

- Mario Todorčić, dipl.ing.građ., Toding d.o.o. Zagreb, Hrvatska,
- Miroslav Duvnjak, mag.ing.aedif., Toding d.o.o. Zagreb, Hrvatska,
- Ivan Dragičević, mag.ing.aedif., Toding d.o.o. Zagreb, Hrvatska,
- Petar Todorčić, mag.ing.aedif., Toding d.o.o. Zagreb, Hrvatska,

# SADRŽAJ

- 1. UVOD**
2. TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE
3. TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE
4. TIPOVI ZAHVATA – KONCEPTUALNA RJEŠENJA
5. PRIMJERI NA REALIZIRANIM OBJEKTIMA
6. PRIMJER KARAKTERISTIČNE DONJOGRADSKE KUĆE - PALMOTIĆEVA
7. ZAKLJUČAK



# UVOD

## **Problematika potresa koji je zahvatio Zagreb 22.03.2020.**

- Veliki broj naslijeđenih građevina, uglavnom zidanih, **neadekvatnih na potres**
- Pored **degradacije materijala** uslijed vremena rađene i **razne intervencije** koje su dodatno umanjile seizmičku otpornost građevine
- **Građevine neodržavane**, nije ulagano u prevenciju od potresa
- Zahvaćeno veliko područje, oko 25.000 oštećenih građevina sa oko **20 mil. m2 površine**
- Procijenjena šteta na oko **11,5 mlrd €**
- **Nismo imali zakonske okvire** koji definiraju postupanje nakon potresa, od pregleda građevina do obnove
- **Ne postoji Strategija potresa** na području Republike Hrvatske

## **Složenost obnove može se promatrati sa više međusobno povezanih aspekata:**

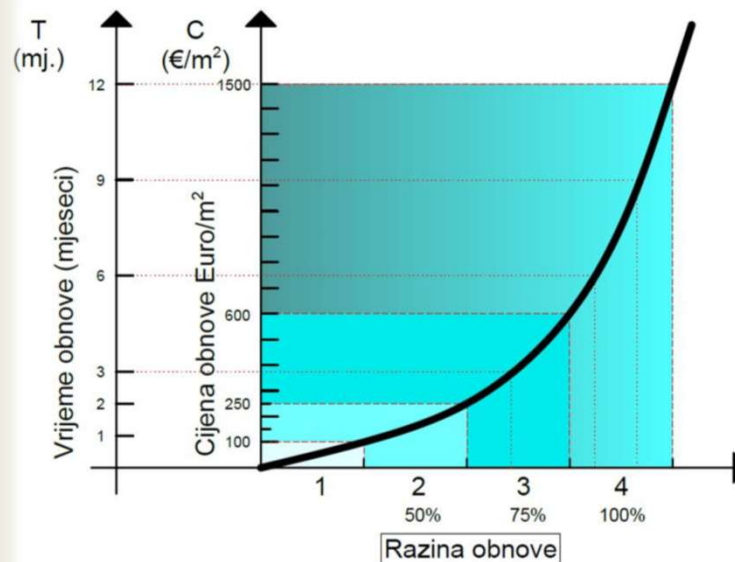
- Financijski
- Pravno - administrativni
- Organizacijski
- Tehnički



# FINANCIJSKA SLOŽENOST

## ”Sigurnost košta”

- Bez obzira koji se načini Obnove koriste, već sada je jasno: **nedovoljno sredstava**
- Stoga je potrebno razmotriti Obnovu u realnim okvirima prema raspoloživim sredstvima koristeći maksimalno potencijale građevine i lokacije:
  - Stoga su uvedene **Razine obnove** kojima je omogućeno izvršiti poboljšanja i ojačanja a kako bi se otklonili konceptualni nedostaci, bez značajne izmjene osnovne nosive strukture i kako bi se obuhvatio što veći broj oštećenih građevina
  - Stavljajući u funkciju **nekorištene dijelove građevine** ostvariti dodatne koristi kojima bi se dijelom financirala obnova (potkrovlja, podrumi koji čine i ¼ do 1/5 građevine )
  - **Zamjenske građevine:** pouzdanije, kojima bi se postigle veće jedinične cijene, funkcionalnije i veće neto korisne površine (izvedbom tanjih nosivih vertikalnih elemenata, uz iste gabarite postojećih građevina)



# PRAVNO – ADMINISTRATIVNA SLOŽENOST

Postojećim pravnim i administrativnim okvirima otežano je donošenje odluka pri Obnovi:

- Mješovito vlasništvo – privatno, Grad, Država, Institucije, za donošenje odluke o obnovi **potrebna suglasnost svih vlasnika**, potrebno Zakonom definirati
- Ukoliko je potrebno ishoditi građevinsku dozvolu ili suglasnosti, za oko 25.000 građevina/predmeta potrebno proći administrativnu proceduru (sada se u Gradu Zagrebu godišnje obradi oko 1.000 predmeta), **potrebno pojednostaviti administrativnu proceduru**
- Prilikom pojačanja i poboljšanja konstrukcije neminovno se nameću utjecaji na **temeljne zahtjeve drugih struka** (zaštita od požara, energetska obnova, pristup invalidnim osobama,...)
- Prostorno – planska dokumentacija koja **ne omogućava jednostavna rješenja za Obnovu** (preuređenje potkrovlja, etažiranje, parkirna mjesta...)



# ORGANIZACIJSKA SLOŽENOST OBNOVE

- Potrebno formirati **Tijelo** koje bi vodilo obnovu
- Potrebno definirati **protokol** u obnovi
- **Nedovoljno kapaciteta** u vođenju, projektiranju, nadzoru i posebno izvođenju
- Problem **iseljenja** i smještaja građana dok se obnavljaju njihovi domovi
- Problem **funkcioniranja ustanova** za vrijeme obnove (škole, bolnice, vrtići, Fakulteti...)
- Problem plaćanja **dodatnih najmova** za građane i ustanove
- **Smanjeni prihodi** trgovačkih društava za vrijeme obnove što dovodi u pitanje njihov opstanak



# SADRŽAJ

1. UVOD
- 2. TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE**
3. TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE
4. TIPOVI ZAHVATA – KONCEPTUALNA RJEŠENJA
5. PRIMJERI NA REALIZIRANIM OBJEKTIMA
6. PRIMJER KARAKTERISTIČNE DONJOGRADSKJE KUĆE - PALMOTIĆEVA
7. ZAKLJUČAK



# TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE

Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija

Ocjenjivanje i obnova zgrada (**HRN EN 1998-3**), definirani su:

## Tehnički kriteriji

### Tehnike popravka i pojačanja konstrukcije (Dodatak C)

#### Tipovi zahvata

- Opravdanje odabranog tipa zahvata
- Takvo opravdanje treba predočiti vlasniku.

#### Metode proračuna i pretpostavke

Da bi proračunske metode bile primjenjive potrebno je **poduzeti mjere kojima bi se osigurale pretpostavke proračuna**, kao što su:

- zidovi u oba horizontalna smjera
- zidovi su neprekinuti po visini
- stropovi imaju dovoljnu krutost u ravnini
- stropovi dovoljno spojeni s obodnim zidovima (kruta dijafragma)...





# TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE

## Dodatak C Zidane zgrade HRN EN 1998-3: važnost istražnih radova

### GEOMETRIJSKA SVOJSTVA

- Položaj i dimenzije zidnih elemenata
- Položaj i dimenzije otvora
- Raspodjela gravitacijskih opterećenja

### DETALJI

- Vrsta ziđa
- Kvaliteta morta
- Količina armature serklaža (ukoliko postoji)
- Uvjeti spojeva zidova, stropova i krovova
- Utvrđivanje pukotina u ziđu

### MATERIJALI

- Ispitivanja svojstva materijala:
  - ultrazvučna metoda
  - ispitivanje udarnim odjekom
  - radiografija i pahometar
  - sklerometarsko ispitivanje
  - ispitivanje plosnatim hidrauličkim prešama

### FAKTOR POVJERENJA (FP)

Preporučene vrijednosti FP ovisno o razini znanja (poznatih parametara postojećeg objekta)

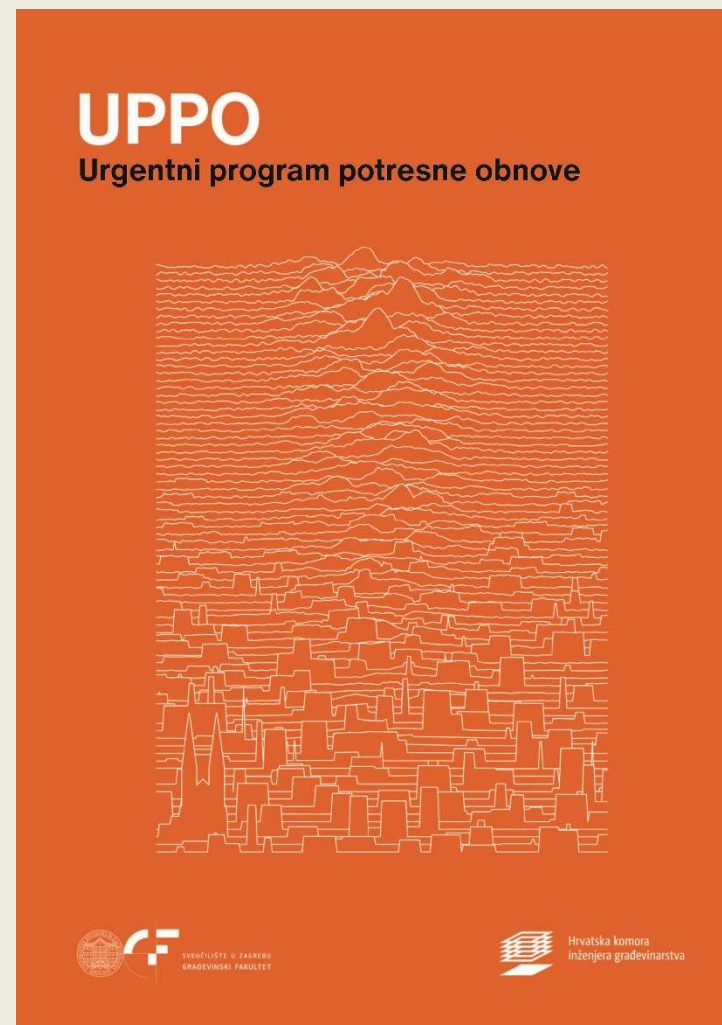
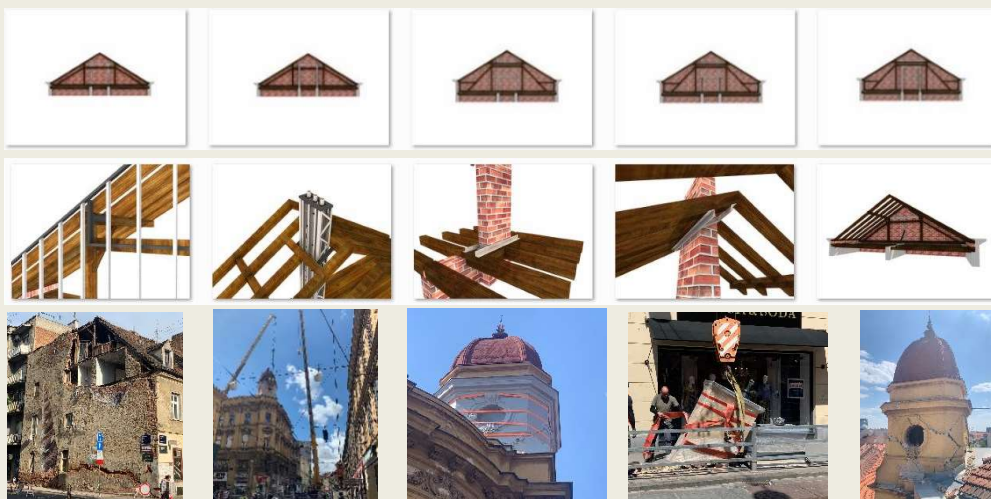
|      |                   |
|------|-------------------|
| RZ 1 | $FP_{RZ1} = 1,35$ |
| RZ 2 | $FP_{RZ2} = 1,20$ |
| RZ 3 | $FP_{RZ3} = 1,00$ |



# URGENTNI PROGRAM POTRESNE OBNOVE - UPPO

POŠTO ĆE UKUPNA OBNOVA POTRAJATI NEOPHODAN **UPPO**

- GRAĐEVINSKA TEHNIČKA RJEŠENJA
- DIMNJACI
- TAVANSKI ZIDOVI
- KROVNE KONSTRUKCIJE
- NEKONSTRUKCIJSKI ELEMENTI GRADITELJSKE BAŠTINE
- MANJI NEODGODIVI ZAHVATI SANACIJE
- PODUPIRANJA I OSTALA PRIVREMENA RJEŠENJA
- PROJEKTIRANJE, NADZOR I POSEBNE KONTROLE PROVEDBE PROJEKTA URGENTNE OBNOVE, TROŠKOVNIČKE STAVKE
- PRIMJERI I DETALJI GRAĐEVINSKO TEHNIČKIH RJEŠENJA



# SADRŽAJ

1. UVOD
2. TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE
- 3. TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE**
4. TIPOVI ZAHVATA – KONCEPTUALNA RJEŠENJA
5. PRIMJERI NA REALIZIRANIM OBJEKTIMA
6. PRIMJER KARAKTERISTIČNE DONJOGRADSKJE KUĆE - PALMOTIĆEVA
7. ZAKLJUČAK



# TEHNIKE POPRAVAKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

## HRN EN 1998 – 3 Dodatak C

### TEHNIKE POPRAVAKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

Popravak pukotina (injektiranje, FRM sistem, spiralne šipke...)

