

OBNOVA GRADA ZAGREBA NAKON POTRESA

zakonodavni i tehnički okvir

Problematika obnove i mogući pristupi

Mario Todorić , dipl.ing.građ. i Milan Crnogorac, dipl.ing.građ.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
Kačićeva 26, Zagreb
www.grad.unizg.hr



Hrvatska komora
inženjera građevinarstva

**OBNOVA GRADA ZAGREBA NAKON
POTRESA - zakonodavni i tehnički okvir**
15. srpnja 2020., Zagreb

SADRŽAJ

- **1. Uvod**
- **2. Tehnička složenost obnove**
- **3. Tipovi zahvata**
- **4. Tehnike popravka i pojačanja konstrukcije**
- **5. Primjeri na realiziranim objektima**
- **6. Primjer karakteristične donjogradске kuće - Palmotićeva**
- **7. Zaključak**



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
Kačićeva 26, Zagreb
www.grad.unizg.hr

OBNOVA GRADA ZAGREBA NAKON
POTRESA - zakonodavni i tehnički okvir
15. srpnja 2020., Zagreb

UVOD

Problematika potresa koji je zahvatio Zagreb 22.03.2020.

- Veliki broj naslijednih 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 €
- Ne postoje zakonski okviri koji definiraju postupanje nakon potresa, od pregleda građevina do obnove

Složenost obnove može se promatrati sa više aspekata:

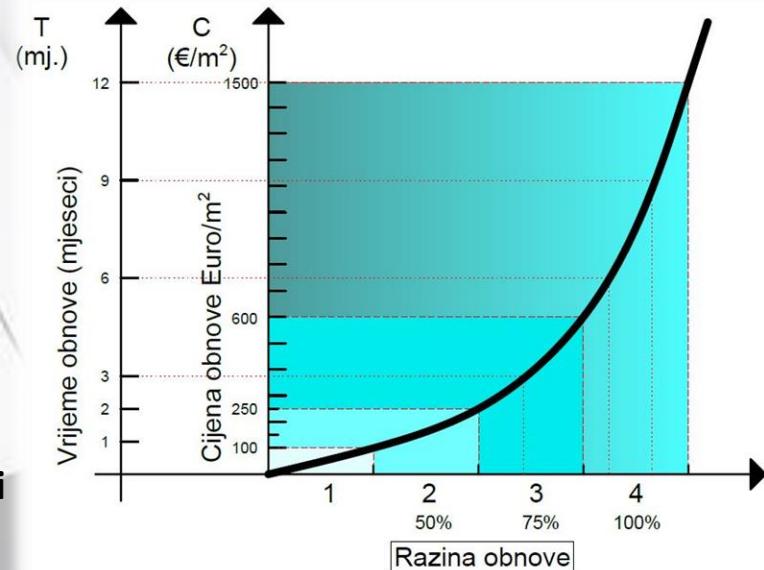
- Financijska
- Pravno - administrativna
- Organizacijska
- Tehnička



FINANCIJSKA SLOŽENOST

”Sigurnost košta”

- Bez obzira koja se metodologija koristi, nedovoljno sredstava:
 - u državnom proračunu
 - u privatnom sektoru
 - ne očekuje se značajnija „pomoć“
- Stoga je potrebno razmotriti Obnovu u realnim okvirima prema raspoloživim sredstvima koristeći maksimalno potencijale građevine i lokacije:
- Uvedene Razine obnove kojima je omogućeno Izvršiti poboljšanja i ojačanja kojima bi se otklonili konceptualni nedostatci, a bez značajne izmjene osnovne nosive strukture a kako bi se obuhvatio što veći broj oštećenih građevina
- Razinama se ne „smanjuje“ sigurnost, već se „podiže“ sa zatečenog stanja
- Stavljujući u funkciju nekorištene dijelove građevine ostvariti dodatne koristi kojima bi se dijelom financirala obnova (potkrovila, podrumi)
- Zamjenske građevine kojima bi se postigle veće jedinične cijene i veće neto korisne površine građevine izvedbom tanjih nosivih vertikalnih elemenata, uz istu bruto površinu



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 100 % suglasnost svih vlasnika**
- **Ukoliko je potrebno ishoditi građevinsku dozvolu ili suglasnosti, za oko 25.000 građevina potrebno proći administrativnu proceduru (sada se u Gradu Zagrebu godišnje obradi oko 1.000 predmeta)**
- **Prilikom ishođenja dozvola za pojačanja i poboljšanja konstrukcije neminovno se nameću problemi i pitanja drugih struka (zaštita od požara, energetska obnova, pristup invalidnim osobama,...)**
- **Prostorno – planska dokumentacija koja ne predviđa adekvatna rješenja za Obnovu**



ORGANIZACIJSKA SLOŽENOST OBNOVE

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



TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE

Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 3. dio:

Ocenjivanje i obnova zgrada (EN 1998-3)

Područje primjene norme EN 1998-3 je sljedeće:

- osigurati kriterije vrednovanja potresnog ponašanja postojećih pojedinačnih konstrukcija zgrada
- opisati pristup pri odabiru nužnih popravnih mjera
- uspostaviti kriterije proračuna pri obnovi (tj. ideju, proračun konstrukcije koji obuhvaća mjere zahvata, konačno dimenzioniranje dijelova konstrukcije i njihovih spojeva s postojećim elementima konstrukcije).

NAPOMENA: U smislu ove norme, obnova (en: retrofitting) obuhvaća pojačanje (en: strengthening) neoštećene konstrukcije i popravak (en: repair) konstrukcija oštećenih potresom.



TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE

Za razliku od novogradnji Obnova potresom oštećenih građevina je puno kompleksnija zbog činjenica navedenih i u HRN EN 1998-3:

(6) S obzirom da postojeće konstrukcije:

(i) odražavaju **stanje znanja u vrijeme njihove gradnje**

(ii) **moguće sadrže skrivene grube greške**

(iii) mogle su biti izložene **ranijim potresima** ili drugim izvanrednim djelovanjima nepoznatoga učinka, vrednovanje konstrukcije i **mogući zahvati u konstrukciji** podložni su **različitom stupnju nesigurnosti (razina znanja)** u odnosu na nove konstrukcije.

Stoga se zahtijevaju različite **skupine podataka o materijalima** i sigurnosti konstrukcije kao i **različiti proračunski postupci** koji ovise o potpunosti i pouzdanosti dostupnih podataka.

5. Odluke o zahvatima na konstrukciji HRN EN 1998-3

NAPOMENA: Kao i pri projektiranju novih konstrukcija, **optimalne odluke** postižu se kad se **u obzir uzmu društveni aspekti**, kao ometanje pri upotrebi ili zauzetost tijekom zahvata.



TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE

5.1.2 Tehnički kriteriji HRN EN 1998-3

(1) P Odabir tipa, tehnike, opsega i hitnosti zahvata mora se temeljiti na prikupljenim podacima o konstrukciji tijekom ocjenjivanja zgrade.

(2) U obzir treba uzeti sljedeća pitanja:

- a) sve ustanovljene **grube greške treba prikladno otkloniti**
- b) kod vrlo nepravilnih zgrada (s obzirom na krutost i raspodjelu povećane čvrstoće) treba što je više moguće **poboljšati pravilnost konstrukcije** po visini i u tlocrtu
- c) zahtijevane **značajke za pravilnost i otpornost mogu se postići prilagodbom čvrstoće i/ili krutosti odgovarajućeg broja postojećih elemenata ili uvođenjem novih konstrukcijskih elemenata**
- d) ostvarenje **povećane sposobnosti mjesne duktilnosti**, ako se zahtijeva
- e) povećanje čvrstoće nakon zahvata **ne treba umanjiti raspoloživu globalnu duktilnost**
- f) posebno za zidane zgrade: **neduktilne nadvoje treba zamijeniti, neprikladne spojeve stropa i zidova treba poboljšati**, treba eliminirati horizontalne potiske okomito na ravninu zidova.



TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE

5.1.3 Tipovi zahvata HRN EN 1998-3

- a) lokalna ili opća prilagodba oštećenih ili neoštećenih elemenata (popravak, pojačanje ili potpuna zamjena), uzimajući u obzir krutost, čvrstoću i/ili duktilnost tih elemenata
- b) dodavanje novih konstrukcijskih elemenata (npr. ukrućenja ili ispunskih zidova; čeličnih, drvenih ili armiranobetonskih serklaža u zidane konstrukcije; itd.)
- c) prilagodba konstrukcijskog sustava (eliminiranje nekih konstrukcijskih spojeva; proširenje čvorova; izbacivanje oštetljivih elemenata; prilagodba i stvaranje pravilnijeg i/ili duktilnijeg rasporeda)
- d) dodavanje novog konstrukcijskog sustava koji može preuzeti dio ili cijelo potresno djelovanje



TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE

Tipovi zahvata HRN EN 1998-3

- e) moguća pretvorba postojećih nekonstrukcijskih elemenata u konstrukcijske
- f) uvodenje pasivnih zaštitnih uređaja kao duktilnih ukrućenja ili izolacije u podnožju
- g) smanjenje mase
- h) ograničenje ili promjena namjene zgrade
- i) djelomično rušenje.

