



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA

15. Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva Opatija, 2021.

Elaborat ocjene postojećeg stanja i projekt obnove zgrade u Zagrebu koja je kulturno dobro

Filip Barišić

Filip Barišić, mag.ing.aedif., INFO-G d.o.o., Zagreb

Igor Hranilović, dipl.ing.građ., INFO-G d.o.o., Zagreb

Mail: info-g@info-g.hr

Sadržaj

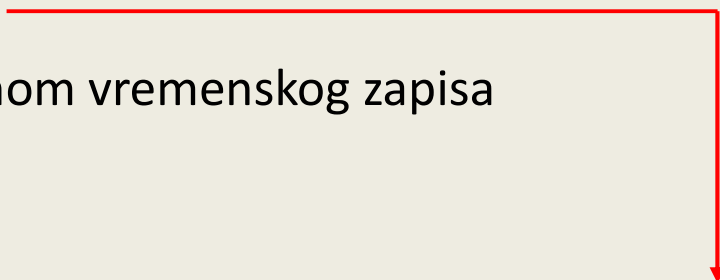
- Sanacija zgrade HZMO kroz dvije faze:
 - Projektna dokumentacija sanacije konstruktivnih dijelova zgrade
 - Izvedena sanacija nekonsruktivnih dijelova zgrade

Hodogram aktivnosti pri sanaciji zgrade



Metode proračuna

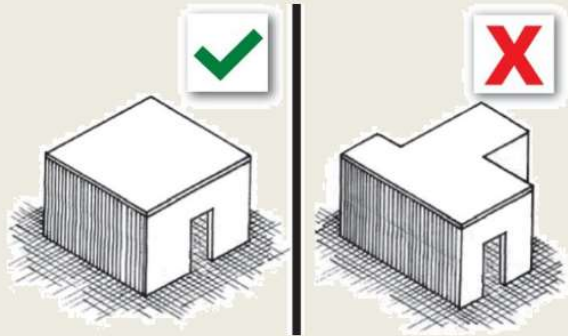
- Proračun bočnih sila
- Višemodalni proračun primjenom spektra odziva
- Nelinearni statički proračun
- Nelinearni proračun primjenom vremenskog zapisa
- Pristup s faktorom q

- 
- Zgrada pravilna u tlocrtu
 - Dominantna translacija, treći mod torzijski
 - >90% mase u prva 3 moda
 - Pravilnost u tlocrtu i po visini
 - Pravilna raspodjela i veličina otvora
 - Razina znanja RZ2: Uobičajeno znanje

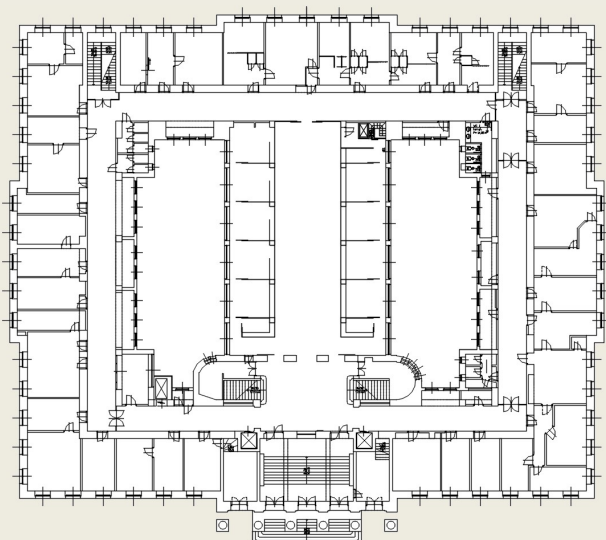


Seizmički odgovor konstrukcije

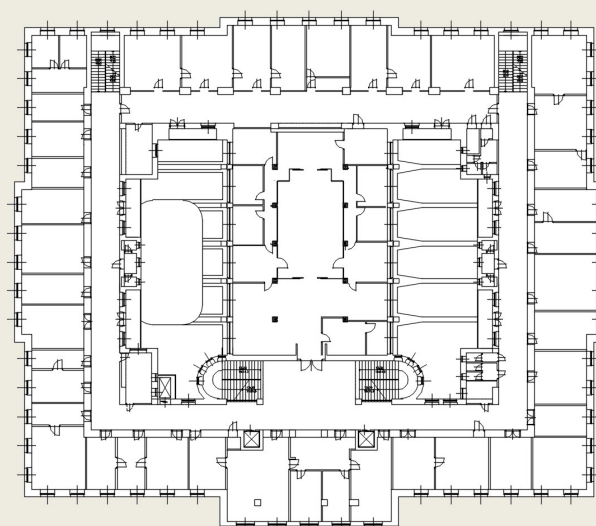
- Dispozicija konstrukcije
- Pravilnost u tlocrtu i po visini
- Raspodjela i veličina otvora
- Karakteristike ugrađenih materijala
- Karakteristike međukatne konstrukcije, veza između vertikalnih i horizontalnih elemenata