Zamjena morta u sljubnicama

Prezidanje zidova

Izvedba armirane žbuke na zidovima (torkretiranje, FRM)

Ojačanje spojeva zidova (novi AB serklaži, čelične pločevine)

Povezivanje zidova

Izvedba krutih horizontalnih diskova



# TEHNIKE POPRAVAKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

## Popravak pukotina

- Mala širina pukotina ( $w < 10 \text{ mm}$ ) i mala debljina zida → zapunjavanje mortom
- Mala širina pukotina ( $w < 10 \text{ mm}$ ) i velika debljina zida → injektiranje
- Široke pukotine ( $w > 10 \text{ mm}$ ) → skobe, metalne ploče ili polimerne mreže

### Injektiranje pukotina u zidovima



### Vertikalni elementi



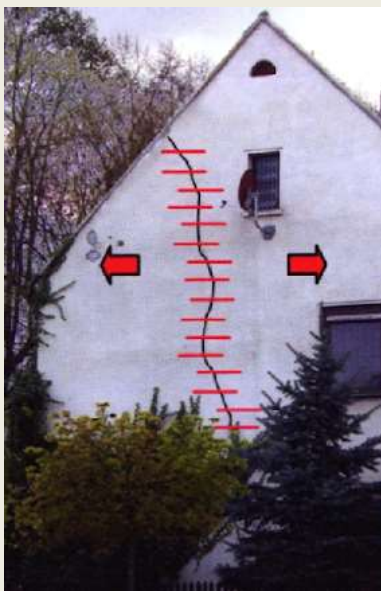
### Komercijalna tipska rješenja za manje pukotine

# TEHNIKE POPRAVAKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

Vertikalni elementi

## Popravak pukotina

- Otpornost zidova na vertikalno raspucavanje → ugradnja čeličnih spirala
- Dijagonalne pukotine → polimerne mreže za ovijanje jednog ili oba lica ziđa u kombinaciji s odgovarajućim mortom i žbukom



Čelične spiralne šipke

Lokalna sanacija pukotina  
FRCM sustavom

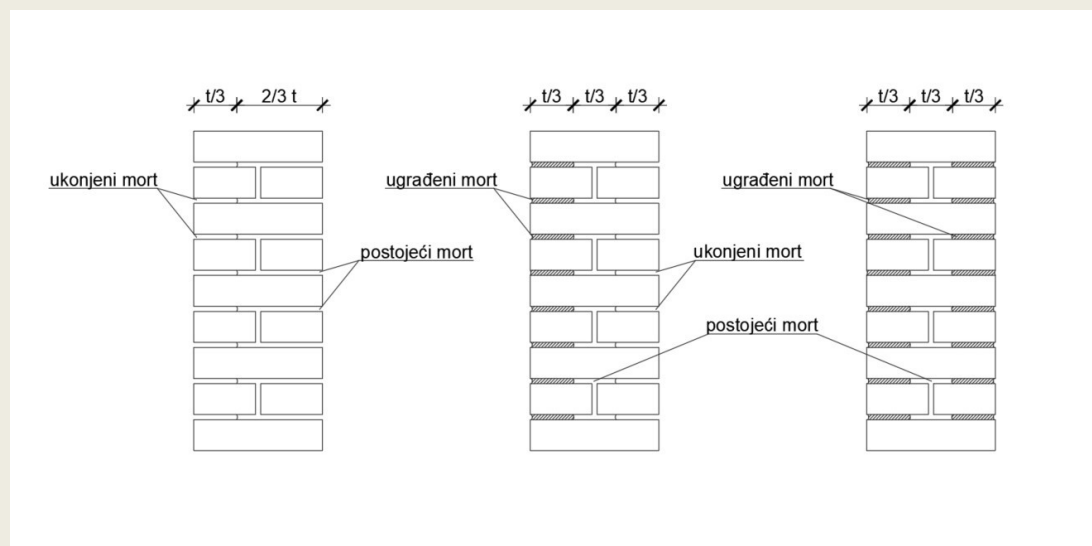


# TEHNIKE POPRAVAKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

Vertikalni elementi

## Zamjena morta u sljubnicama

- Djelomično, ali duboko uklanjanje oštećenoga morta u sljubnicama i zamjene novim mortom boljih mehaničkih svojstava i trajnosti
- Primjena: jedino kod oštećenja u mortu

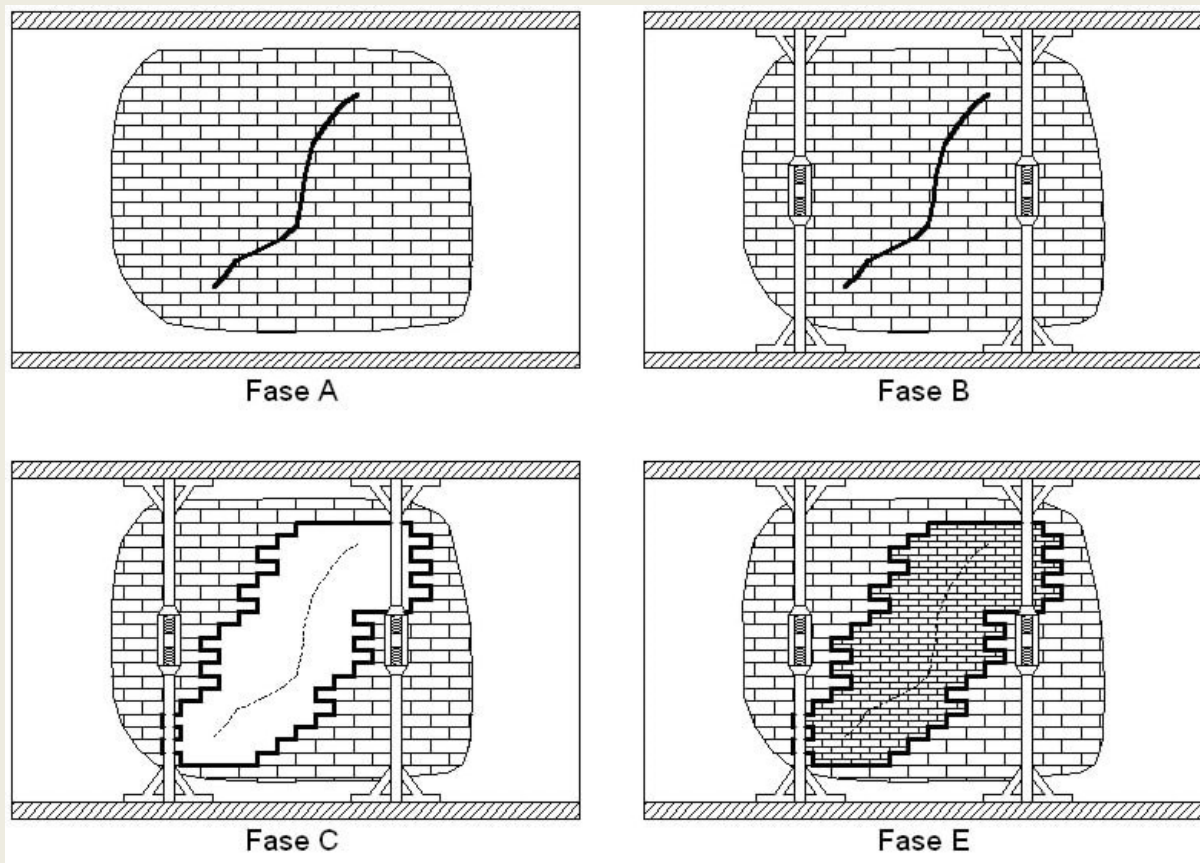


# TEHNIKE POPRAVAKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

Vertikalni elementi

## Prezidavanje zidova

- Lokalna metodologija uklanjanja i ponovne izgradnje (“scuci-cuci”)
- Obratiti pozornost na kompatibilnost novog i starog dijela zidane konstrukcije





# TEHNIKE POPRAVAKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

Vertikalni elementi

## Ojačanje zidova FRCM mrežama

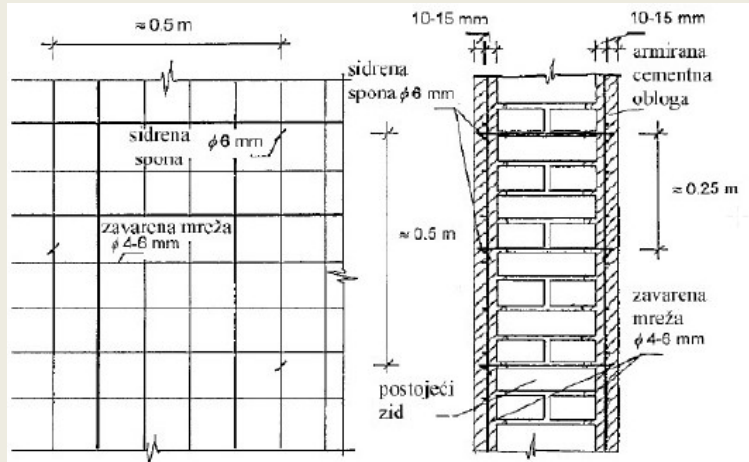
- Tipska komercijalna rješenja
- Sustav ojačanja kompozitnim mrežama s odgovarajućim tipom morta
- Postavljaju se jednostrano ili obostrano sa sidrenjem u zid
- Broj i raspored sidra propisuje se u projektu ( po m<sup>2</sup> površine)

Tipična užad usidrena u zid



# TEHNIKE POPRAVAKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

Vertikalni elementi



## Konstruktivna sanacija zidova obostranim armaturnim mrežama i cementnim mortom CRETEO

- Komercijalno rješenje za konstruktivnu sanaciju
- Jednak učinak kao torkretiranje
- Jednostavnija izvedba u odnosu na torkret → nanosi se kao žbuka
- Potrebno izvesti obostrano uz armaturno povezivanje kroz zid



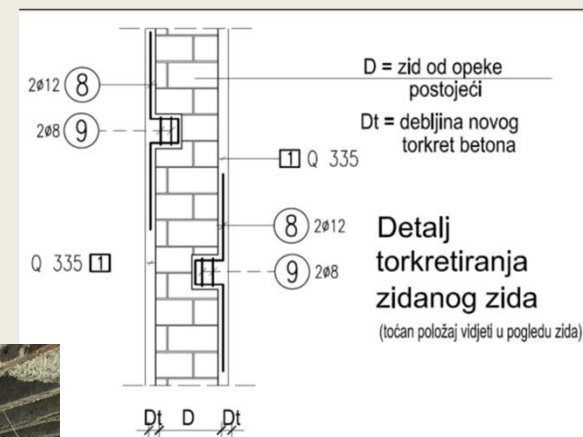
# TEHNIKE POPRAVAKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

## Torkretiranje zidova

- Beton se nanosi jednostrano ili dvostrano na armiranu oblogu
- Potrebno izvesti „džepove“ u zidovima
- U slučaju dvostranog oblaganja sponama povezati obje strane armature
- Dolazi do različite raspodjele mase i krutosti ziđa → veća seizmička sila
- Prilikom izvedbe zahvata, građevina najčešće nije u uporabi → problem smještaja stanara