5.1.5 Opravdanje odabranog tipa zahvata

(1)P U svim slučajevima dokumenti koji se odnose na projekt/proračun obnove moraju sadržavati opravdanje odabranog tipa zahvata i opis očekivanih učinaka na odziv konstrukcije.

(2) Takvo opravdanje treba predočiti vlasniku.



TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE

5.1.4 Nekonstrukcijski elementi

(1) P Mora se donijeti odluka o popravku ili pojačanju nekonstrukcijskih elemenata, osim s obzirom na funkcionalne zahtjeve, uvijek kad zbog ponašanja tih elemenata u potresu mogu biti ugroženi životi stanovnika ili vrijednost dobara koja se nalaze u zgradici.

(2) U takvima slučajevima potpuno ili djelomično rušenje tih elemenata treba biti izbjegnuto:

a) prikladnim spojevima na konstrukcijske elemente (vidjeti točku 4.3.5 norme EN 1998-1:2004)

b) povećanjem otpornosti nekonstrukcijskih elemenata (vidjeti točku 4.3.5 norme EN 1998-1:2004)

c) sidrenjem radi sprečavanja ispadanja dijelova tih elemenata.

(3) U obzir treba uzeti moguće posljedice tih odredaba na ponašanje konstrukcijskih elemenata.



TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE

■ Metode proračuna i prepostavke

Da bi proračunske metode bile primjenjive potrebno je poduzeti mjere kojima bi se osigurale prepostavke proračuna

Dodatak C Zidane zgrade HRN EN 1998-3

(1) Te su metode primjenjive pod sljedećim uvjetima, koji su dodatni uz opće uvjete iz točke 4.4.2(1)P.

- i. zidovi koji preuzimaju bočno opterećenje redovito se raspoređuju u oba horizontalna smjera
- ii. zidovi su neprekinuti po visini
- iii. stropovi imaju dovoljnu krutost u ravnini i dovoljno su spojeni s obodnim zidovima da se može prepostaviti da inercijske sile raspodjeljuju na vertikalne elemente kao kruta dijafragma
- iv. stropovi na suprotnim stranama zajedničkog zida nalaze se na istoj visini
- v. na svakom katu omjer bočne krutosti u ravnini najkrućega zida i najslabijeg primamog potresnog zida, ako se u obzir uzmu otvori, ne premašuje 2,5 (?!)
- vi. parapetni elementi koji su uključeni u model načinjeni su od blokova prikladno spojenih na susjedne zidove ili su spojeni sponama. (?!)



TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE

Dodatak C Zidane zgrade HRN EN 1998-3

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)

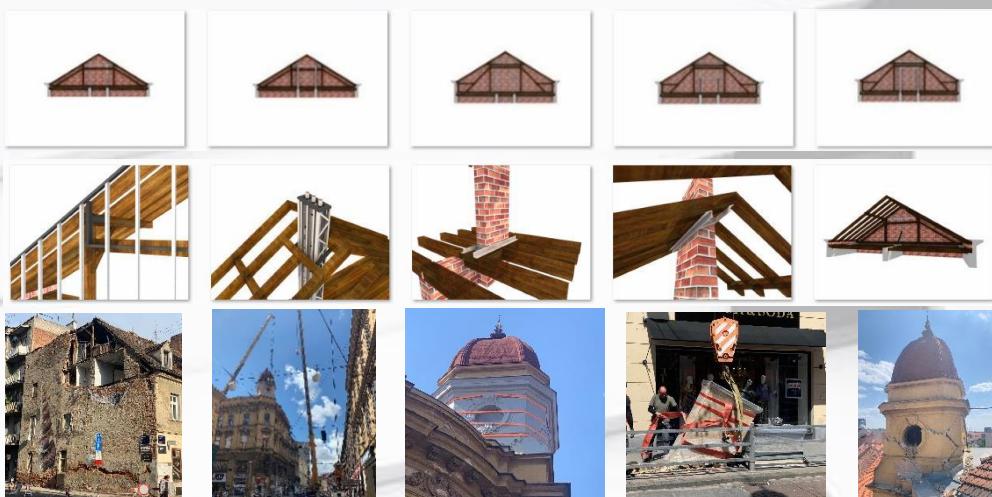
Preporučene vrijednosti FP ovisno o razini znanja (poznatih parametara postojećeg objekta)

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



URGENTNI PROGRAM POTRESNE OBNOVE - UPPO

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



UPPO
Urgentni program potresne obnove

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET

Hrvatska komora
inženjera građevinarstva



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
Kačićeva 26, Zagreb
www.grad.unizg.hr

OBNOVA GRADA ZAGREBA NAKON
POTRESA - zakonodavni i tehnički okvir
15. srpnja 2020., Zagreb

TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE

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

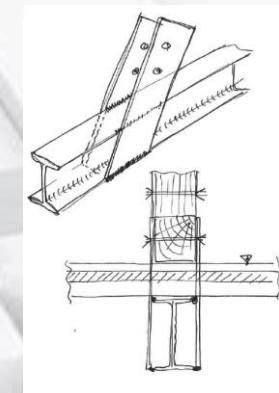


TIPOVI ZAHVATA

- PRIMJER ZAHVATA NA POSTOJEĆOJ GRAĐEVINI OŠTEĆENOJ U POTRESU
- VARIJANTA 1
- Sanacija potkrovlja – Postupak sanacije



Prenamjena potkrovlja u korisni prostor



Prodajom potkrovlja osigurati sredstva za obnovu



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
Kačićeva 26, Zagreb
www.grad.unizg.hr

OBNOVA GRADA ZAGREBA NAKON
POTRESA - zakonodavni i tehnički okvir
15. srpnja 2020., Zagreb

TIPOVI ZAHVATA

- PRIMJER ZAHVATA NA POSTOJEĆOJ GRAĐEVINI OŠTEĆENOJ U POTRESU
- VARIJANTA 1
- Sanacija potkrovlja – Primjeri saniranog potkrovlja

Prenamjena potkrovlja u korisni prostor



TIPOVI ZAHVATA

■ PRIMJER ZAHVATA NA POSTOJEĆOJ GRAĐEVINI OŠTEĆENOJ U POTRESU

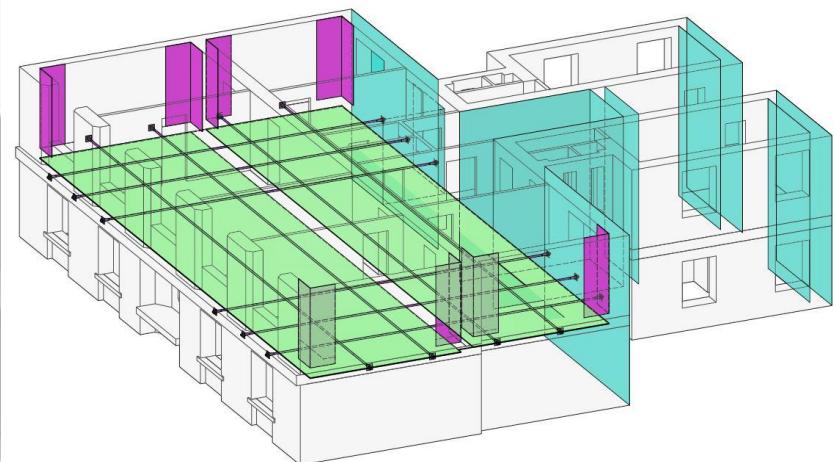
■ VARIJANTA 2

- Primjereno razini obnove 2
- Djelomično torkretiranje zidova (jednostrano ili obostrano prema mogućnosti)
- Izvođenje krutog diska → međusobno okomite daske pod 45 % s donje strane grednika (nije potrebno skidati slojeve poda)
- Postavljanje čeličnih zatega za povezivanje zidova
- Pojačanje spojeva zidova te stupova FRP materijalima