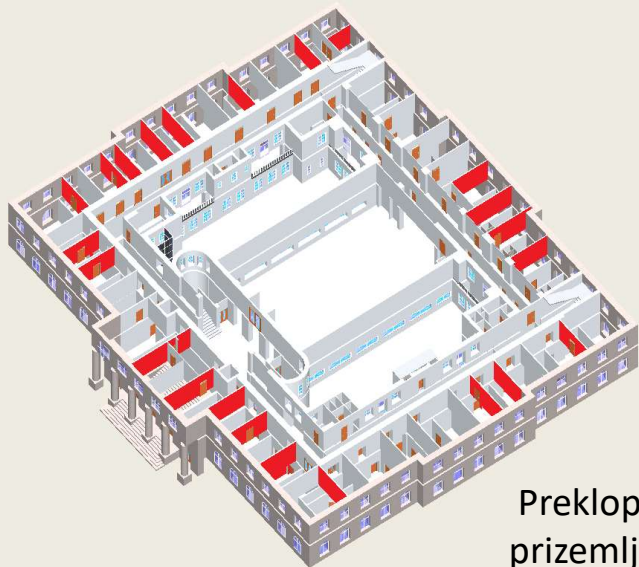
Dispozicija konstrukcije



Tlocrt prizemlja



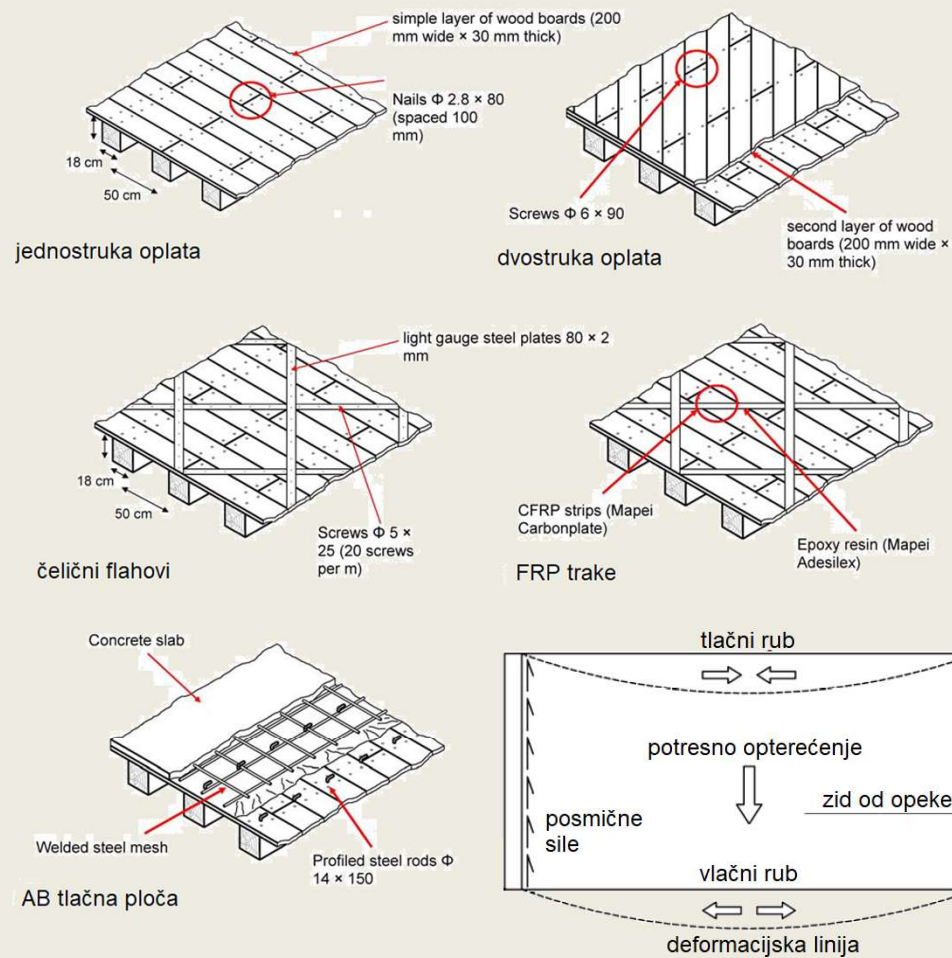
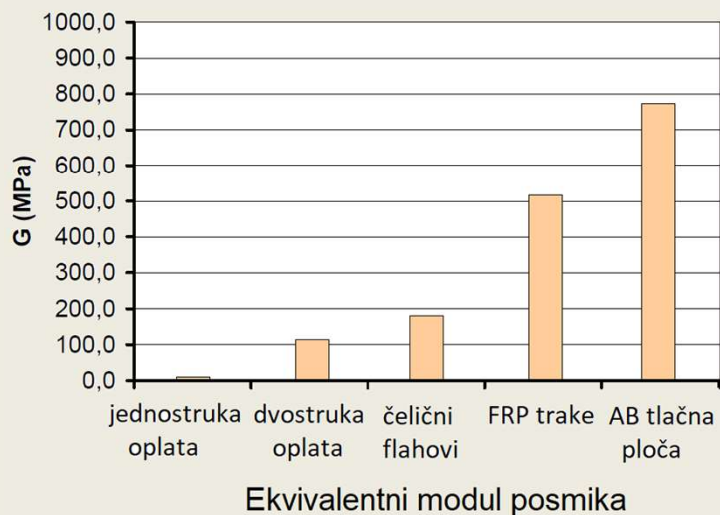
Tlocrt 1. kata



Preklop zidova
prizemlja i 1. kata

- Pravokutni tlocrt s unutrašnjim atrijem
- Građena od 1925.-1928. godine
- 8 etaža, Po+Su+6 katova
- Tlocrtne dimenzije $\approx 57,3 \times 47,3$ m; cca 1700 m² etaža
- Ukopani dijelovi su betonski, ostatak neomeđeno zidano ziđe
- AB stropovi prosječne debljine 15 cm
- Jednostrešno drveno krovšte
- Pojedinačno kulturno dobro

Krutost međukatne konstrukcije u ravnini



$$k = \frac{F_T}{\Delta} \text{ [kN/mm]} = \frac{1000 \text{ kN}}{11,2 \text{ mm}} = 89 \text{ kN/mm}$$