## Vertikalni elementi



# TEHNIKE POPRAVAKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

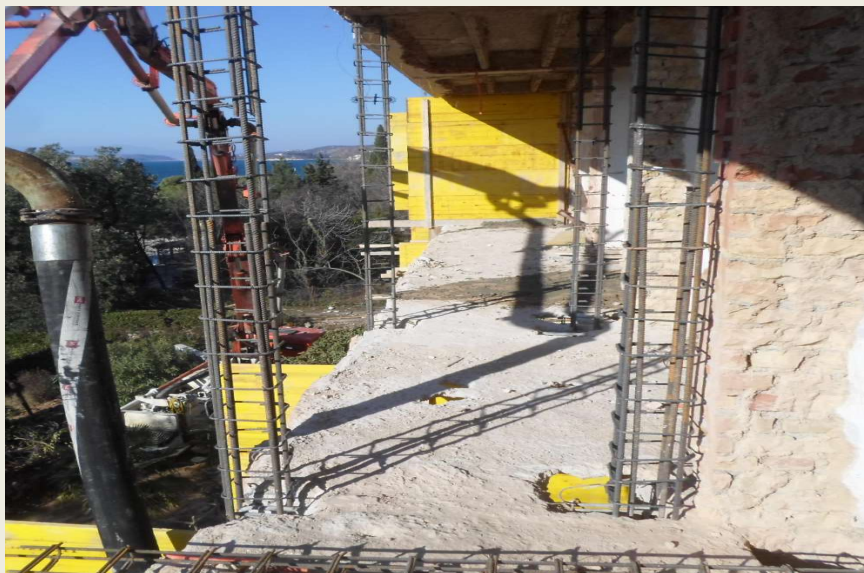
Vertikalni elementi



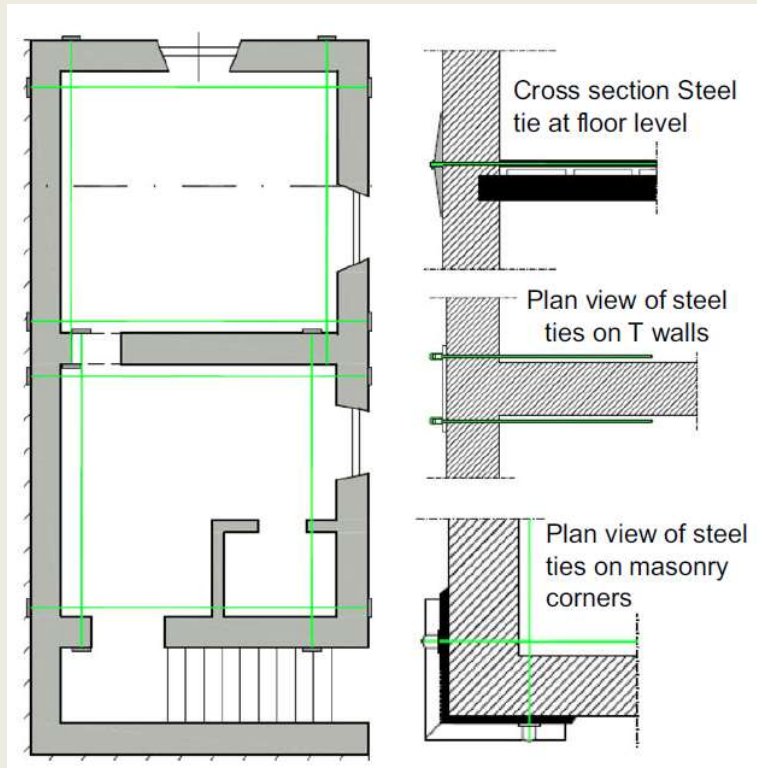
## Ojačavanje spojeva zidova

- Ugradnjom novih AB vertikalnih serklaža → samo ukoliko postoje horizontalni serklaži ili se izvode novi serklaži/kruti diskovi
- Dodatkom čeličnih pločevina
- Naknadnim prednapinjanjem

Izvedba novih AB serklaža



# TEHNIKE POPRAVAKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE



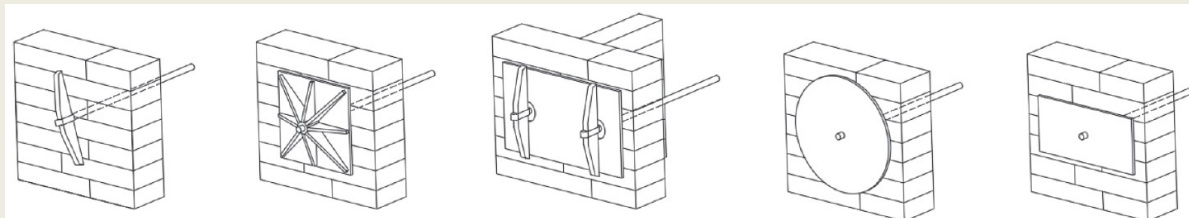
Povezivanje građevine

## Povezivanje zidova zategama

- Optimalan položaj zatega u razini međukatnih konstrukcija
- Povezivanje paralelnih zidova zategama
- Posvetiti pozornost dizajniranju sidara
- Sidra je moguće sakriti u zidu – konzervatorski uvjeti



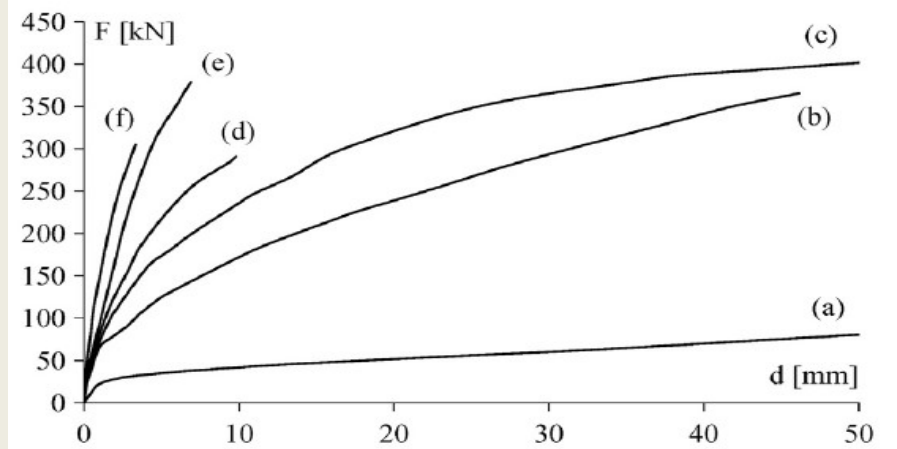
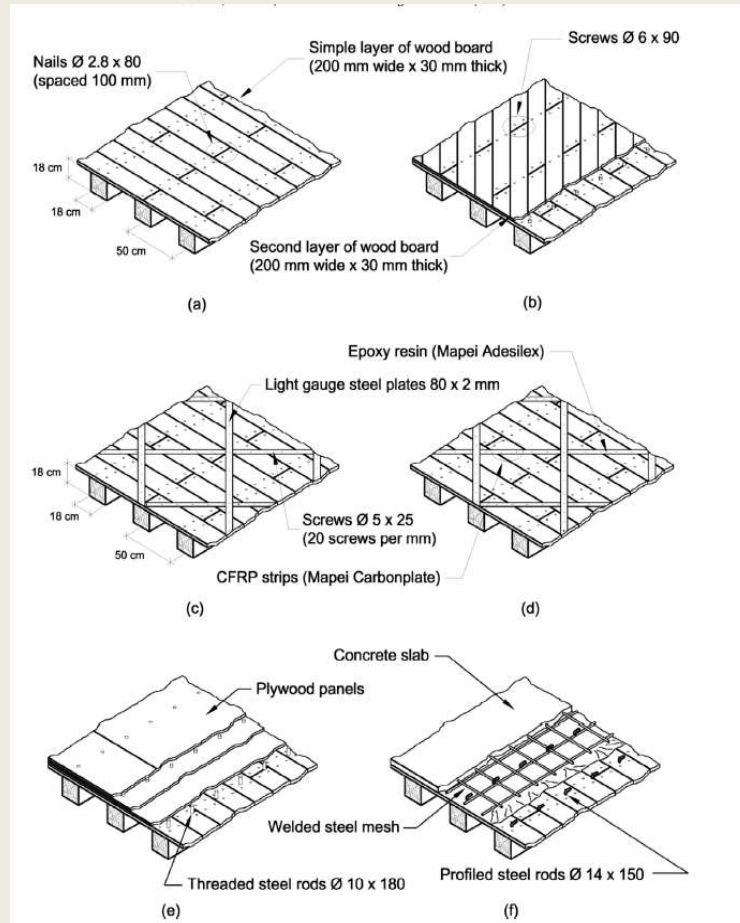
Prikaz sidrenja



# TEHNIKE POPRAVAKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

Horizontalna dijafragma

## Izvedba horizontalnog diska



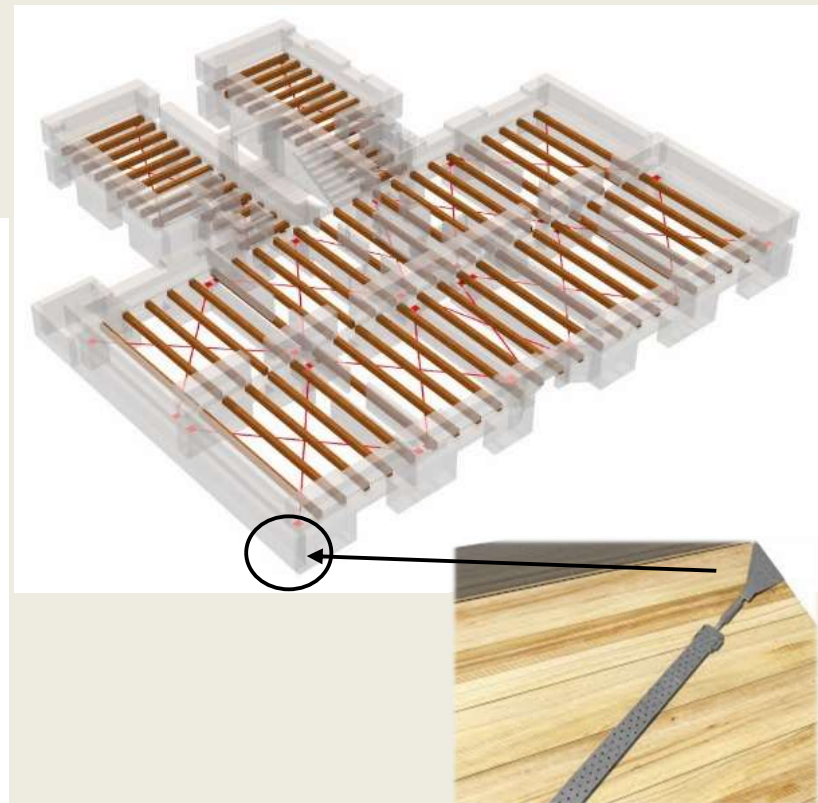
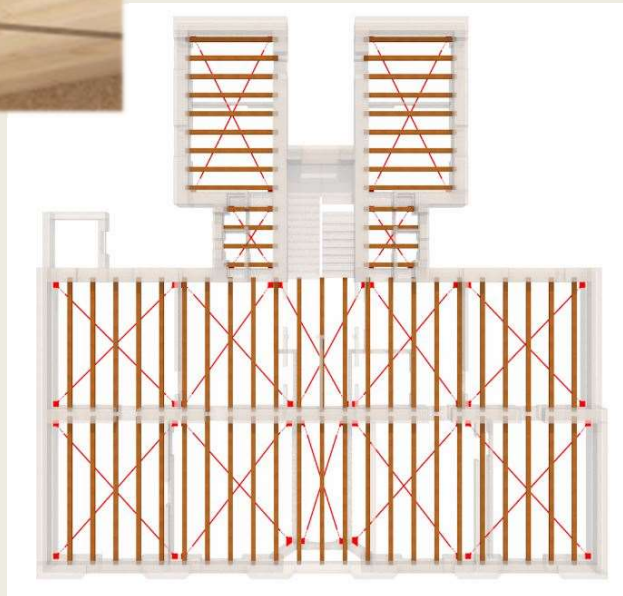
# TEHNIKE POPRAVAKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

Horizontalna dijafagma

## Izvedba horizontalnog diska

### Spregovi s perforiranim limom

- S donje strane drvenih grednika u spojeve nosivih postojećih zidova montiramo prihvatnu pločicu na koju se postavlja španer i perforirana traka i fiksira usuprotni kut/spoj nosivih zidova.