Lokalna ojačanja hor. i vert. elemenata



3D model lokalnih ojačanja



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

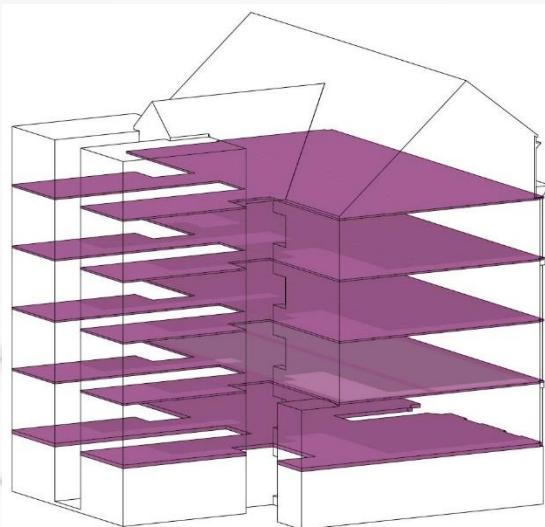


TIPOVI ZAHVATA

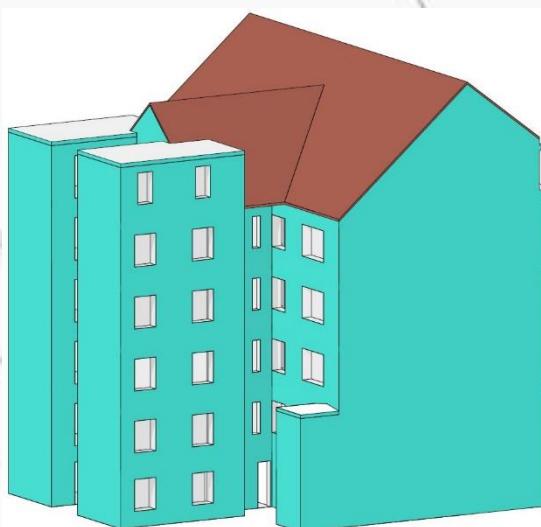
■ PRIMJER ZAHVATA NA POSTOJEĆOJ GRAĐEVINI OŠTEĆENOJ U POTRESU

■ VARIJANTA 3

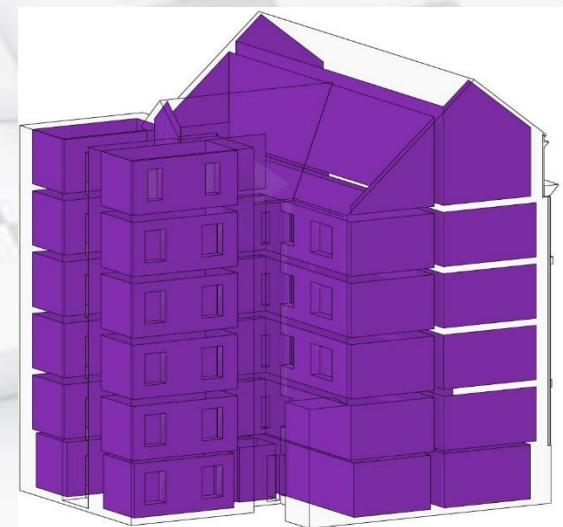
- Primjereno razinama obnove 3 i 4
- Izvođenje krutih horizontalnih diskova
- Torkretiranje zidova (jednostrano ili obostrano prema mogućnosti)



Izvođenje krutih diskova



Torkretiranje izvana



Torkretiranje iznutra



TIPOVI ZAHVATA

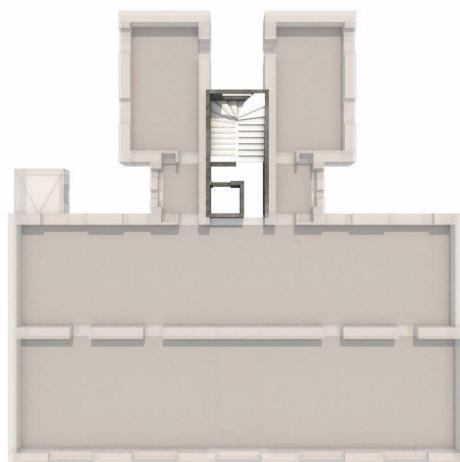
■ PRIMJER ZAHVATA NA POSTOJEĆOJ GRAĐEVINI OŠTEĆENOJ U POTRESU

■ VARIJANTA 4

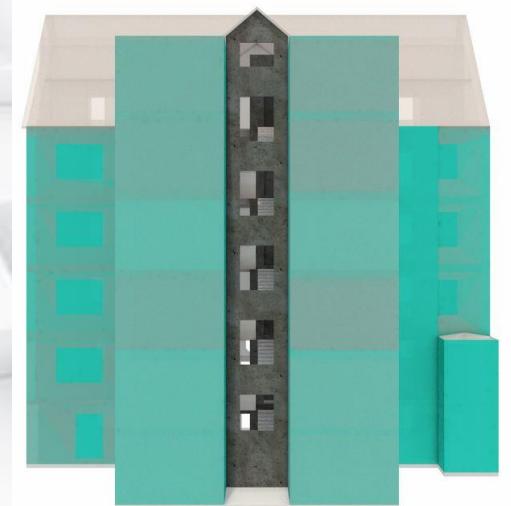
- Ojačanje sa minimalnim zadiranjem u korisne prostore
- Izvođenje središnje AB jezgre lifta i stubišta
- Prema potrebi torkretiranje izvana
- Izvedba krutih horizontalnih diskova



Izvedba AB jezgre presjek



Izvedba AB jezgre tlocrt

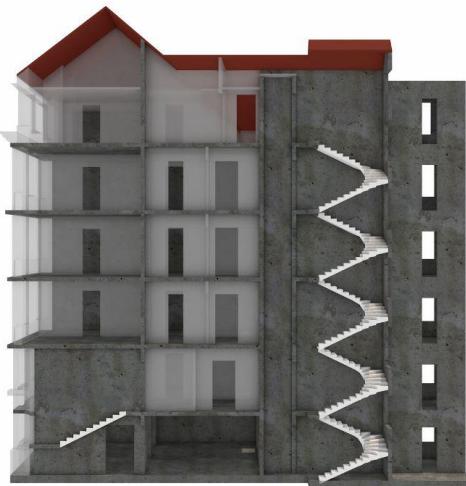


Vert.pojačanje torkretiranjem

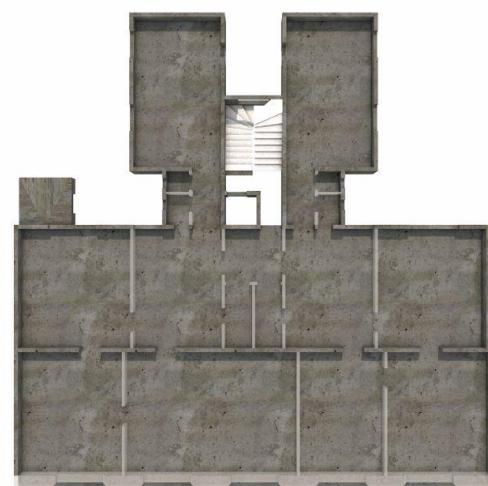


TIPOVI ZAHVATA

- PRIMJER ZAHVATA NA POSTOJEĆOJ GRAĐEVINI OŠTEĆENOJ U POTRESU
- VARIJANTA 5
- Kod značajno oštećenih građevina
- Zadržavanje samo prednjeg pročelja 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



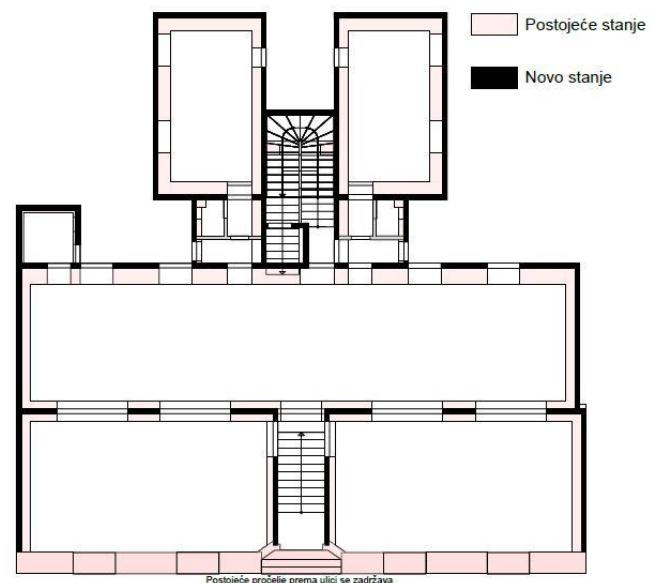
TIPOVI ZAHVATA

PRIMJER ZAHVATA NA POSTOJEĆOJ GRAĐEVINI OŠTEĆENOJ U POTRESU

VARIJANTA 5

POSTOJEĆE STANJE	BRUTO	NETO	SVI ZIDOVCI	%	ZIDOVCI X	%	ZIDOVCI Y	%
	m ²	m ²	m ²		m ²		m ²	
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%
SUMA:	2490	1916,04	573,96					

SANACIJA	BRUTO	NETO	SVI ZIDOVCI	%	ZIDOVCI X	%	ZIDOVCI Y	%	RAZLIKA U ODMOSU NA POSTOJEĆE
	m ²	m ²	m ²		m ²		m ²		m ²
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
SUMA:	2490	2315,86	174,14		168,916		93,12		399,82
POVEĆANJE POVRSINE:			121%						