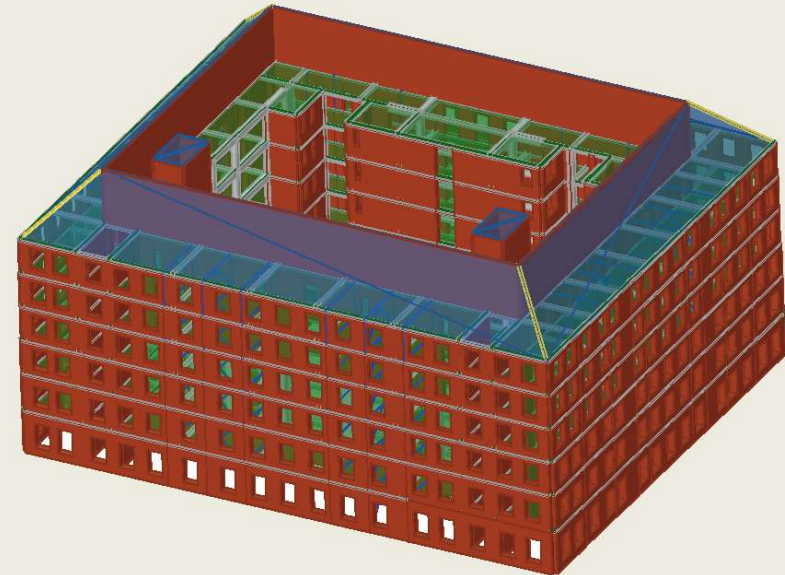


Elaborat postojećeg stanja

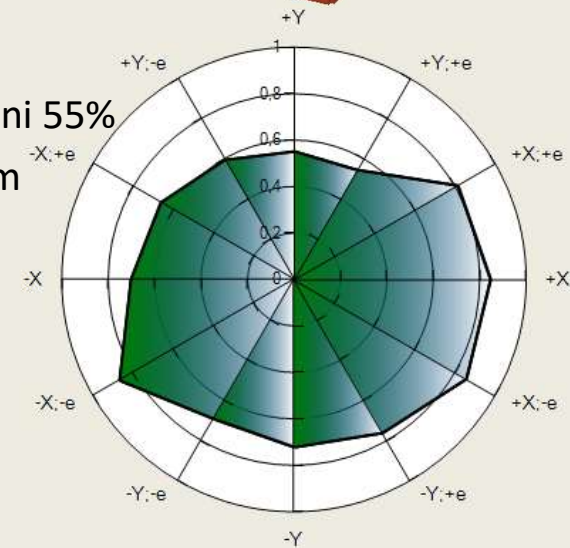
- Dokument kojim se analizira potresna otpornost postojeće građevine te se daje opis očekivanih zahvata na konstrukciji
- Opis zahvata dovoljan je za utvrđivanje posebnih uvjeta gradnje
- Zgrada HZMO-a je:
 - Zgrada javne namjene – obnavlja se cjelovitom obnovom zgrade (Razina 3)
 - Zgrada razreda važnosti 3 prema nizu HRN EN 1998, $\gamma_I=1,2$
 - Pojedinačno kulturno dobro



Elaborat postojećeg stanja

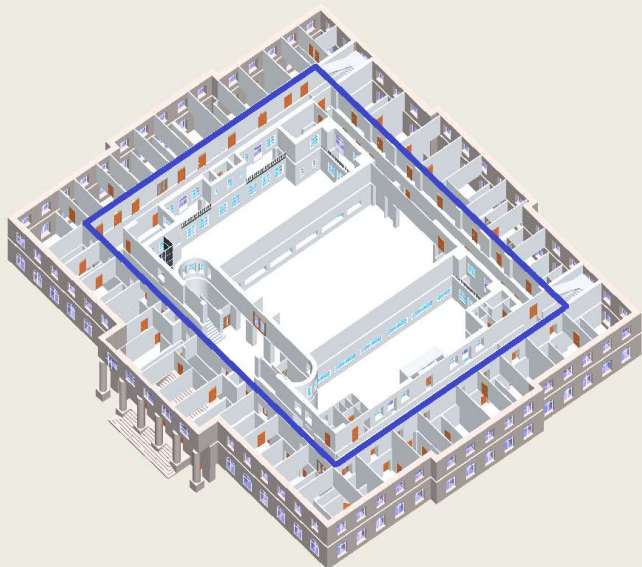


- Zatečena konstrukcija ima potresnu otpornost usmjeru osi X na razini 55% potrebne potrebne otpornosti prema nizu HRN EN 1998 i pripadnim nacionalnim dodacima za povratni period $T_p=225$ godina
- U smjeru osi Y potresna otpornost iznosi 66%
- Konstrukcija izdrži projektno ubrzanje $a_g=0,1g$, za GS ZO



Prikaz oštećenja

- Oštećenja se mogu podijeliti u dvije glavne skupine:
 - Oštećenja središnjeg posmičnog zida (velika krutost zida u ravnini i pripadna površina)
 - Oštećenja na pregradnim zidovima okomitima na glavne posmične zidove