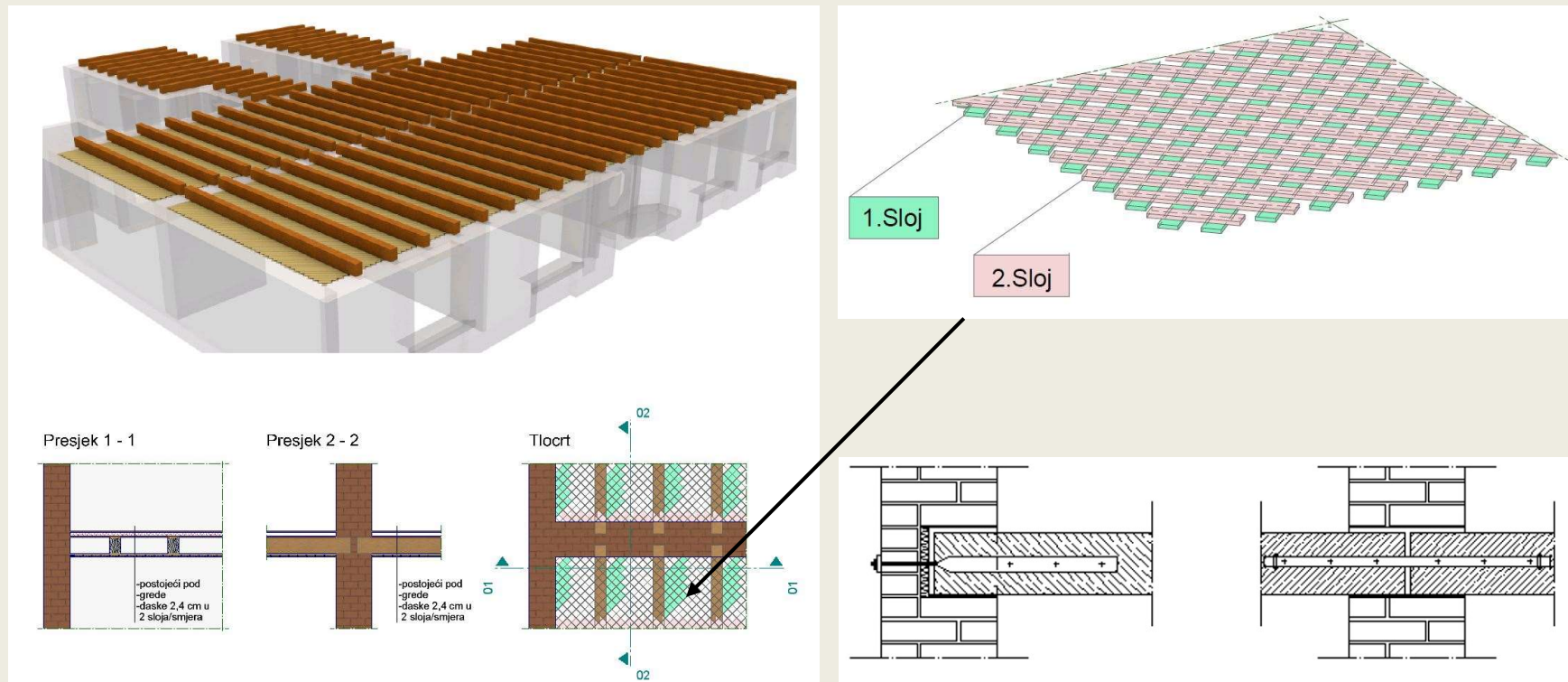


# TEHNIKE POPRAVAKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

Horizontalna dijafragma

## Izvedba horizontalnog diska daščanom oplatom

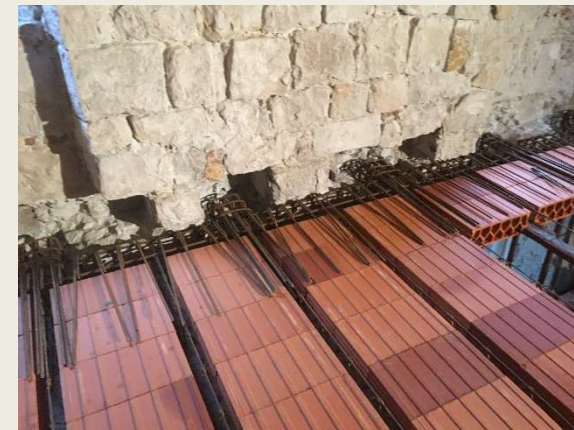
- S donje strane drvenih grednika uklanjamo postojeće slojeve (trstika+žbuka) i zamjenjujemo ih međusobno okomitim daskama pod kutem 45°





# TEHNIKE POPRAVAKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

## Izvedba horizontalnog diska s tlačnom pločom



Spregnuta ploča drvo - beton

Spregnuta ploča čelik - beton

Polumontažni stropovi



# SADRŽAJ

1. UVOD
2. TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE
3. TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE
- 4. TIPOVI ZAHVATA – KONCEPTUALNA RJEŠENJA**
5. PRIMJERI NA REALIZIRANIM OBJEKTIMA
6. PRIMJER KARAKTERISTIČNE DONJOGRADSKJE KUĆE - PALMOTIĆEVA
7. ZAKLJUČAK



# TIPOVI ZAHVATA U OBNOVI PREMA HRN EN 1998-3 - KONCEPTUALNA RJEŠENJA

## TIPOVI ZAHVATA

Lokalna ili opća prilagodba oštećenih ili neoštećenih elemenata

Dodavanje novih konstrukcijskih elemenata

Prilagodba konstrukcijskog sustava

Dodavanje novog konstrukcijskog sustava

Pretvorba postojećih nekonstrukcijskih elemenata u konstrukcijske

Uvođenje pasivnih zaštitnih uređaja (prigušivači)

Smanjenje mase

Ograničenje ili promjena namjene zgrade

Djelomično rušenje



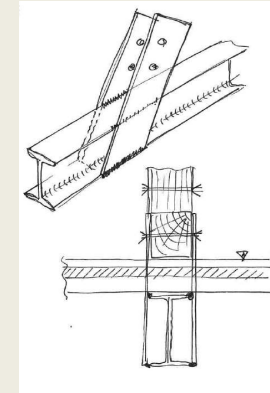
# TIPOVI ZAHVATA

## PRIMJER ZAHVATA NA POSTOJEĆOJ GRAĐEVINI OŠTEĆENOJ U POTRESU

**VARIJANTA 1:** veći dio donjogradskih potkrovlja je neadekvatno korišten. Pretvaranjem potkrovlja u korisni prostor i stavljanjem u funkciju dobiva se nova vrijednost kojom se dijelom može financirati Obnova



Prenamjena potkrovlja u korisni prostor



Dodatnom vrijednosti potkrovlja osigurati sredstva za obnovu

# TIPOVI ZAHVATA

## PRIMJER ZAHVATA NA POSTOJEĆOJ GRAĐEVINI OŠTEĆENOJ U POTRESU

### VARIJANTA 1

- Sanacija potkrovlja – Primjeri adaptiranog potkrovlja

Prenamjena potkrovlja u korisni prostor



# TIPOVI ZAHVATA

## PRIMJER ZAHVATA NA POSTOJEĆOJ GRAĐEVINI OŠTEĆENOJ U POTRESU

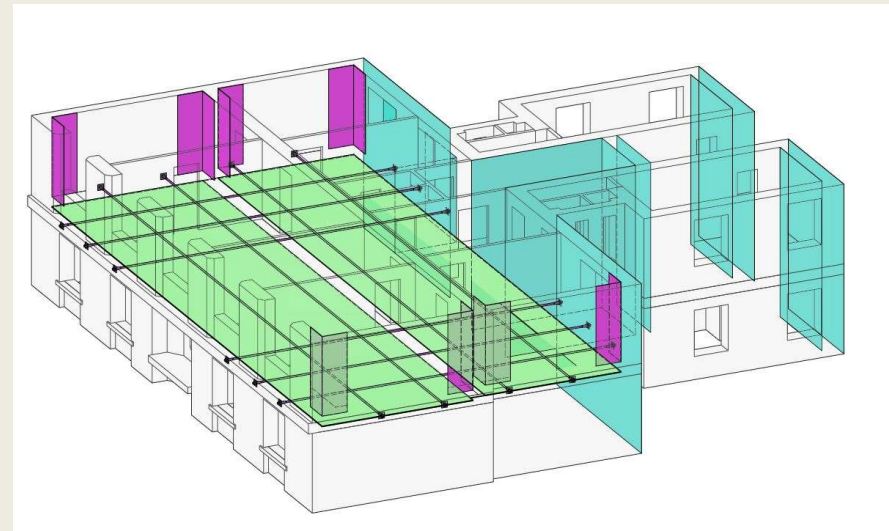
### VARIJANTA 2

- Primjereno razini obnove 2
- Djelomično torkretiranje vanjskih i stubišnih zidova (jednostrano ili obostrano prema mogućnosti)
- Izvođenje krutog diska → dvoslojne međusobno okomite daske/ploče s donje strane grednika (nije potrebno skidati gornje slojeve poda), u potkrovlju sa gornje strane drvenog grednika
- Postavljanje čeličnih zatega za povezivanje zidova
- Pojačanje spojeva zidova te stupova FRP materijalima



3D model lokalnih ojačanja

Lokalna ojačanja hor. i vert. elemenata



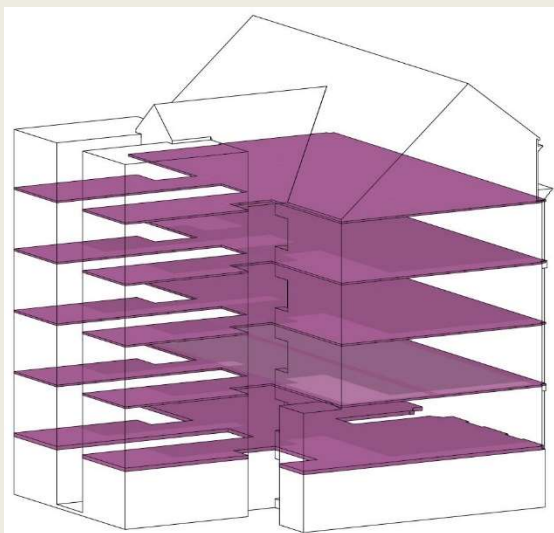
- Pojačanje stropnih grednika drvenom pločom s donje strane
- Mlazni beton
- ↔ Zatege
- Tkanina od karbonskih vlakana

# TIPOVI ZAHVATA

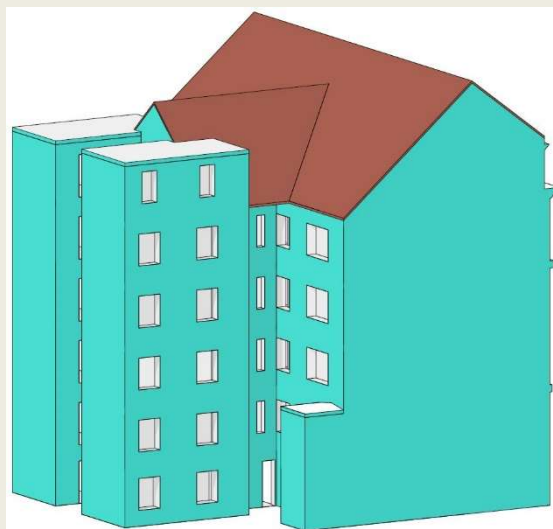
## PRIMJER ZAHVATA NA POSTOJEĆOJ GRAĐEVINI OŠTEĆENOJ U POTRESU

### VARIJANTA 3: ukupno ojačanje zidova i stropova

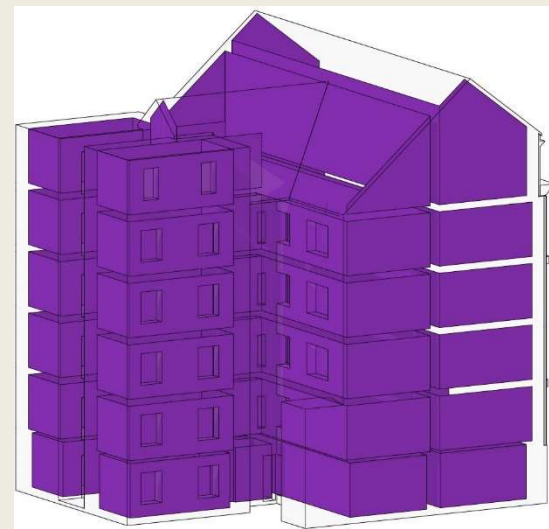
- Primjereno teže oštećenim građevinama i razinama obnove 3 i 4
- Izvođenje krutih horizontalnih diskova
- Torkretiranje zidova (jednostrano ili obostrano prema mogućnosti)
- Ovakav koncept obnove podrazumijeva iseljenje korisnika, izradu novih podnih i zidnih obloga kao i većinu instalacija