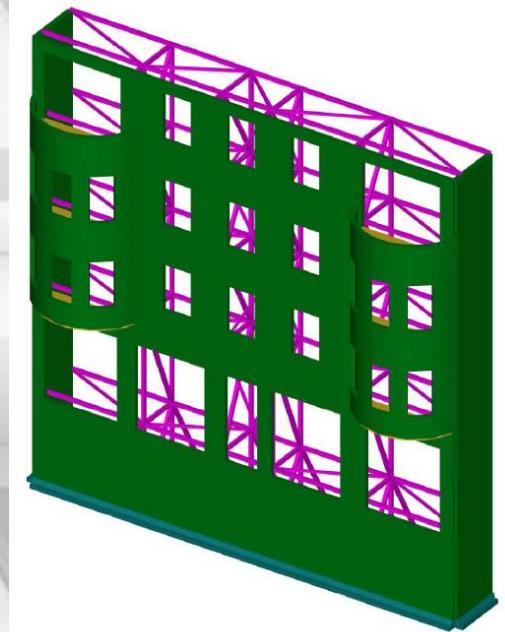
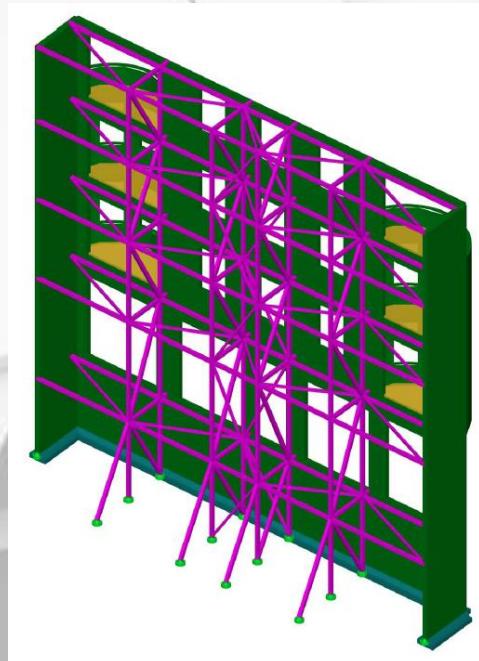
Stara građevina: **1916,04 m²**

Nova građevina: **2315,90 m²**

Povećanje netto površine nakon sanacije od **399,86 m²** je **21%** u odnosu na staro stanje

TIPOVI ZAHVATA

- **PRIMJER ZAHVATA NA POSTOJEĆOJ GRAĐEVINI OŠTEĆENOJ U POTRESU**
- Privremeno pridržanje zida pročelja ukoliko se zadržava



TEHNIČKA SLOŽENOST OBNOVE

TEHNIKE POPRAVAKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

Popravak pukotina (injektiranje, FRCM sustav, spiralne šipke...)

Zamjena morta u sljubnicama

Prezidavanje zidova

Izvedba armirane žbuke na zidovima (torkretiranje, FRCM)

Ojačanje spojeva zidova (novi AB serklaži, čelične pločevine)

Povezivanje zidova

Izvedba krutih horizontalnih diskova



TEHNIKE POPRAVKA 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

Vertikalni elementi



Injektiranje pukotina u zidovima



Komercijalna tipska rješenja za
manje pukotine

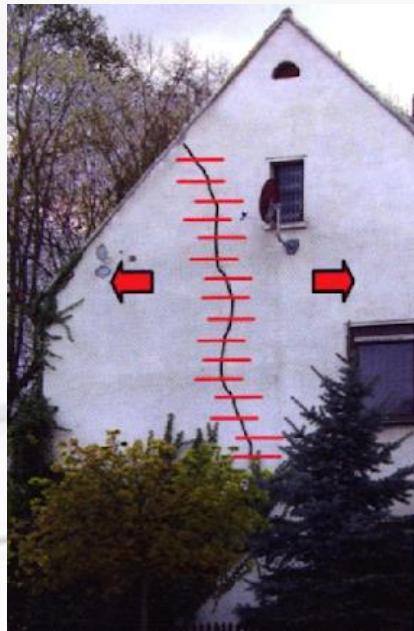


TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

Popravak pukotina

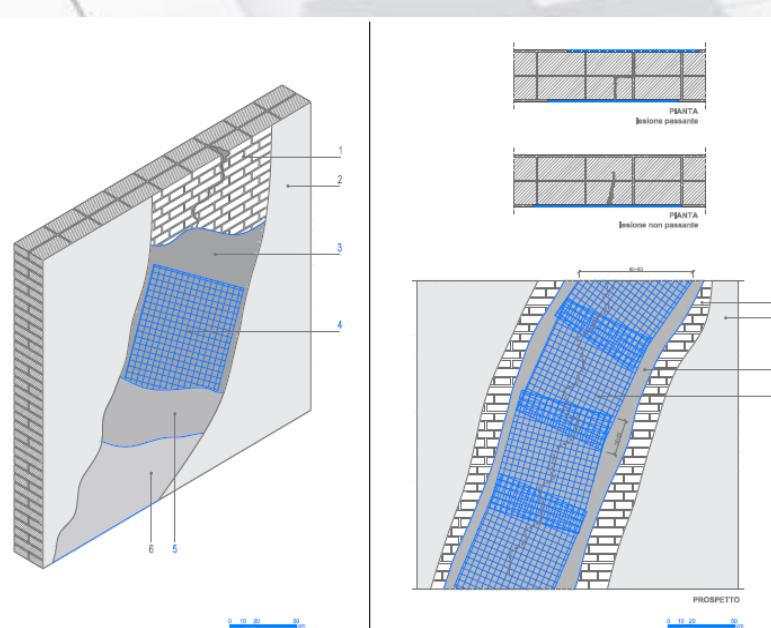
- Otpornost zidova na vertikalno raspucavanje → ugradnja čeličnih spiralala
- Dijagonalne pukotine → polimerne mreže za ovijanje jednog ili oba lica ziđa u kombinaciji s odgovarajućim mortom i žbukom

Vertikalni elementi



Čelične spiralne šipke

Lokalna sanacija pukotina FRCM sustavom

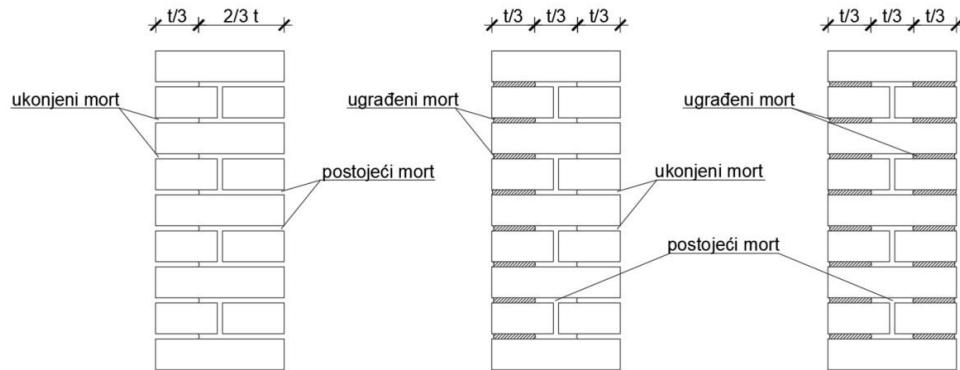


TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

■ Zamjena morta u sljubnicama

- Djelomično, ali duboko uklanjanje oštećenoga morta u sljubnicama i zamjene novim mortom boljih mehaničkih svojstava i trajnosti

Vertikalni elementi

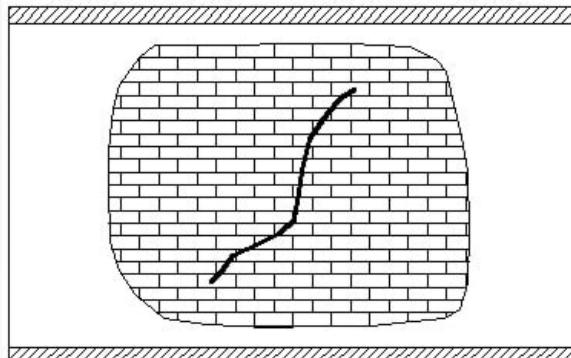


TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

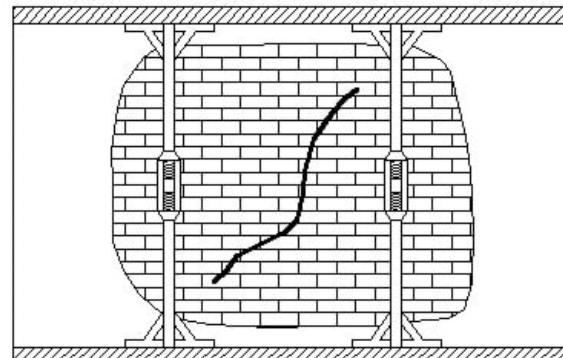
Prezidavanje zidova

- Lokalna metodologija uklanjanja i ponovne izgradnje ("scuci-cuci")