Prikaz oštećenja



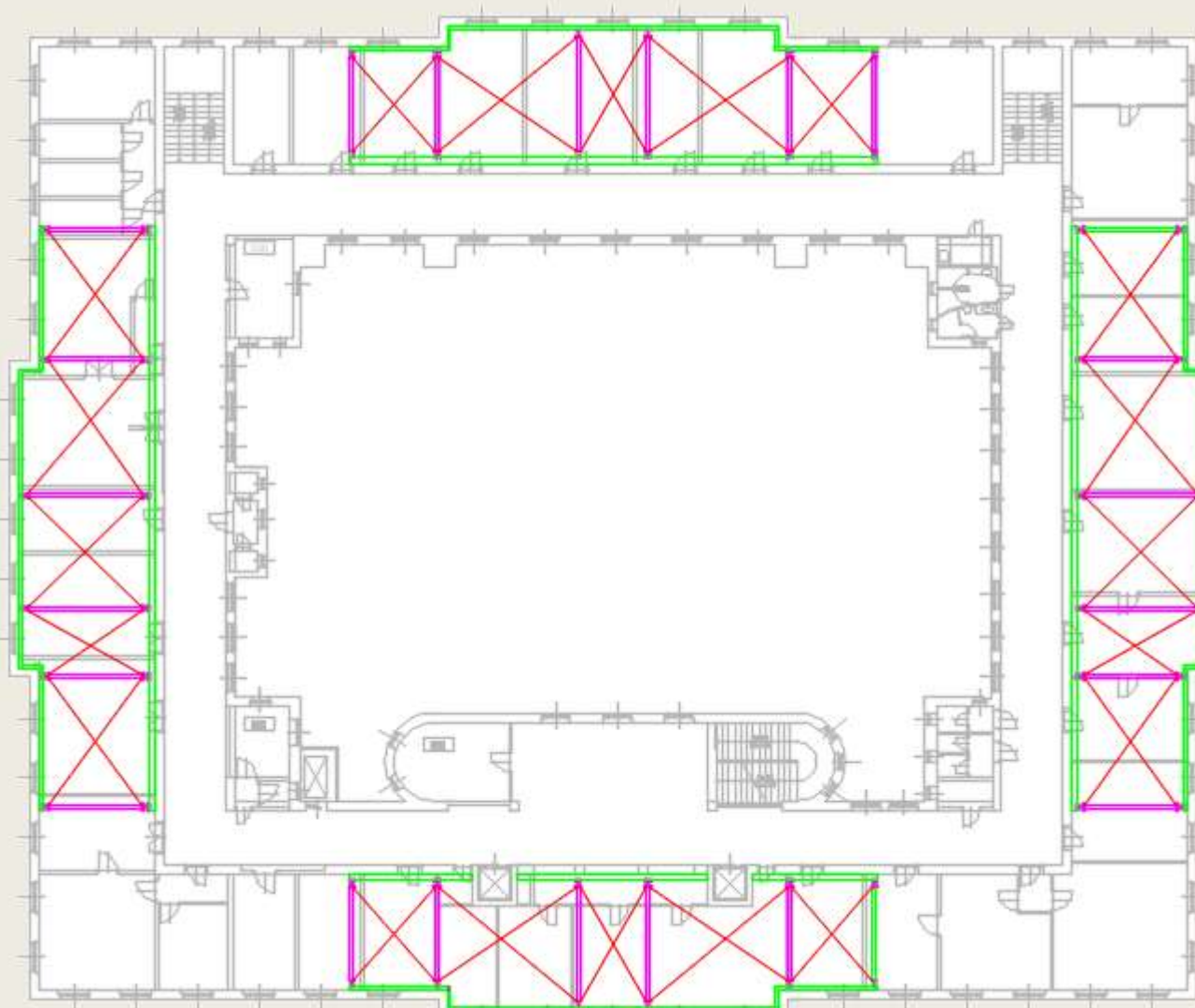
Problemi pri odabiru konstrukcijskog rješenja

- Pojedinačno kulturno dobro
 - Zadržavanje izvorne povijesne strukture građevine
 - Ne preporuča se korištenje torkreta
 - Očuvanje izvornih elemenata, prostora i dijelova zgrade (ulazni predprostor, prostor knjižnice, dvorane za sastanke, podne i zidne obloge, profilacije u žbuci...)
- Dispozicija konstrukcije
 - Nedostatak poprečnih posmičnih zidova
 - Zidovi po visini bez kontinuiteta
 - Promjena rasporeda prostorija preradikalno rješenje za investitora (uklanjanje svih pregradnih zidova, nove instalacije)

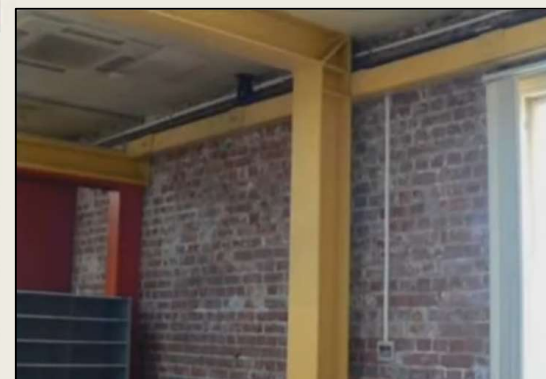
Odabrano rješenje – čelična okvirna konstrukcija



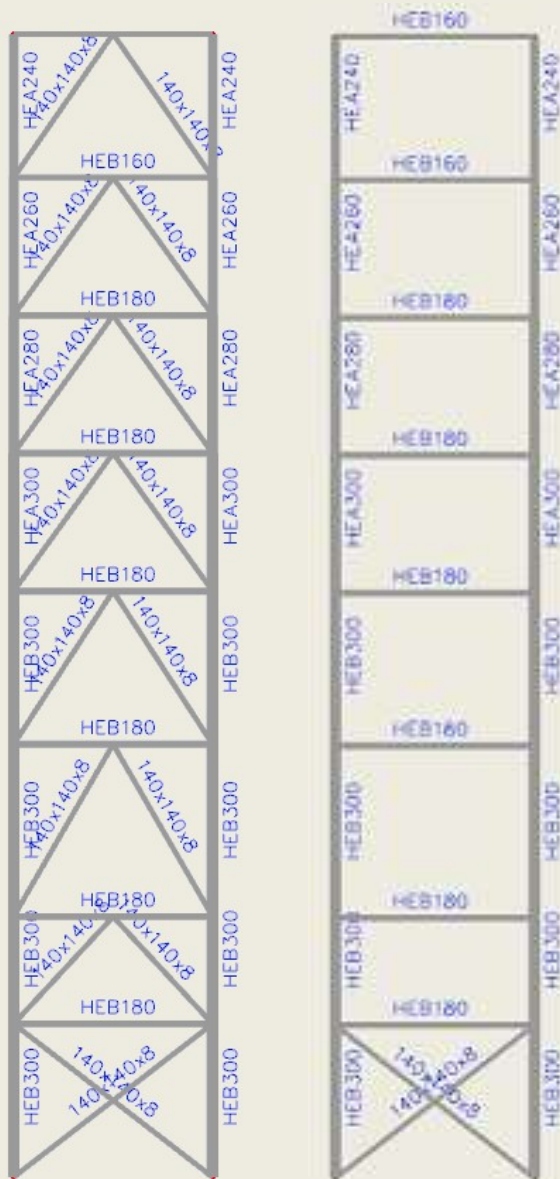
Dispozicija čelične okvirne konstrukcije