Izvođenje krutih diskova



Torkretiranje izvana



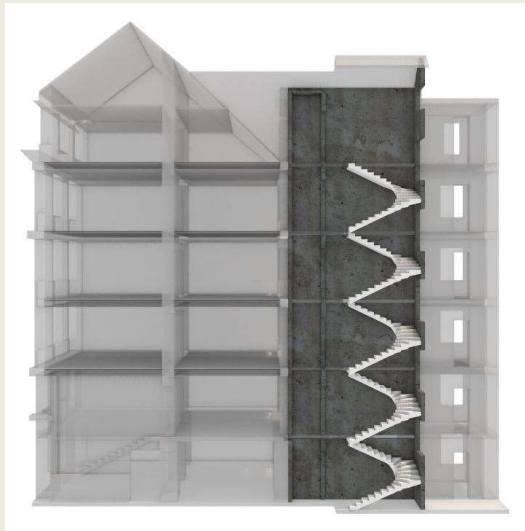
Torkretiranje iznutra

# TIPOVI ZAHVATA

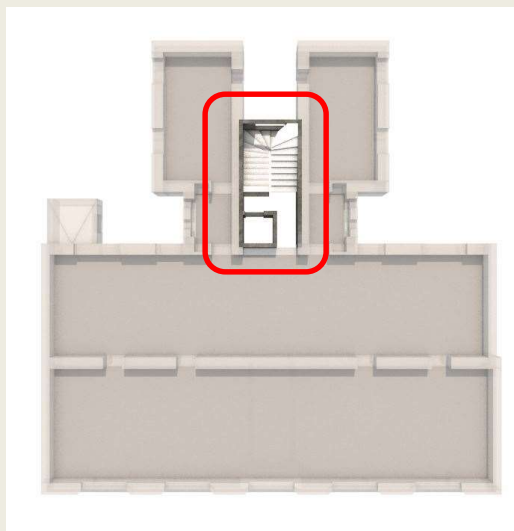
## PRIMJER ZAHVATA NA POSTOJEĆOJ GRAĐEVINI OŠTEĆENOJ U POTRESU

### VARIJANTA 4: nova komunikacijska jezgra

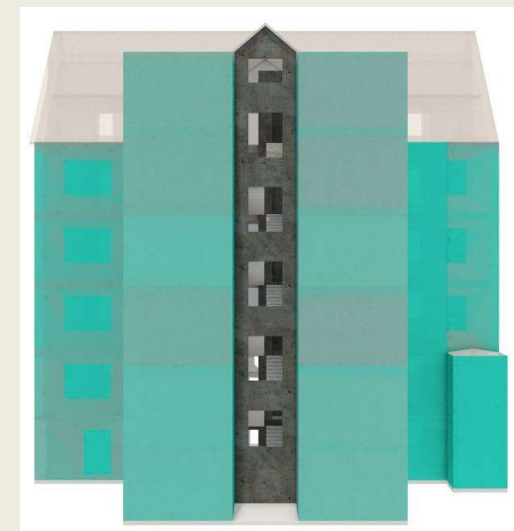
- Ojačanje sa minimalnim zadiranjem u korisne prostore (stanove, urede)
- Izvođenje središnje AB jezgre lifta i stubišta, dodatni komfor u komunikaciji
- Prema potrebi torkretiranje izvana
- Pri tome paziti da se ne naruši pravilnost konstrukcije
- Izvedba krutih horizontalnih diskova, po mogućnosti sa donje strane stropova, osim u potkrovlju



Izvedba AB jezgre presjek



Izvedba AB jezgre tlocrt



Vert. pojačanje torkretiranjem

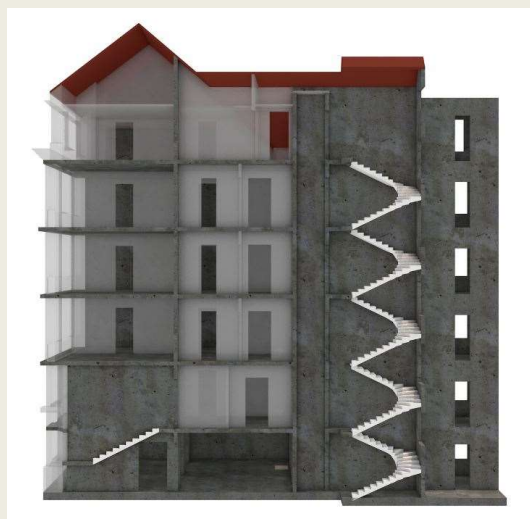


# TIPOVI ZAHVATA

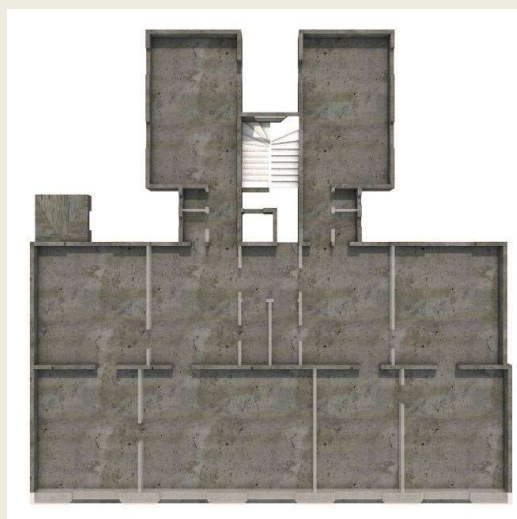
## PRIMJER ZAHVATA NA POSTOJEĆOJ GRAĐEVINI OŠTEĆENOJ U POTRESU

### VARIJANTA 5: nova ab-konstrukcija, zadržava se samo fasada

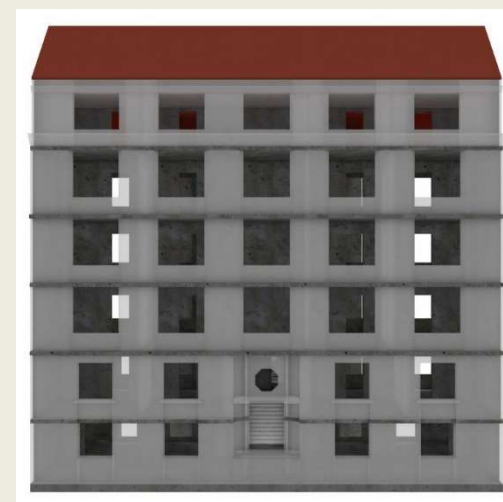
- Kod značajno oštećenih građevina
- Zadržavanje samo prednjeg pročelja (samo ako predstavlja konzervatorsku vrijednost)
- Uklanjanje preostalog dijela građevine koja se zamjenjuje novom AB konstrukcijom



3D presjek kroz AB konstrukciju



3D tlocrt kroz AB konstrukciju



3D model

# TIPOVI ZAHVATA

## PRIMJER ZAHVATA NA POSTOJEĆOJ GRAĐEVINI OŠTEĆENOJ U POTRESU

### VARIJANTA 5: nova ab-konstrukcija, zadržava se samo fasada

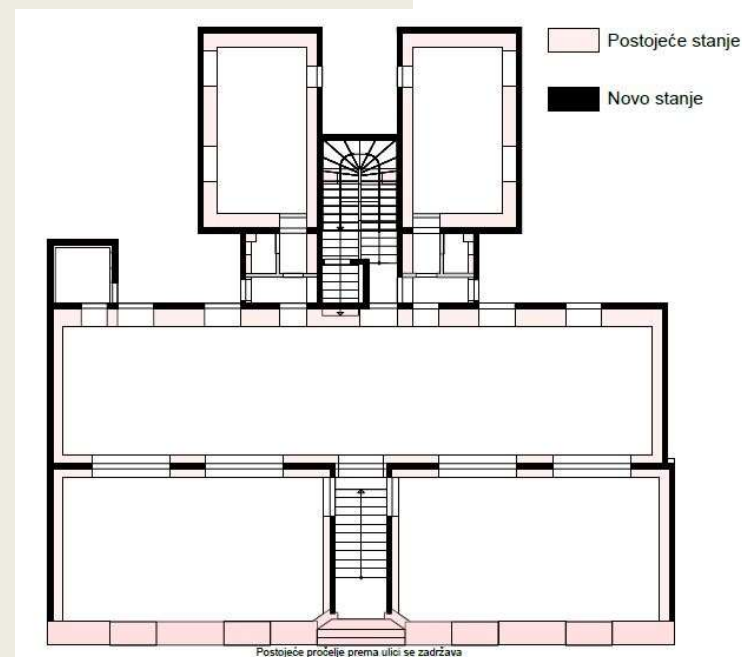
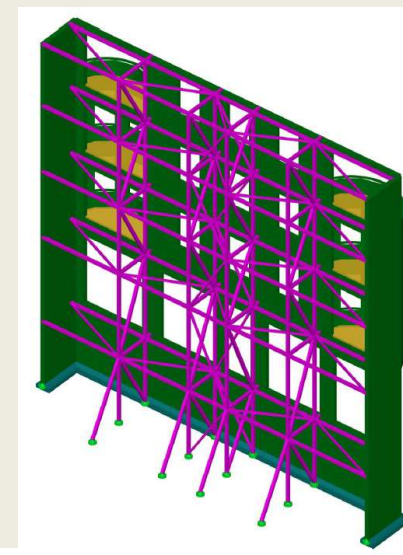
Stara građevina: 1916,04 m<sup>2</sup>;

Nova građevina: 2315,90 m<sup>2</sup>

Povećanje netto površine nakon sanacije od 399,86 m<sup>2</sup>  
(21% u odnosu na staro stanje)

| POSTOJEĆE    | BRUTO          | NETO           | SVI ZIDOVI     | %      | ZIDOVI X       | %      | ZIDOVI Y       | %      |
|--------------|----------------|----------------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|
|              | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> |        | m <sup>2</sup> |        | m <sup>2</sup> |        |
| PODRUM       | 419            | 315,32         | 103,68         | 24,74% | 80,35          | 19,18% | 45,28          | 10,81% |
| PRIZEMLJE    | 419            | 323,93         | 95,07          | 22,69% | 55,44          | 13,23% | 42,75          | 10,20% |
| 1. KAT       | 413            | 317,93         | 95,07          | 23,02% | 55,63          | 13,47% | 41,28          | 10,00% |
| 2. KAT       | 413            | 317,93         | 95,07          | 23,02% | 55,63          | 13,47% | 41,28          | 10,00% |
| 3. KAT       | 413            | 317,93         | 95,07          | 23,02% | 55,63          | 13,47% | 41,28          | 10,00% |
| 4. KAT       | 413            | 323            | 90             | 21,79% | 53,19          | 12,88% | 26,12          | 6,32%  |
| <b>SUMA:</b> | <b>2490</b>    | <b>1916,04</b> | <b>573,96</b>  |        |                |        |                |        |

| SANACIJA                   | BRUTO          | NETO           | SVI ZIDOVI     | %     | ZIDOVI X       | %     | ZIDOVI Y       | %     | RAZLIKA        |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|
|                            | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> |       | m <sup>2</sup> |       | m <sup>2</sup> |       | m <sup>2</sup> |
| PODRUM                     | 419            | 388,05         | 30,95          | 7,39% | 27,51          | 6,57% | 17,72          | 4,23% | 72,73          |
| PRIZEMLJE                  | 419            | 388,05         | 30,95          | 7,39% | 27,51          | 6,57% | 17,72          | 4,23% | 64,12          |
| 1. KAT                     | 413            | 384,94         | 28,06          | 6,79% | 28,474         | 6,89% | 14,42          | 3,49% | 67,01          |
| 2. KAT                     | 413            | 384,94         | 28,06          | 6,79% | 28,474         | 6,89% | 14,42          | 3,49% | 67,01          |
| 3. KAT                     | 413            | 384,94         | 28,06          | 6,79% | 28,474         | 6,89% | 14,42          | 3,49% | 67,01          |
| 4. KAT                     | 413            | 384,94         | 28,06          | 6,79% | 28,474         | 6,89% | 14,42          | 3,49% | 61,94          |
| <b>SUMA:</b>               | <b>2490</b>    | <b>2315,86</b> | <b>174,14</b>  |       | <b>168,916</b> |       | <b>93,12</b>   |       | <b>399,82</b>  |
| <b>POVEĆANJE POVRŠINE:</b> |                | <b>121%</b>    |                |       |                |       |                |       |                |



# SADRŽAJ

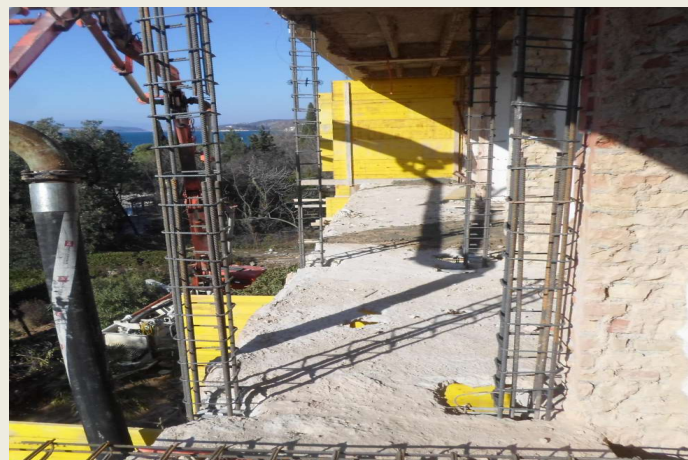
1. UVOD
2. TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE
3. TIPOVI ZAHVATA
4. TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE
- 5. PRIMJERI NA REALIZIRANIM OBJEKTIMA**
6. PRIMJER KARAKTERISTIČNE DONJOGRADSKE KUĆE - PALMOTIĆEVA
7. ZAKLJUČAK



# REALIZIRANI OBJEKTI - PRIMJER 1

## Postojeća građevina:

- 1.REKONSTRUKCIJA: 1960. godina
- Etažnost : prizemlje, dva kata i potkrovlje
- Površina cca 1750 m<sup>2</sup>
- Vertikalni nosivi sustav – zidano neomeđeno zide
- Stropovi - sitnorebričasti strop



Dodavanje novih konstruktivnih elemenata – AB zidova i serklaža

# REALIZIRANI OBJEKTI - PRIMJER 1



## POSTOJEĆI TLOCRT GRAĐEVINE

### Koncept postojeće građevine:

- nedostatak uzdužnih zidova - X smjer („gruba greška“)

Zidovi postojeće stanje:

X smjer = 0.5 %

Y smjer = 9.95 %

## TLOCRT NAKON REKONSTRUKCIJE

Dodavanje novih konstruktivnih  
elemenata – AB zidovi

Zidovi novo stanje:

X smjer = 1.65 %

Y smjer = 10.11 %

Na ovom primjeru vidljivo je kako nema smisla „građevine vraćati u prvobitno stanje” jer je osnovni koncept konstrukcije sadržavao „grubu grešku”.