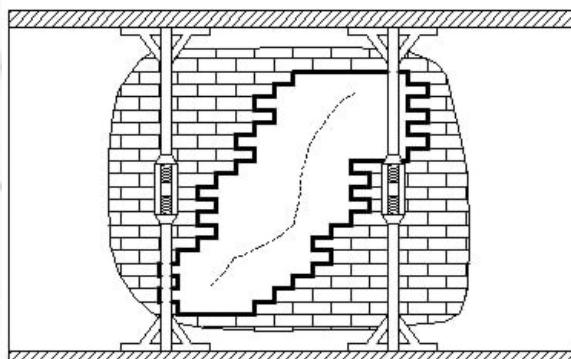
Vertikalni elementi



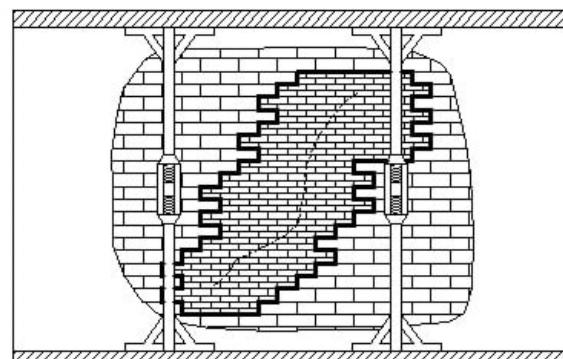
Fase A



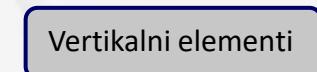
Fase B



Fase C



Fase E



TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

■ Ojačanje zidova FRCM mrežama

- Tipska komercijalna rješenja
- Sustav ojačanja kompozitnim mrežama s odgovarajućim tipom morta
- Postavljaju se jednostrano ili obostrana sa sidrenjem u zid

Vertikalni elementi

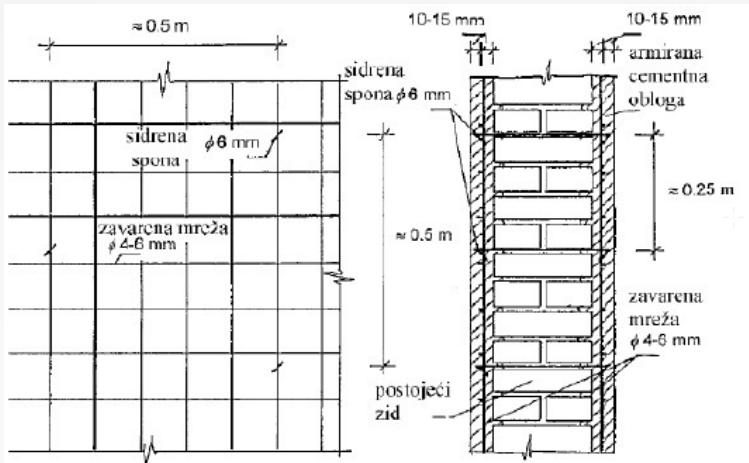


Tipska užad usidrena u zid



TEHNIKE POPRAVKA 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



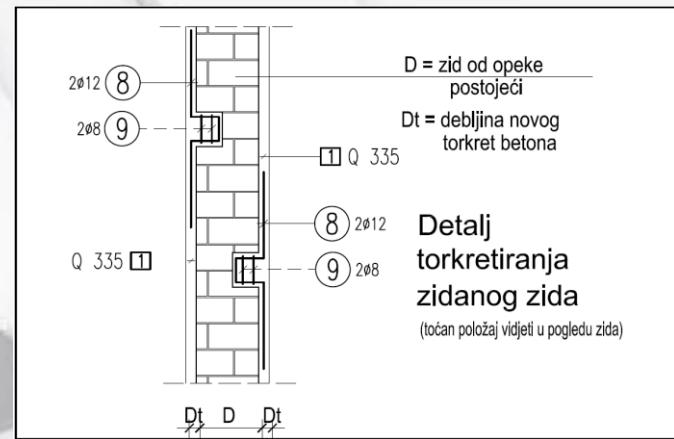
TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

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 zida → veća seizmička sila
- Prilikom izvedbe zahvata, građevina najčešće nije u uporabi → problem smještaja stanara



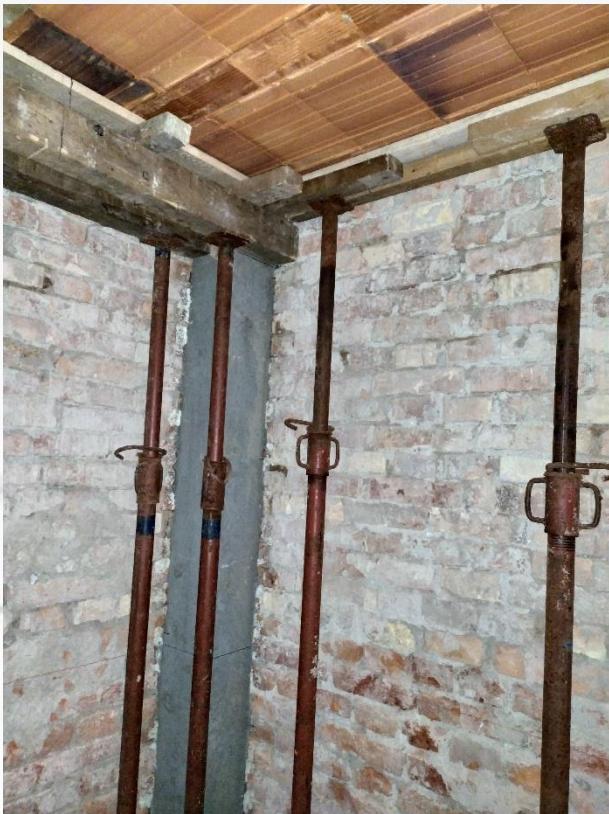
Vertikalni elementi



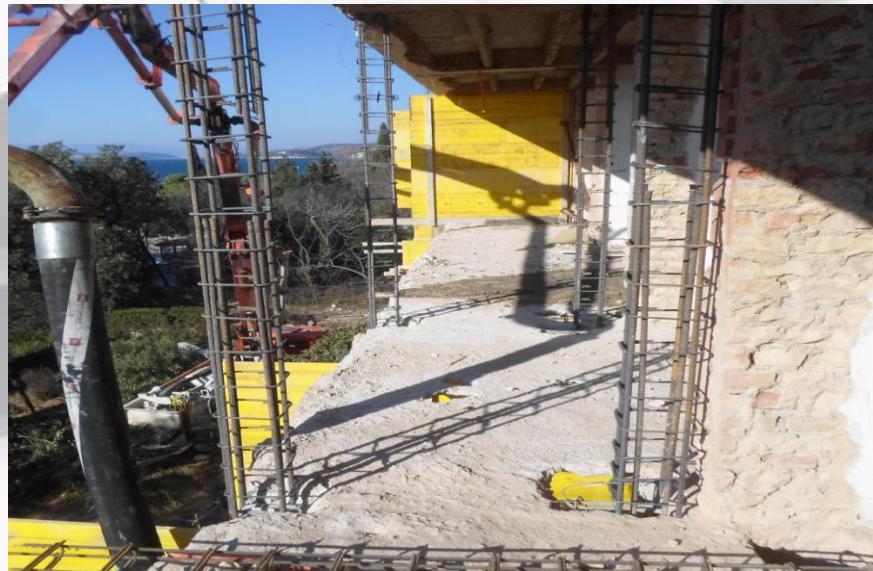
TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