- Stupovi** – HEB300 (Po-1.kat)
HEA300 – HEA240
- Grede** - HEB180- Po-3. kat
HEB160- 4. i 5. kat
- Pojasevi** - 150x200x4
- Spregovi** - UPE80



Dispozicija čelične okvirne konstrukcije



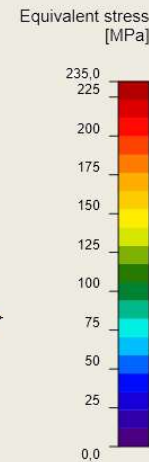
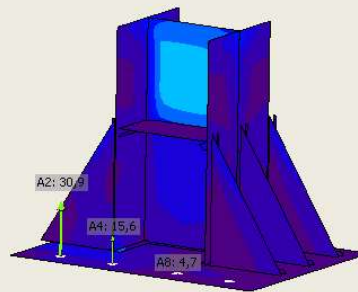
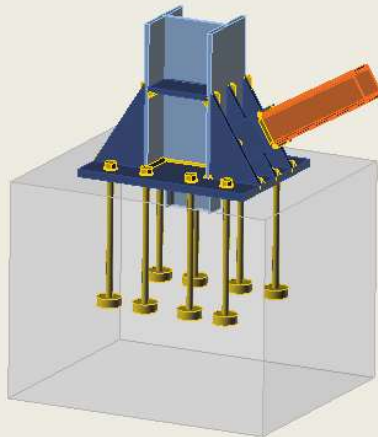
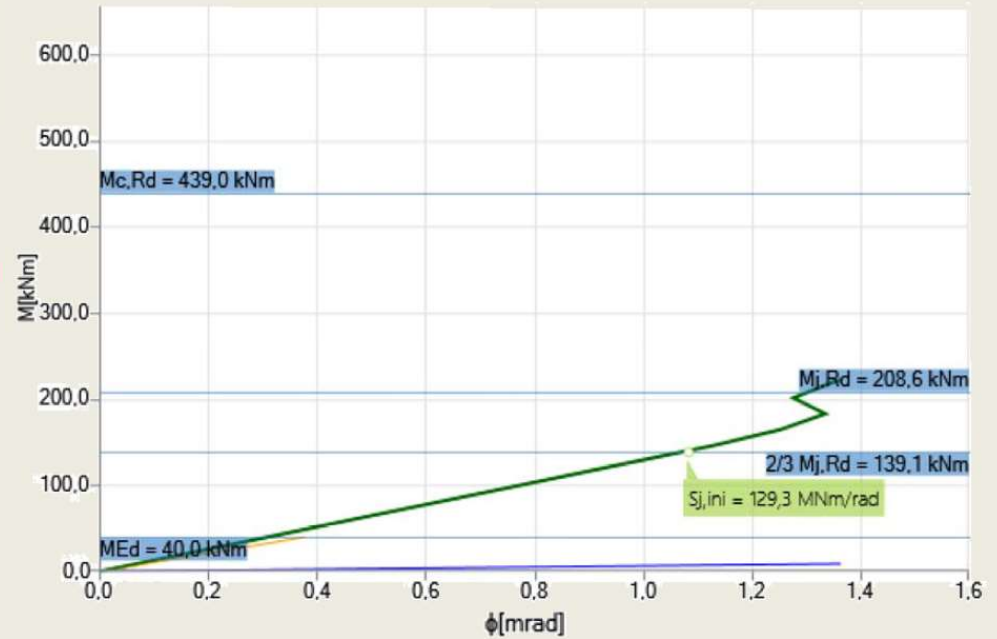
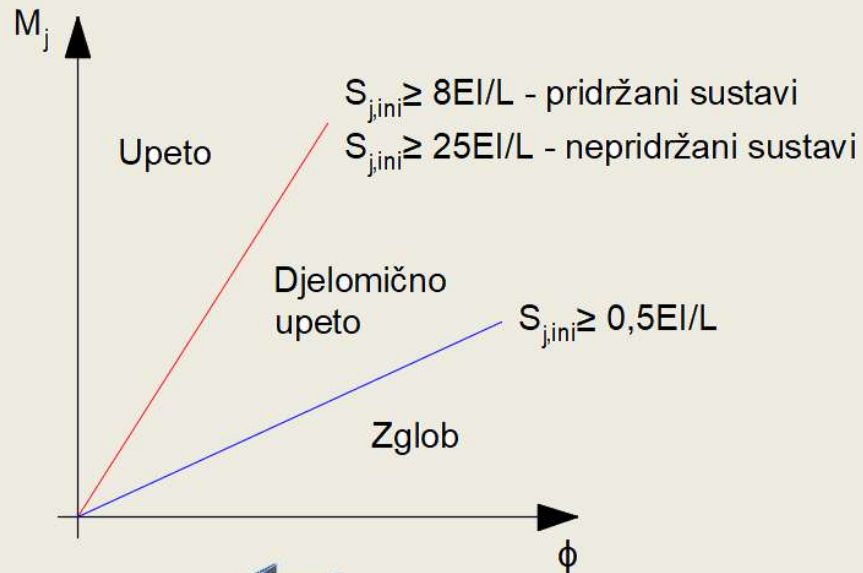
- Na mjestima **rizalita** kontinuirano po visini nalaze se pregradni zidovi unutar kojih se postavljaju **okviri sa inverznim „V” spregom** (rezultira većim momentima u gredama, ali ostavlja prostor za otvore)
- Ostali okviri su **bez vertikalne stabilizacije**
- Na **podrumskoj** etaži, svi okviri su stabilizirani „**X**” **spregom**. Smanjuju momente savijanja za 75%.
- Svi spojevi upeti prema EN 1993-1-8 (5.2.2.5)
- Prekidi u sredinama greda i stupova (nultočke za horizontalne sile)