# REALIZIRANI OBJEKTI - PRIMJER 2

## Postojeća građevina:

- OSNOVNA GRADNJA: 1961. godina
- Etažnost: Pr. + 3 kata
- Vertikalni konstruktivni sistem je od zidanog neomeđenog ziđa (puna opeka 38 cm debljine)
- Stropne konstrukcije – sitnobrečasti strop na vanjske zidove i unutarnje zidove hodnika
- **Nedovoljna seizmička otpornost građevine u poprečnom smjeru prilikom osnovne gradnje („gruba greška“)**



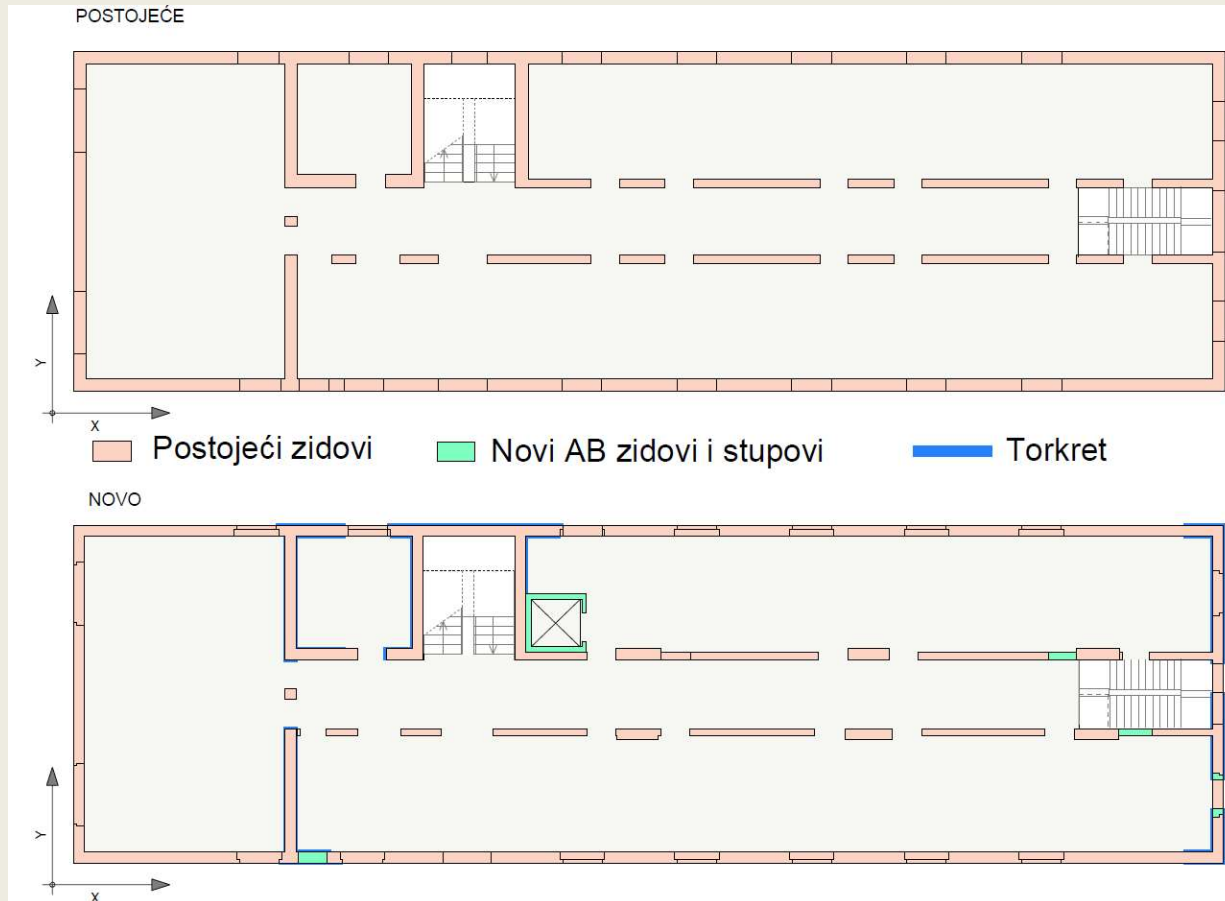
## Rekonstrukcija i ojačanje konstrukcije:

- Primjer ojačanja konstrukcije nepravilno izvedene u osnovnoj gradnji
- Dodavanje novih konstruktivnih vertikalnih elemenata – ab zidova
- Jednostranim i dvostranim „torkretom” ojačani zidani zidovi

Torkretiranje zidova



# REALIZIRANI OBJEKTI - PRIMJER 2



## POSTOJEĆI TLOCRT GRAĐEVINE

### Koncept postojeće građevine:

- Poprečni smjer – samo dva vanjska zida i poprečni zidovi stubišta

Zidovi postojeće stanje:

X smjer = 11.77 %

Y smjer = 4.05 %

## TLOCRT NAKON REKONSTRUKCIJE

- Dodavanje novih konstruktivnih elemenata – AB zidovi
- Torkretiranje postojećih zidova

Zidovi novo stanje:

X smjer = 12.03 %

Y smjer = 4.50 %

## REALIZIRANI OBJEKTI - PRIMJER 3



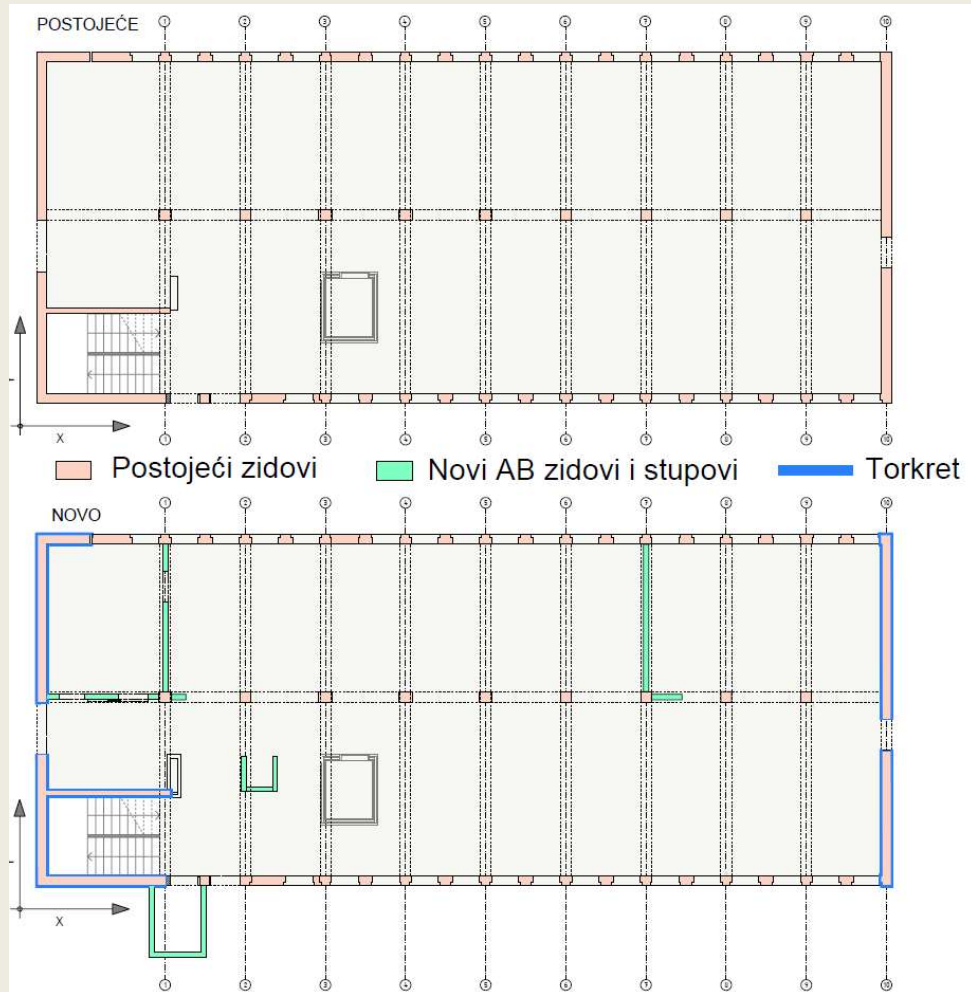
### Postojeća građevina:

- Objekt izgrađen 1961. godine
- Dimenzije 32x13,1
- Etažnost: pt. + 4 kata
- Nosivi zidovi debljine 38 cm
- Nedovoljno zidova uzdužno i poprečno
- Dodavanje novih konstruktivnih vertikalnih elemenata – ab zidova
- Jednostranim i dvostranim „torkretom” ojačani zidani zidovi





# REALIZIRANI OBJEKTI - PRIMJER 3



## POSTOJEĆI TLOCRT GRAĐEVINE

### Koncept postojeće građevine:

- Nedostatna otpornost građevine na seizmičke sile

Zidovi postojeće stanje:

X smjer = 0.80 %

Y smjer = 2.08 %

## TLOCRT NAKON REKONSTRUKCIJE

- Dodavanje novih konstruktivnih elemenata – AB zidovi
- Torkretiranje postojećih zidova

Zidovi novo stanje:

X smjer = 1.20 %

Y smjer = 3.03 %

# REALIZIRANI OBJEKTI - PRIMJER 4

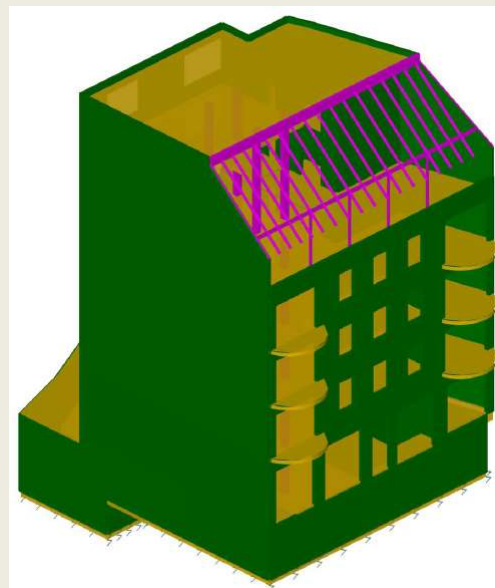


## Postojeća građevina:

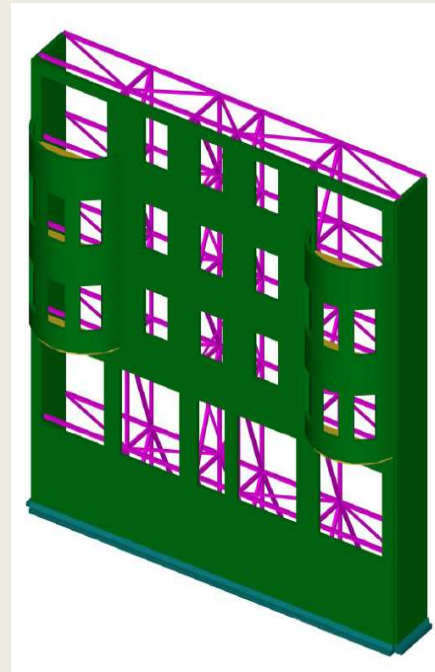
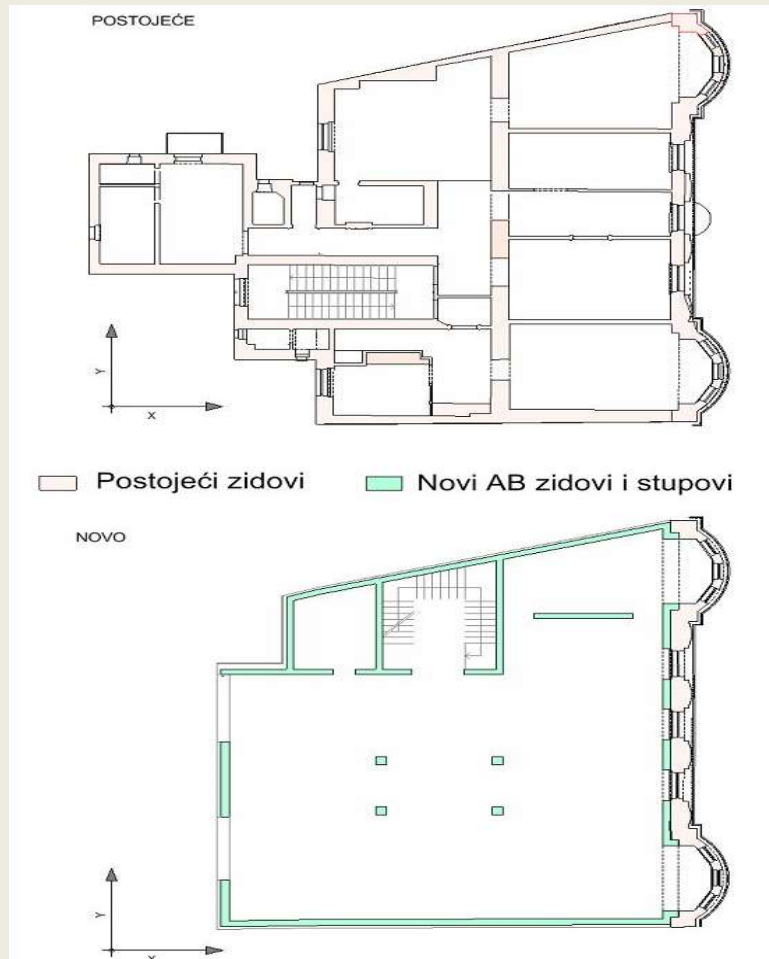
- Objekt izgrađen 1912. godine
- Teže oštećeni nosivi zidovi
- Konzervatorska zaštita prednjeg pročelja zgrade

## Odabrani zahvat:

- uklanjanje oštećene građevine
- Izvedba „zamjenske građevine” uz očuvanje zaštićenog prednjeg pročelja



# REALIZIRANI OBJEKTI - PRIMJER 4



## POSTOJEĆI TLOCRT GRAĐEVINE

### Koncept postojeće građevine:

- Teža oštećenja

### Zidovi postojeće stanje:

X smjer = 11.25 %

Y smjer = 12.48 %

## TLOCRT NAKON REKONSTRUKCIJE

- Izvedba novih konstruktivnih elemenata – AB zidovi

### Zidovi novo stanje:

X smjer = 4.58 %

Y smjer = 3.89 %

- Zadržavanje i pridržanje fasadnog zida

**Rezultat: pouzdanija građevina, funkcionalnijeg tlocrta i veće korisne površine**

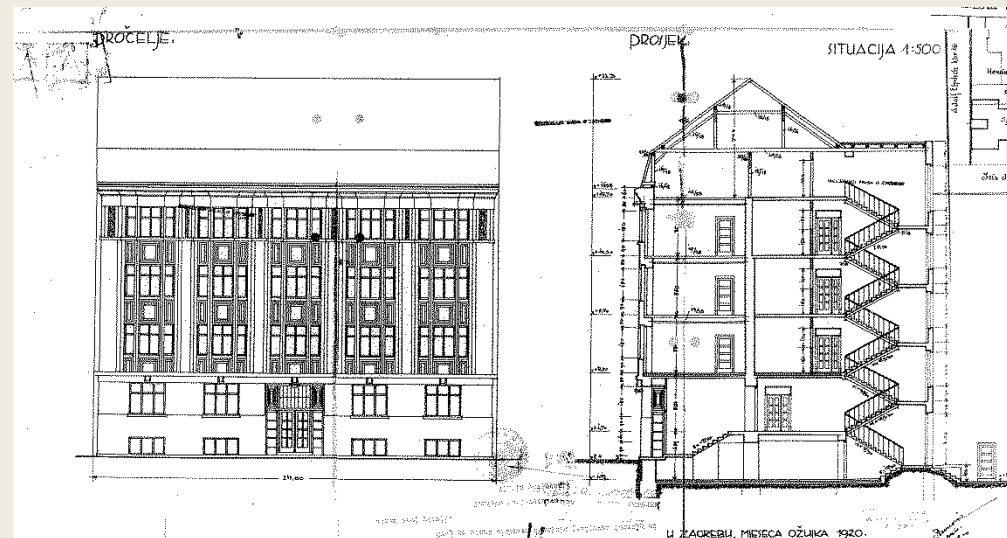
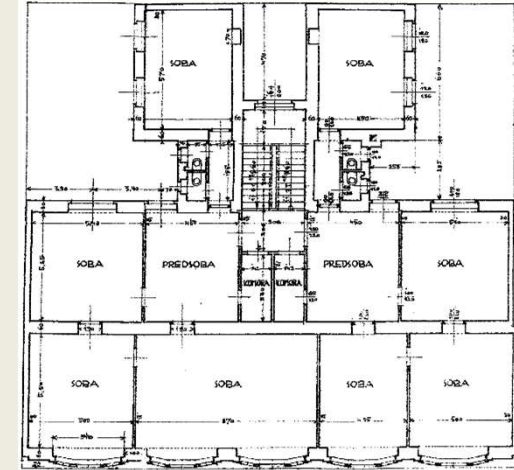
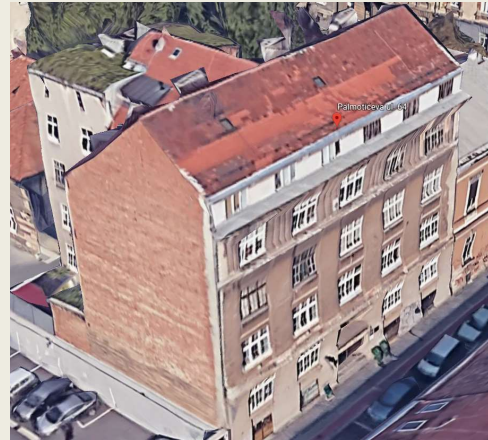
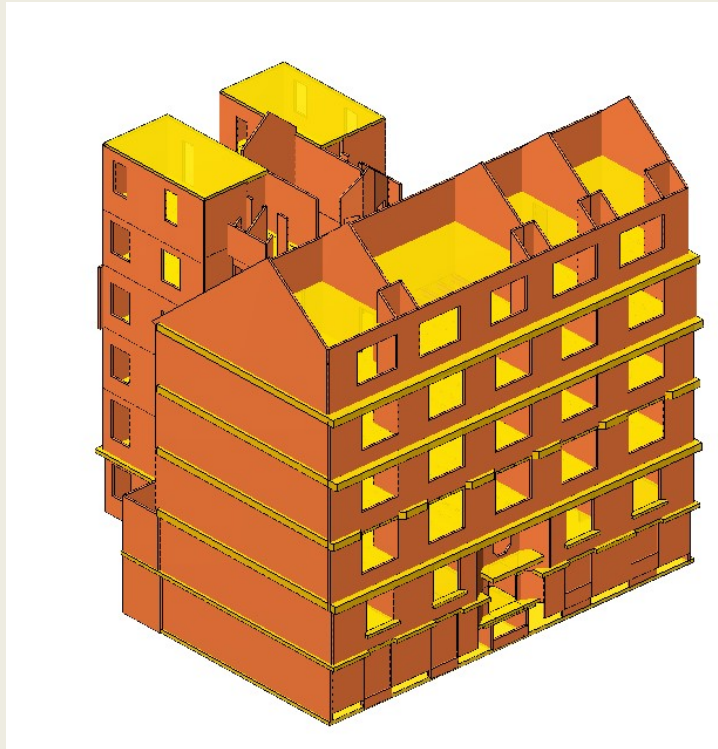
# SADRŽAJ

1. UVOD
2. TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE
3. TIPOVI ZAHVATA
4. TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE
5. PRIMJERI NA REALIZIRANIM OBJEKTIMA
- 6. PRIMJER KARAKTERISTIČNE DONJOGRADSKJE KUĆE - PALMOTIĆEVA**
7. ZAKLJUČAK



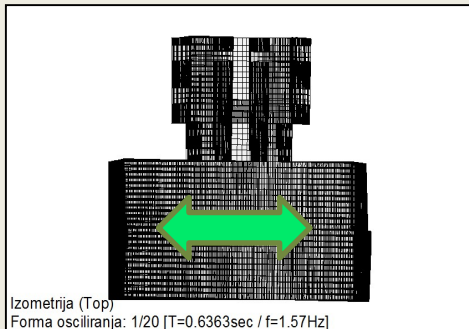
# PRIMJER KARAKTERISTIČNE DONJOGRADSKJE KUĆE - PALMOTIĆEVA

Model:

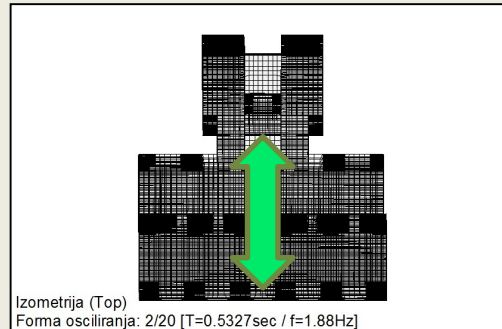


# PRIMJER KARAKTERISTIČNE DONJOGRADSKE KUĆE - PALMOTIĆEVA

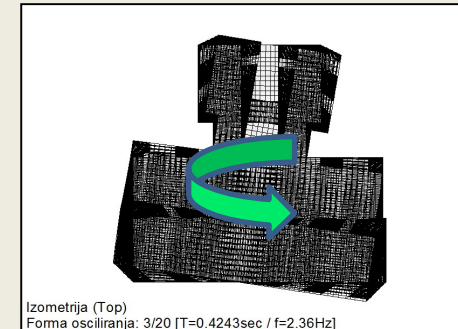
Vlastiti oblik titranja:



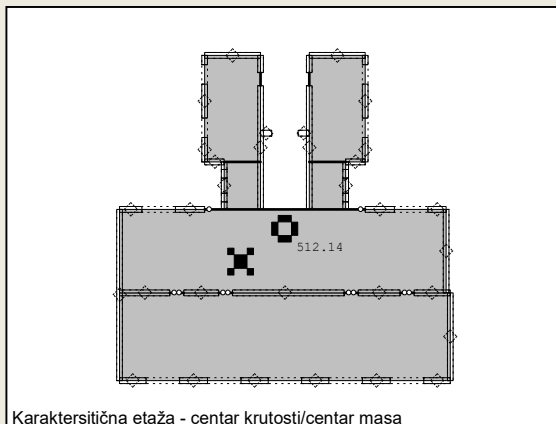
1. TON: 0,63 s



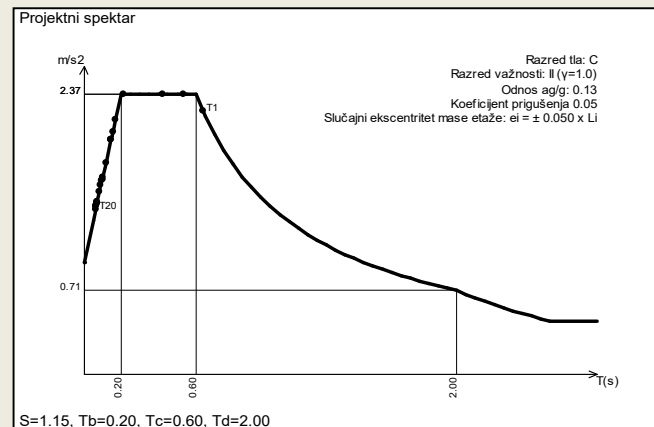
2. TON: 0,53 s



3. TON: 0,42 s



Centar mase i krutosti



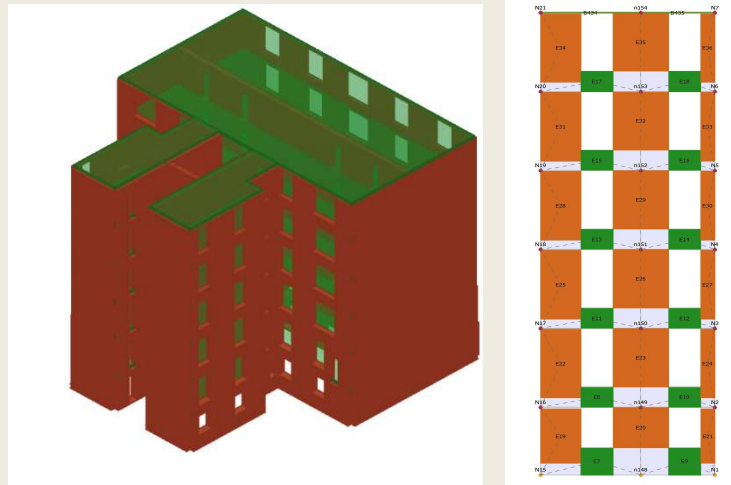
Projektni spektar

- Faktor ponašanja: 1,5
- Tlo kategorije C
- Odnos  $a_g/g = 0,126$  (50 % EC8)
- Krutost zidova određena je uzimajući u obzir deofrmabilnost zbog savijanja i posmika za raspucalo stanje kao polovina vrijednosti za neraspucalo stanje.