Vertikalni elementi

Izvedba novih AB serklaža



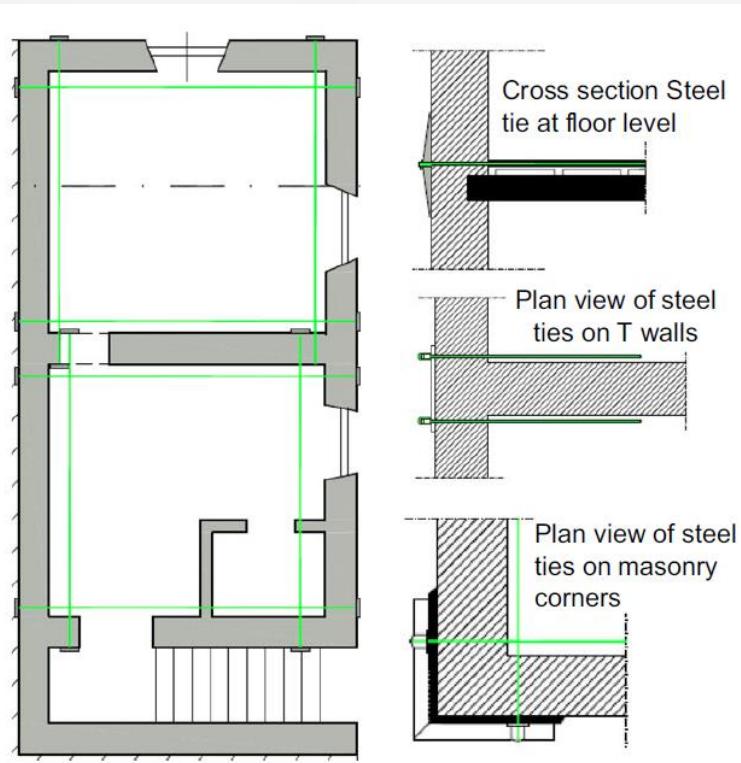
- **Ojačavanje spojeva zidova**
- Ugradnjom novih AB vertikalnih serklaža
 - samo ukoliko postoje horizontalni serklaži ili se izvode novi serklaži/kruti diskovi
- Dodatkom čeličnih pločevina
- Naknadnim prednapinjanjem



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
Kačićeva 26, Zagreb
www.grad.unizg.hr

OBNOVA GRADA ZAGREBA NAKON
POTRESA - zakonodavni i tehnički okvir
15. srpnja 2020., Zagreb

TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE



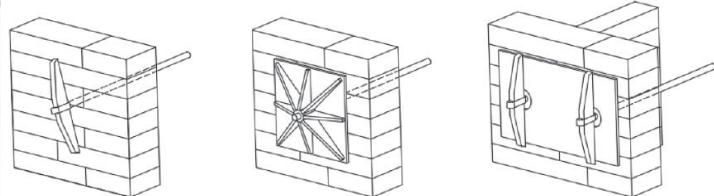
Povezivanje građevine

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



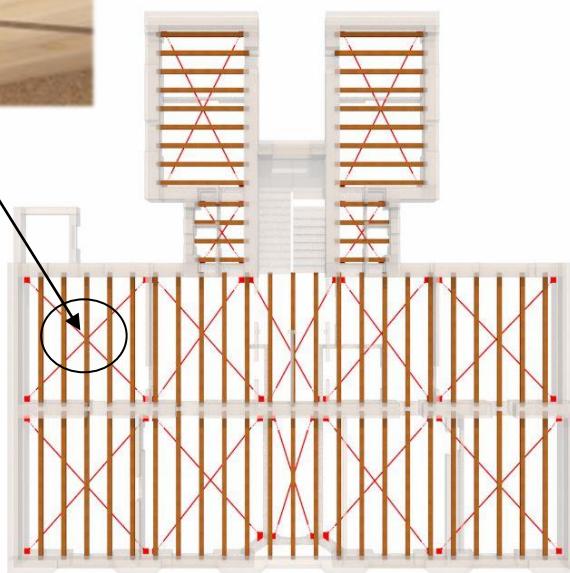
Prikaz sidrenja



TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

- Izvedba horizontalnog diska
- Spregovi s perforiranim limom
- S donje strane drvenih grednika u spojeve nosivih postojećih zidova montiramo prihvatu pločicu na koju se postavlja španer i perforirana traka i fiksira usuprotni kut/spoj nosivih zidova.

Horizontalna dijafragma

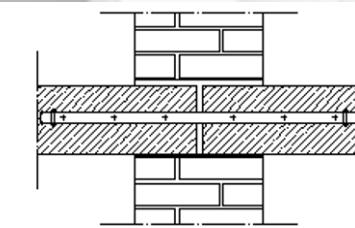
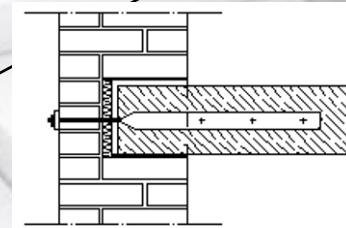
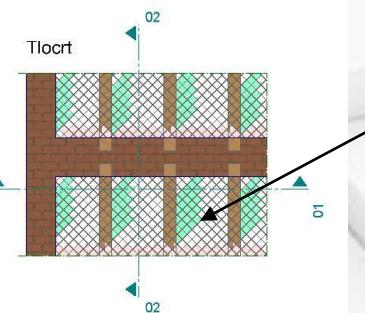
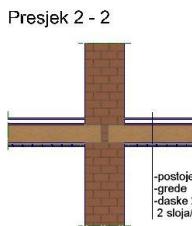
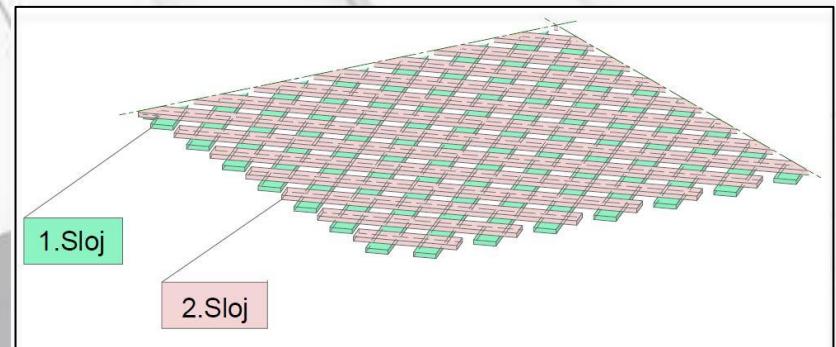
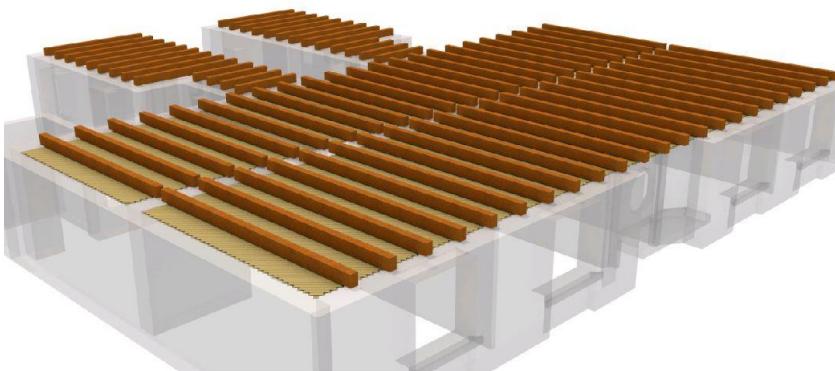


TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

Izvedba horizontalnog diska daščanom oplatom

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

Horizontalna dijafragma



TEHNIKE POPRAVKA I POJAČANJA KONSTRUKCIJE

Izvedba horizontalnog diska s tlačnom pločom



Spregnuta ploča drvo - beton



Spregnuta ploča čelik - beton



Polumontažni stropovi



REALIZIRANI OBJEKTI - PRIMJER 1

Postojeća građevina:

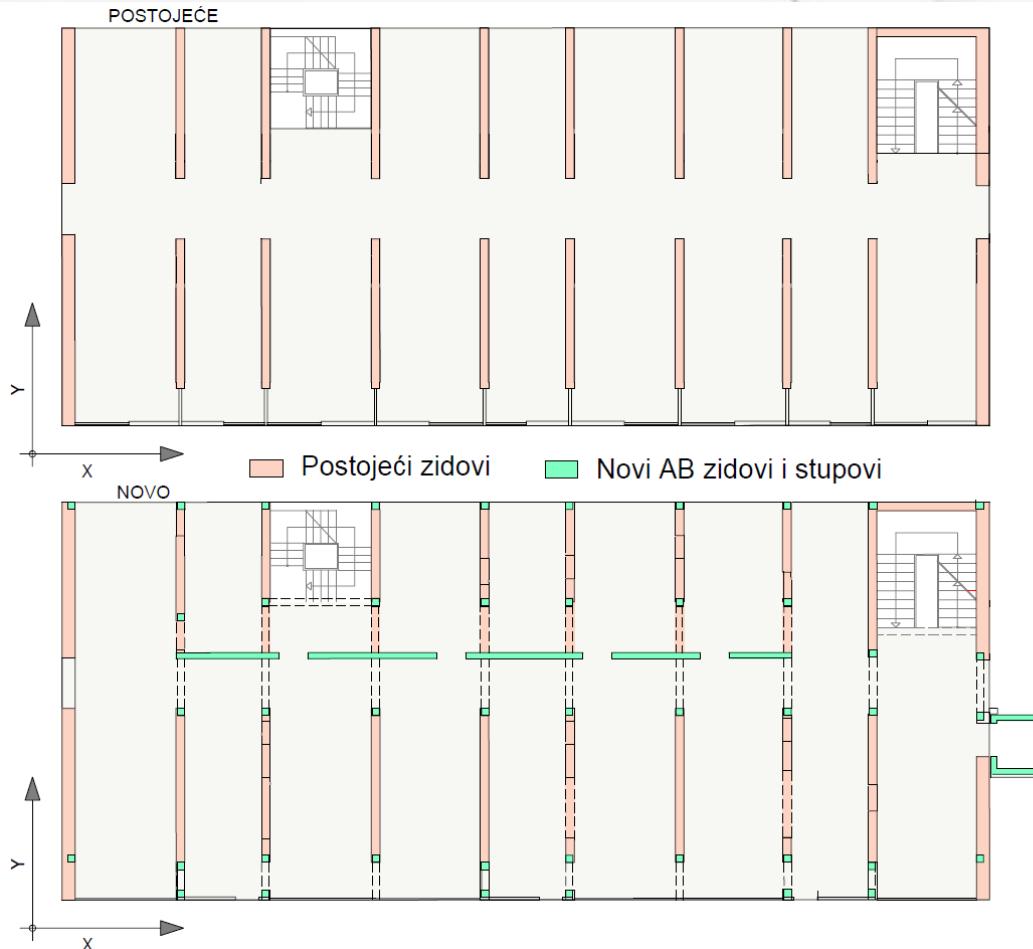
- 1.REKONSTRUKCIJA: 1960. godina
- Etažnost : prizemlje, dva kata i potkrovље
- Površina cca 1750 m²
- Vertikalni nosivi sustav – zidano neomeđeno
ziđe
- Stropovi - sitnorebričasti strop