Krutost spojeva

EN 1993-1-8

5.2.2 – klasifikacija prema krutosti

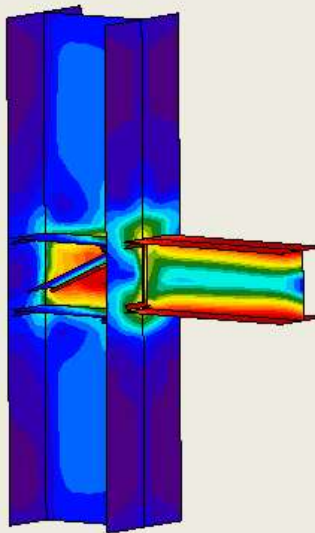
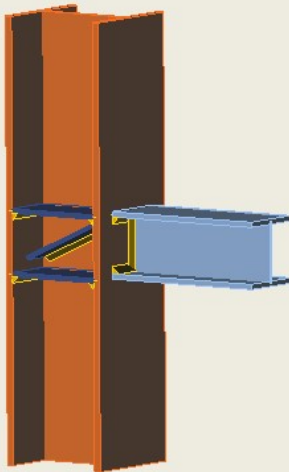
5.2.2.5 – klasifikacija granica između priključaka



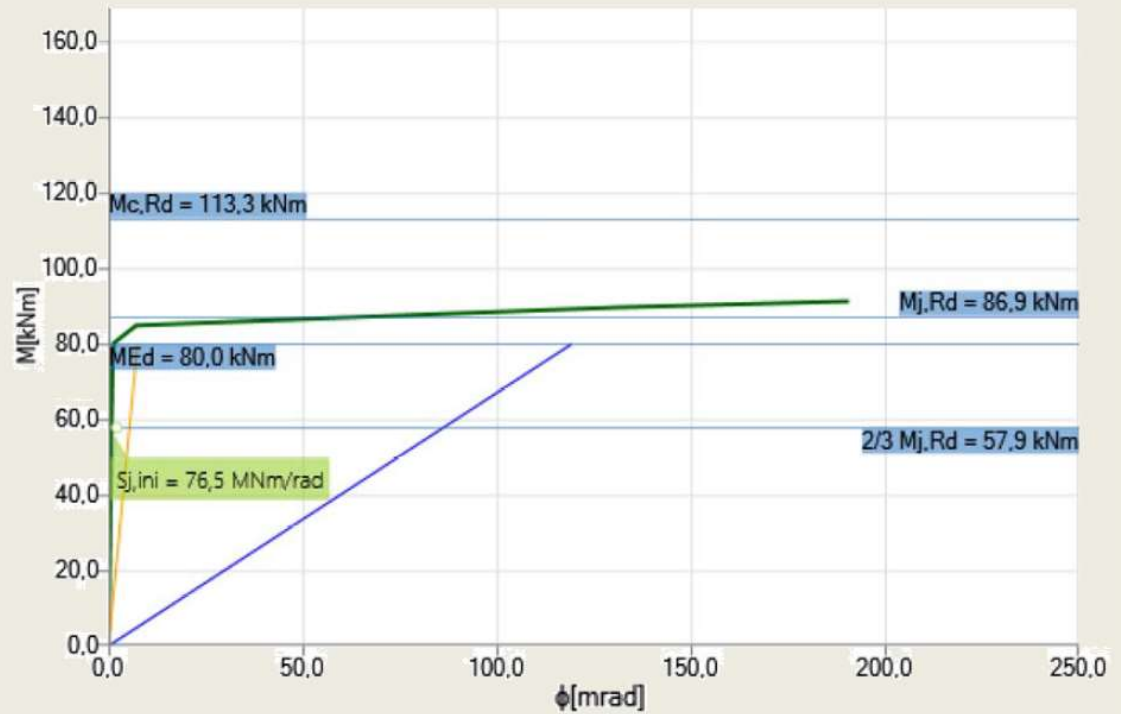
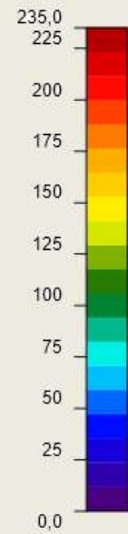
Check item	Status	Value
Analysis	✓	100,0%
Plates	✓	0,0 < 5%
Anchors	✓	84,0 < 100%
Welds	✓	14,6 < 100%
Concrete block	✓	6,2 < 100%
Shear	✓	56,8 < 100%



Krutost spojeva



Equivalent stress [MPa]



Check item	Status	Value
Analysis	✓	100,0%
Plates	✓	0,1 < 5%
Welds	✓	98,0 < 100%



Dokaz prema graničnom stanju ograničenja oštećenja

Uvjeti međukatnih pomaka:

$$\frac{\Delta u}{h} \leq d_{\text{lim}}^{DLS}$$

Δu Međukatni pomak

h Katna visina

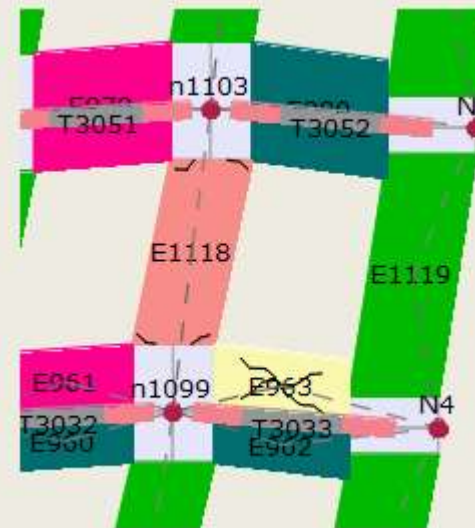
d_{lim}^{DLS} Granični međukatni pomak za OO