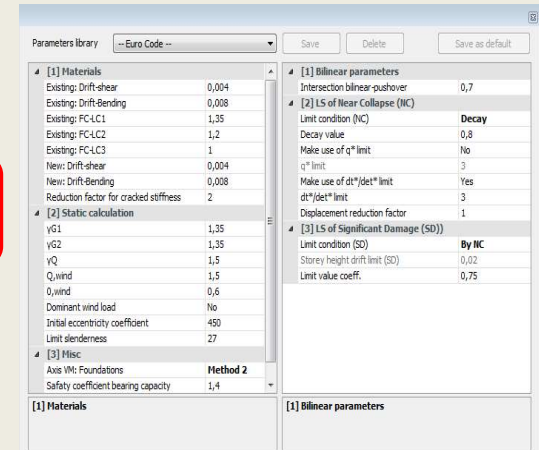


# PRIMJER KARAKTERISTIČNE DONJOGRADSKJE KUĆE - PALMOTIĆEVA

Nelinearni statički proračun (postupno guranje) EFM metodom (equivalent frame models):



**PARAMETRI PRORAČUNA**



**Zaključak:** Kao najkritičnije analize se preuzimaju:

+X smjer => 61,4 % za SD, 39,7 % za DL

-Y smjer => 43,4% za SD, 57,6 za DL

Gdje su:

SD – significant damage > ZO znatno oštećenje (475 god.)

DL – damage limitation > OO ograničeno oštećenje (95 god.)

Verify analysis

| 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              | 10,05      | 7,79       | 1,84        | 0,775 | 0,372 |
| 2   | <input checked="" type="checkbox"/> | +X         | Modal distribution | 0,00              | 11,02      | 6,76       | 2,15        | 0,614 | 0,397 |
| 3   | <input checked="" type="checkbox"/> | -X         | Uniform            | 0,00              | 10,05      | 8,35       | 1,93        | 0,830 | 0,390 |
| 4   | <input checked="" type="checkbox"/> | -X         | Modal distribution | 0,00              | 11,02      | 10,51      | 2,16        | 0,954 | 0,399 |
| 5   | <input checked="" type="checkbox"/> | +Y         | Uniform            | 0,00              | 8,44       | 5,43       | 2,39        | 0,658 | 0,601 |
| 6   | <input checked="" type="checkbox"/> | +Y         | Modal distribution | 0,00              | 8,56       | 5,34       | 2,40        | 0,638 | 0,592 |
| 7   | <input checked="" type="checkbox"/> | -Y         | Uniform            | 0,00              | 9,07       | 4,14       | 2,62        | 0,469 | 0,596 |
| 8   | <input checked="" type="checkbox"/> | -Y         | Modal distribution | 0,00              | 9,24       | 4,28       | 2,67        | 0,473 | 0,591 |
| 9   | <input checked="" type="checkbox"/> | +X         | Uniform            | -116,25           | 10,28      | 7,37       | 1,90        | 0,717 | 0,376 |
| 10  | <input checked="" type="checkbox"/> | +X         | Uniform            | -116,25           | 9,78       | 7,66       | 1,73        | 0,785 | 0,364 |
| 11  | <input checked="" type="checkbox"/> | +X         | Modal distribution | -116,25           | 11,20      | 6,89       | 2,07        | 0,616 | 0,376 |
| 12  | <input checked="" type="checkbox"/> | +X         | Modal distribution | -116,25           | 10,80      | 7,01       | 1,95        | 0,649 | 0,368 |
| 13  | <input checked="" type="checkbox"/> | -X         | Uniform            | -116,25           | 10,28      | 8,27       | 2,03        | 0,804 | 0,401 |
| 14  | <input checked="" type="checkbox"/> | -X         | Uniform            | -116,25           | 9,77       | 8,57       | 1,83        | 0,878 | 0,385 |
| 15  | <input checked="" type="checkbox"/> | -X         | Modal distribution | -116,25           | 11,22      | 11,18      | 2,20        | 0,997 | 0,399 |
| 16  | <input checked="" type="checkbox"/> | -X         | Modal distribution | -116,25           | 10,80      | 11,11      | 1,99        | 1,028 | 0,374 |
| 17  | <input checked="" type="checkbox"/> | +Y         | Uniform            | 118,63            | 8,44       | 5,22       | 2,41        | 0,635 | 0,607 |
| 18  | <input checked="" type="checkbox"/> | +Y         | Uniform            | -118,63           | 8,44       | 5,44       | 2,42        | 0,660 | 0,608 |
| 19  | <input checked="" type="checkbox"/> | +Y         | Modal distribution | 118,63            | 8,56       | 5,97       | 2,38        | 0,709 | 0,589 |
| 20  | <input checked="" type="checkbox"/> | +Y         | Modal distribution | -118,63           | 8,56       | 4,57       | 2,40        | 0,551 | 0,592 |
| 21  | <input checked="" type="checkbox"/> | -Y         | Uniform            | 118,63            | 9,66       | 4,48       | 3,09        | 0,465 | 0,641 |
| 22  | <input checked="" type="checkbox"/> | -Y         | Uniform            | -118,63           | 9,07       | 3,82       | 2,53        | 0,434 | 0,576 |
| 23  | <input checked="" type="checkbox"/> | -Y         | Modal distribution | 118,63            | 9,25       | 4,56       | 2,58        | 0,501 | 0,570 |
| 24  | <input checked="" type="checkbox"/> | -Y         | Modal distribution | -118,63           | 9,27       | 4,03       | 2,61        | 0,444 | 0,576 |

Display analysis details

Insert all analysis in report

Delete analysis

Colour legend

- Satisfied
- Not satisfied
- Failure to decay
- Self weight not converging
- Most significant analysis

Exit



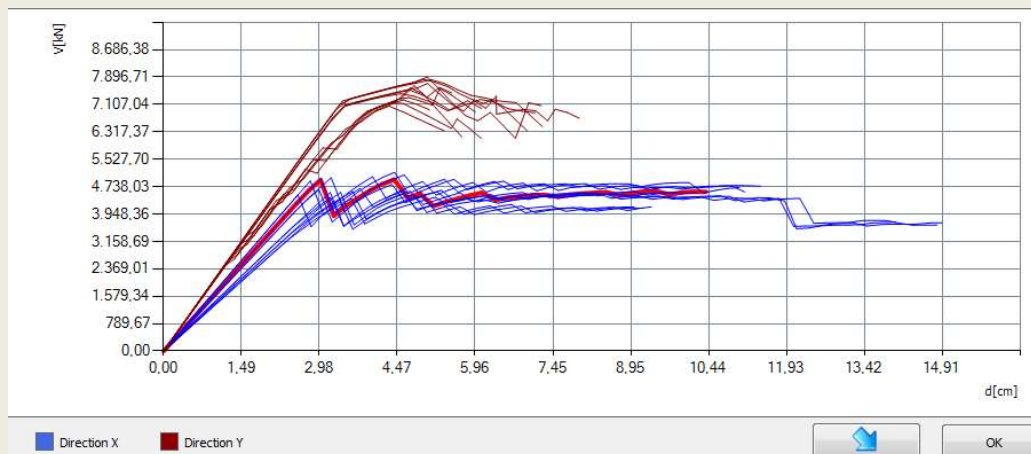
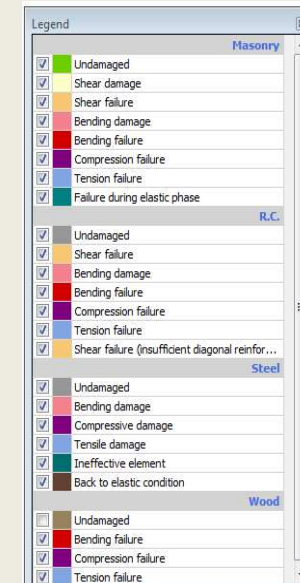
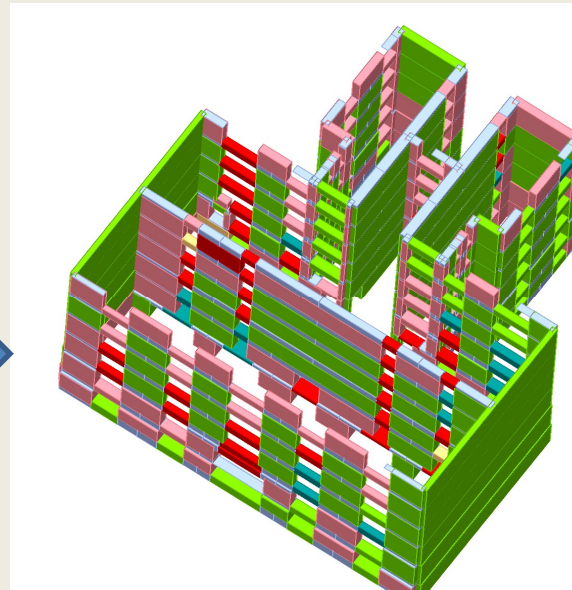
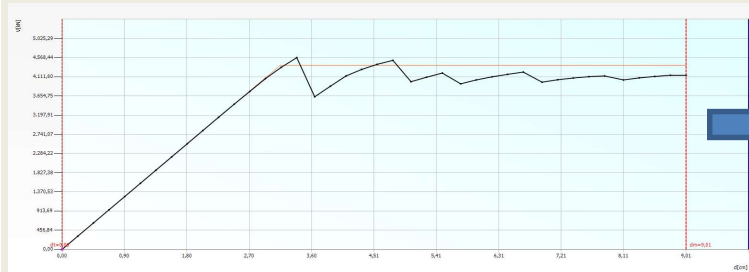


# PRIMJER KARAKTERISTIČNE DONJOGRADSKJE KUĆE - PALMOTIĆEVA

## Rezultat proračuna X smjer:

Prostorni prikaz oštećenosti pojedinih elemenata kod konačnog otkazivanja  $V=4146$  kN,  $d=9,01$  cm:

Otkazivanja se većinom događaju na savijanje i posmik prečki te pojedinih zidova na posmik:



**KRIVULJE KAPACITETA  
NOSIVOSTI ZA X I Y SMJER**



# SADRŽAJ

1. UVOD
2. TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE
3. TIPOVI ZAHVATA
4. TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE
5. PRIMJERI NA REALIZIRANIM OBJEKTIMA
6. PRIMJER KARAKTERISTIČNE DONJOGRADSKJE KUĆE - PALMOTIĆEVA
- 7. ZAKLJUČAK**



# ZAKLJUČAK

- Iako je cijelo područje Republike Hrvatske seizmički aktivno, potres koji se dogodio u Zagrebu 22.03.2020. nas je „iznenadio“
- Kao građevinska struka godinama smo upozoravali na rizik od potresa, neadekvatnu brigu, održavanje i **nedostatak strategije potresa u Republici Hrvatskoj**
- Kao građevinska struka na novoizgrađenim objektima dokazali smo da znamo projektirati, nadzirati i izgraditi pouzdane objekte u seizmički aktivnim područjima jer su pregledima građevina nakon potresa, **gdje se poštivala struka, konstatirana neznatna oštećenja**
- Problem predstavljaju „**naslijedene**“ **građevine**, sa izvorno nedovoljnom seizmičkom otpornošću, kao i građevine koje su nelegalno građene ili nepropisno rekonstruirane za koje bi trebalo ograničiti rok uporabljivosti
- Da bi odgovorili na ovaj veliki izazov i prevenirali eventualne buduće potrese potrebno sudjelovanje svih segmenata društva (građevinski, financijski, pravni, socijalni...) kako bi:
  - definirali **strategiju potresa** za cijelu Republiku Hrvatsku kojom bi se definirala prevencija potresa, pregledi, održavanje građevina...
  - korisnicima dati „životno važnu informaciju“ o građevinama u kojima žive, rade, koje kupuju u vidu „**seizmičke iskaznice**“
- Potres, iako nepogoda, novi je izazov za struku, ujedno i prilika obnove i preobrazbe Zagreba, koju trebamo pravilno iskoristiti.



## SURADNICI

- Miroslav Duvnjak, mag.ing.aedif.
- Ivan Dragičević , mag.ing.aedif.
- Marko Paripović, ing.građ.
- Petar Todorić, mag.ing.aedif.
- Igor Ivešić, dipl.ing.građ.



**Hvala na pažnji!**