Dodavanje novih konstruktivnih elemenata – AB zidova



REALIZIRANI OBJEKTI - PRIMJER 1



POSTOJEĆI TLOCRT GRAĐEVINE

Koncept postojeće građevine:

- Nedostatak uzdužnih zidova (uzdužne krutosti)

Zidovi postojeće stanje:

X smjer = 0.5 %

Y smjer = 9.95 %

TLOCRT NAKON REKONSTRUKCIJE

Dodavanje novih konstrukтивnih elemenata – AB zidovi

Zidovi novo stanje:

X smjer = 1.65 %

Y smjer = 10.11 %



REALIZIRANI OBJEKTI - PRIMJER 2

Postojeća građevina:

- OSNOVNA GRADNJA: 1961. godina
- REKONSTRUKCIJA: 2014. godina
- Vertikani konstruktivni sistem je od zidanog neomeđenog ziđa (puna opeka 38 cm debljine)
- Stropne konstrukcije – sitnorebričasti strop na vanjske zidove i unutarnje zidove hodnika
- **Nedovoljna seizmička otpornost građevine u poprečnom smjeru prilikom osnovne gradnje**



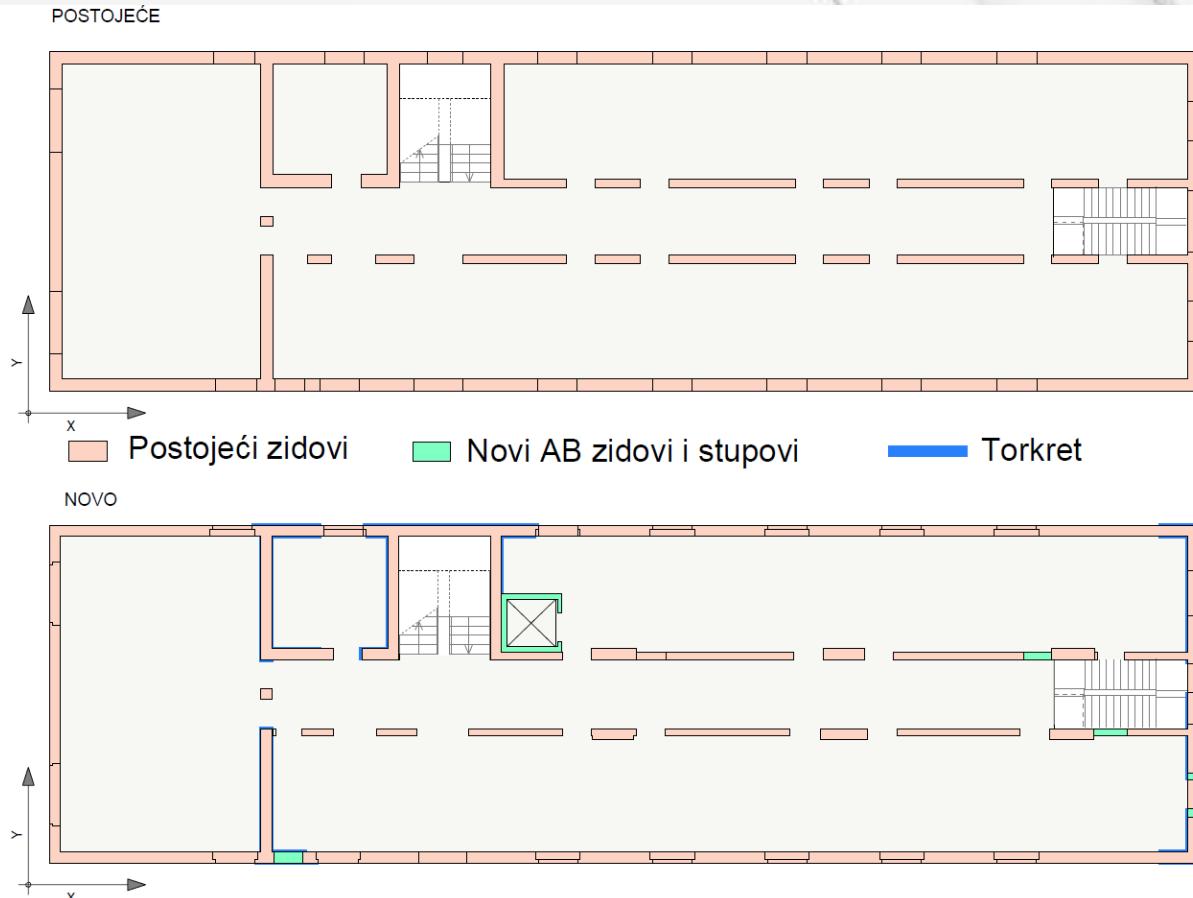
Rekonstrukcija konstrukcije:

- Primjer ojačanja konstrukcije nepravilno izvedene u osnovnoj gradnji
- Rekonstrukcija ovako zatečenog hotela na propisom punu seizmičku otpornost – neisplativa – bilo bi potrebno ukloniti građevinu koja ima sve potrebne zakonske akte

Torkretiranje zidova



REALIZIRANI OBJEKTI - PRIMJER 2



POSTOJEĆI TLOCRT GRAĐEVINE

Koncept postojeće građevine:

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

Zidovi postojće stanje:

X smjer = 11.77 %

Y smjer = 4.05 %

TLOCRT NAKON REKONSTRUKCIJE

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

Zidovi novo stanje:

X smjer = 12.03 %

Y smjer = 4.50 %



REALIZIRANI OBJEKTI - PRIMJER 3



Postojeća građevina:

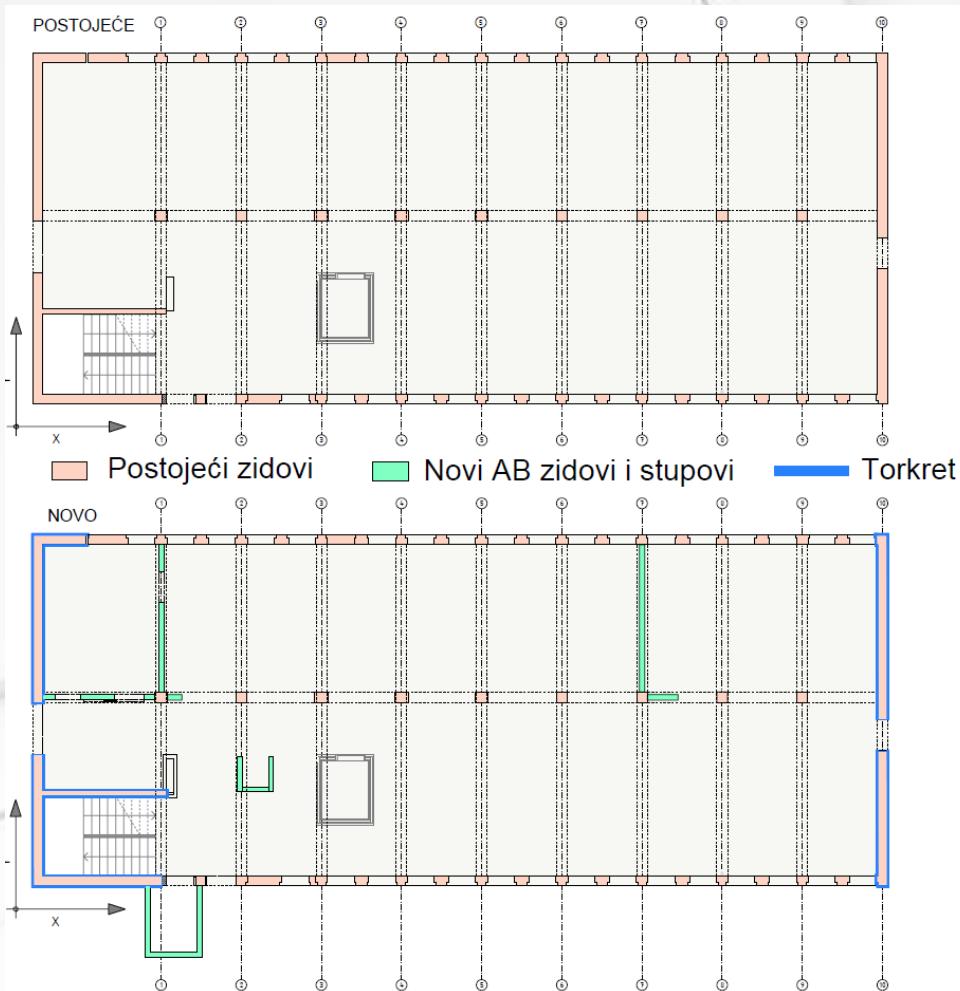
- Objekt izgrađen 1961. godine
- Dimenzije 32x13,1
- Nosivi zidovi debljine 38 cm