Node	Ux [cm]	Uy [cm]	Uz [cm]	Rot X [rad]	Rot Y [rad]
1	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
2	-0,31	2,37	-0,55	-0,0054	-0,0016
3	-0,61	4,54	-0,73	-0,0038	-0,0007
4	-0,91	6,22	-0,91	-0,0039	-0,0009
5	-1,20	7,67	-1,05	-0,0028	-0,0008

$$\frac{6,22 - 4,54}{360} \leq 0,005$$

$$0,009 > 0,005$$

Konstrukcija ne zadovoljava prema GS OO



Rezultati proračuna za mjerodavni potres smjer X

T^* [s]	0,978
m^* [t]	10295
w [kN]	180312
M [t]	18373
m^*/M [%]	56,031
Γ	1,36
F^*y [kN]	11647
d^*y [cm]	2,74
d^*m [cm]	13,08

T^* - Period ekvivalentnog sustava

M^* - Masa ekvivalentnog sustava

w - Ukupna masa

Γ - Faktor pretvorbe

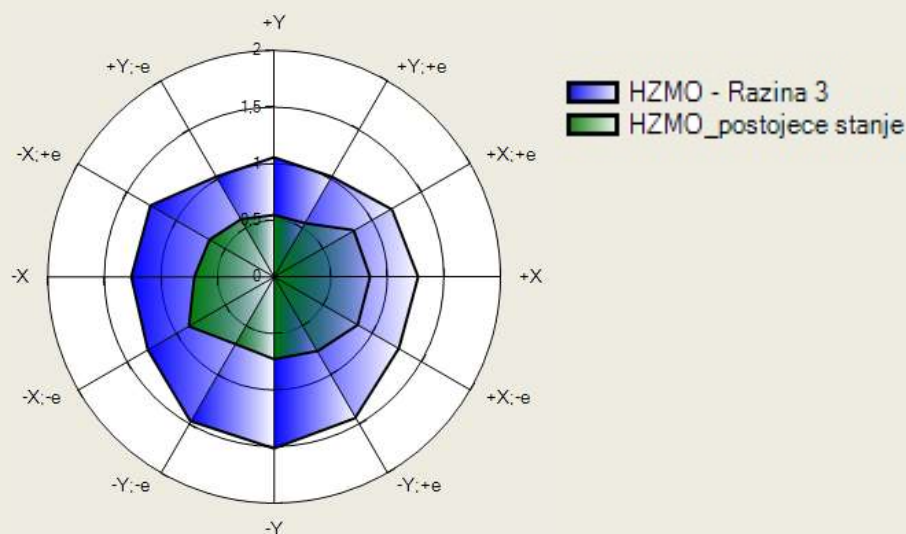
F^*y - Sila pri popuštanju ekvivalentnog sustava

d^*y - Pomak pri popuštanju ekvivalentnog sustava

d^*m - Maksimalni pomak ekvivalentnog sustava

Rezultati proračuna za mjerodavni potres smjer Y

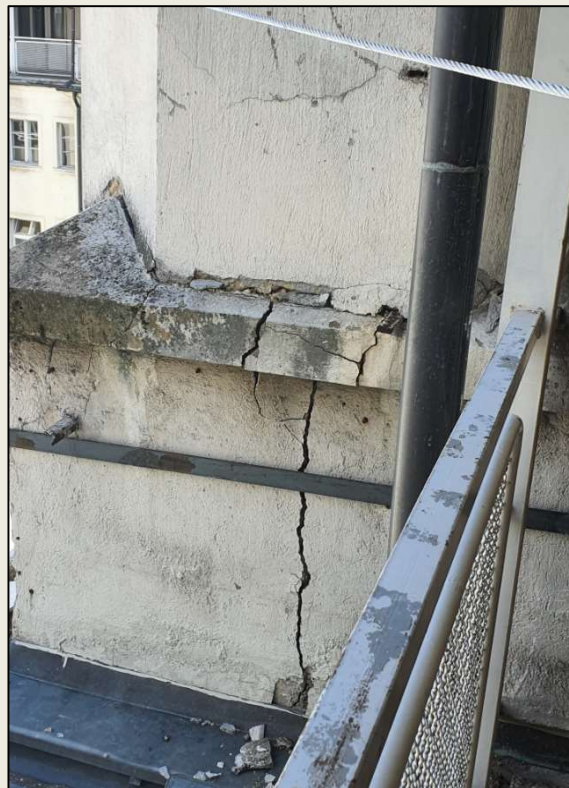
T^* [s]	0,886
m^* [t]	10351
w [kN]	180312
M [t]	18373
m^*/M [%]	56,339
Γ	1,36
F^*y [kN]	11869
d^*y [cm]	2,28
d^*m [cm]	11,46



Izvedena sanacija nekonstruktivnih dijelova zgrade



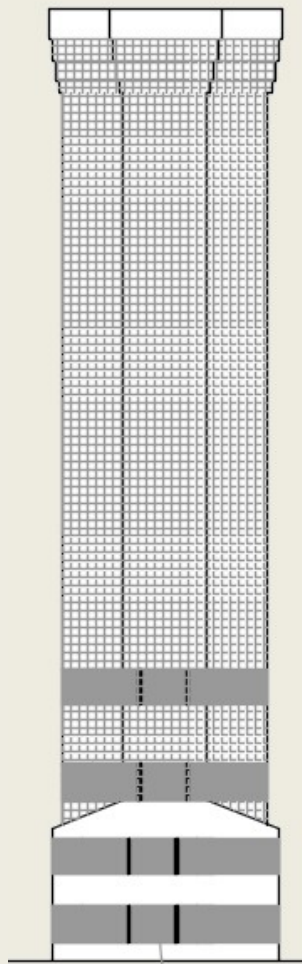
Izvedena sanacija nekonstruktivnih dijelova zgrade





Izvedena sanacija nekonstruktivnih dijelova zgrade



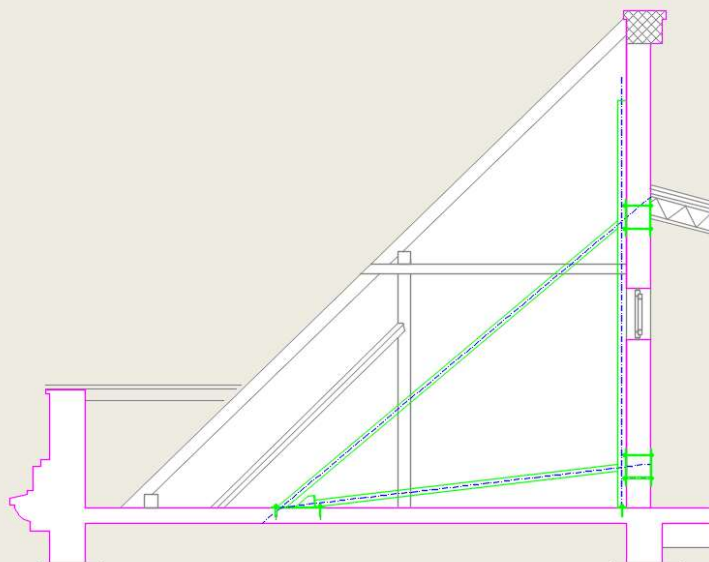
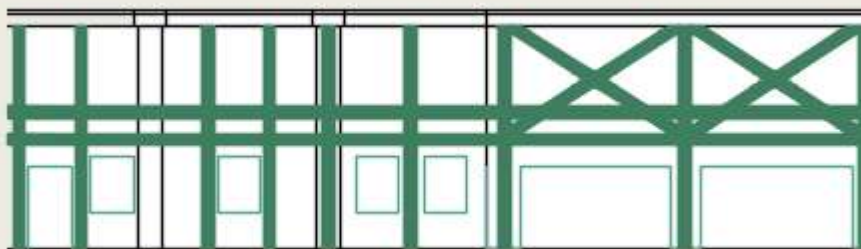
Izvedena sanacija nekonstruktivnih dijelova zgrade



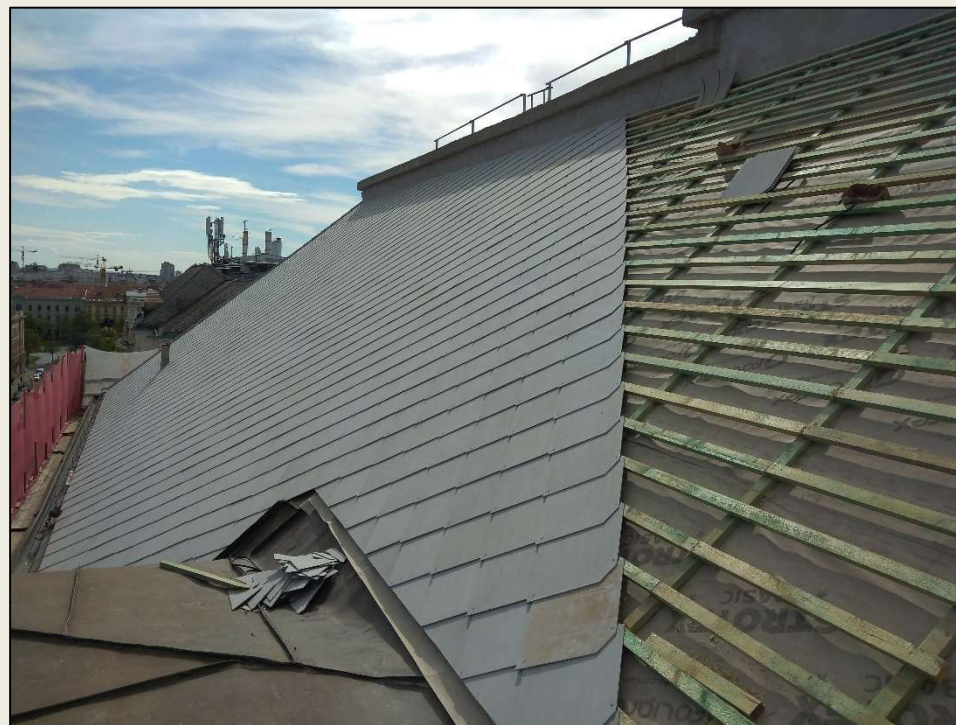
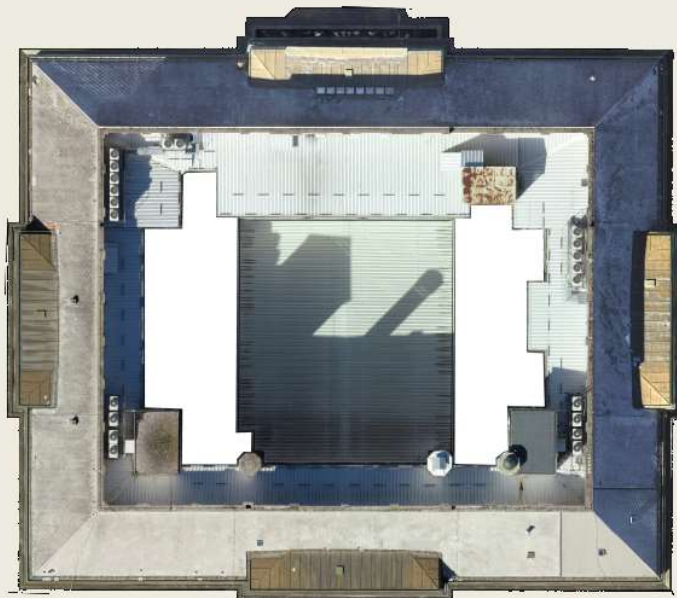
 FRCM
 FRP



Izvedena sanacija nekonstruktivnih dijelova zgrade



Izvedena sanacija nekonstruktivnih dijelova zgrade



Hvala na pažnji!