OBNOVA GRADA ZAGREBA NAKON
POTRESA - zakonodavni i tehnički okvir
15. srpnja 2020., Zagreb



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
Kačićeva 26, Zagreb
www.grad.unizg.hr

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 konstrukтивnih elemenata – AB zidovi
- Torkretiranje postojećih zidova

Zidovi novo stanje:

X smjer = 1.20 %

Y smjer = 3.03 %

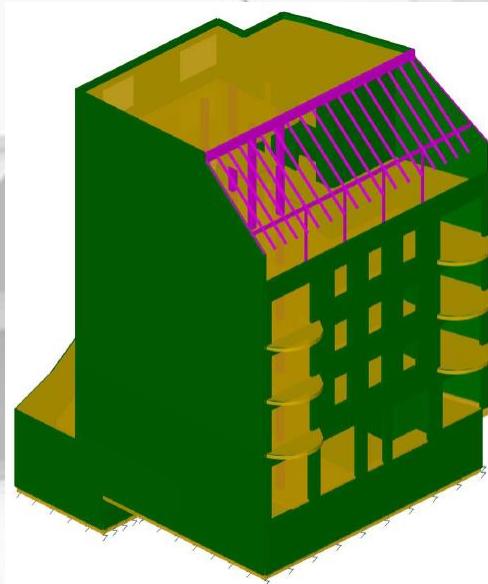


REALIZIRANI OBJEKTI - PRIMJER 4

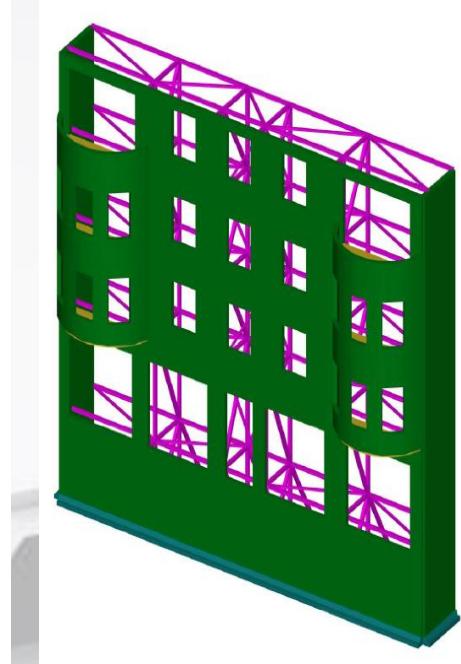
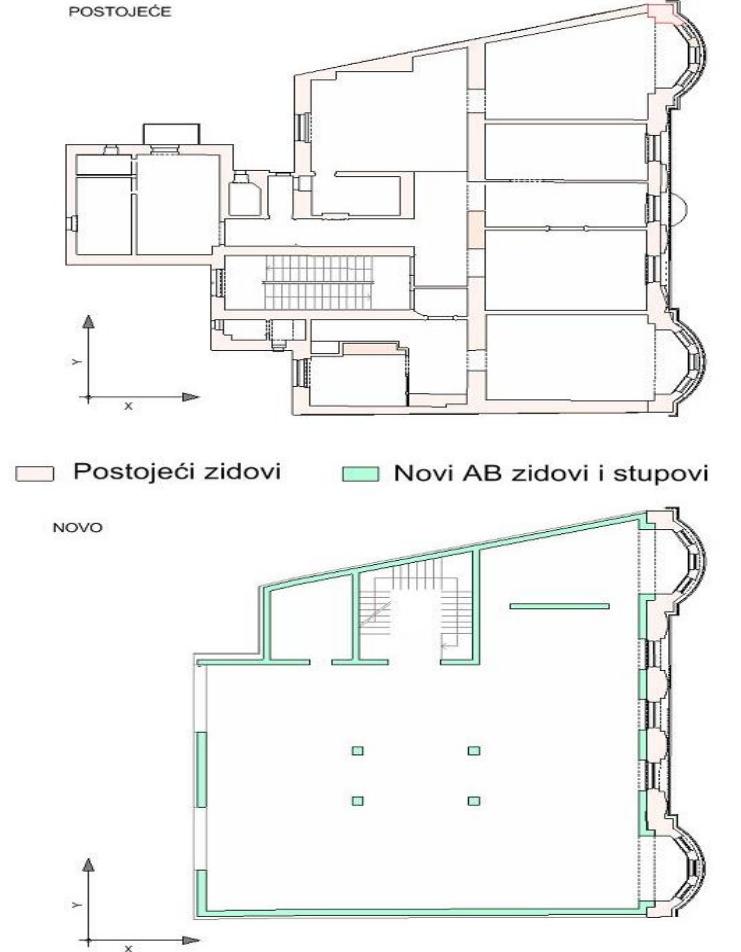


Postojeća građevina:

- Objekt izgrađen 1912. godine
- Konzervatorska zaštita prednjeg pročelja zgrade
- Odluka:
 - uklanjanje oštećene građevine
 - Izvedba zamjenske građevine uz očuvanje zaštićenog prednjeg pročelja



REALIZIRANI OBJEKTI - PRIMJER 4



POSTOJEĆI TLOCRT GRAĐEVINE

Koncept postojeće građevine:

- Nedostatna otpornost građevine na seizmičke sile

Zidovi postojeće stanje:

X smjer = 11.25 %

Y smjer = 12.48 %

TLOCRT NAKON REKONSTRUKCIJE

- Pridržavanje fasadnog zida

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

Zidovi novo stanje:

X smjer = 4.58 %

Y smjer = 3.89 %

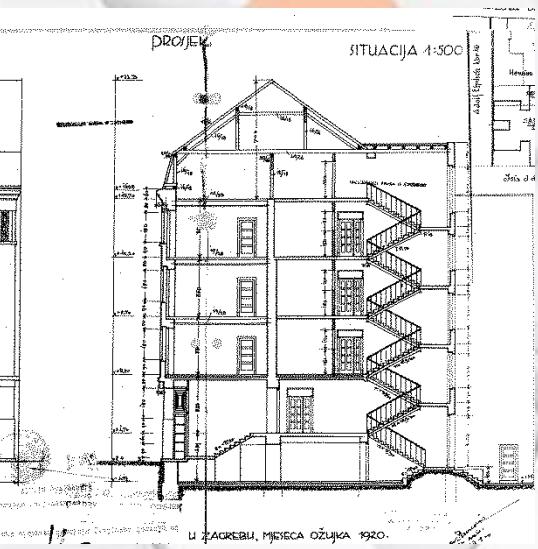
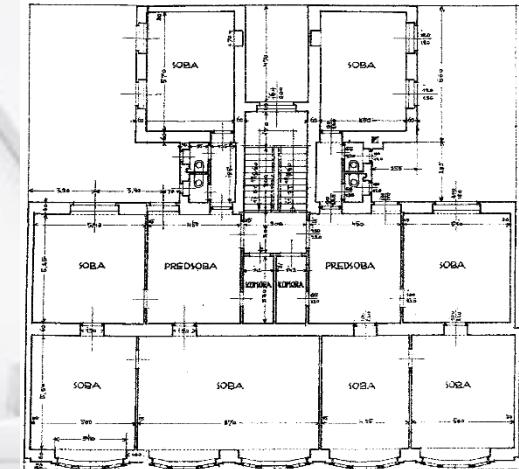
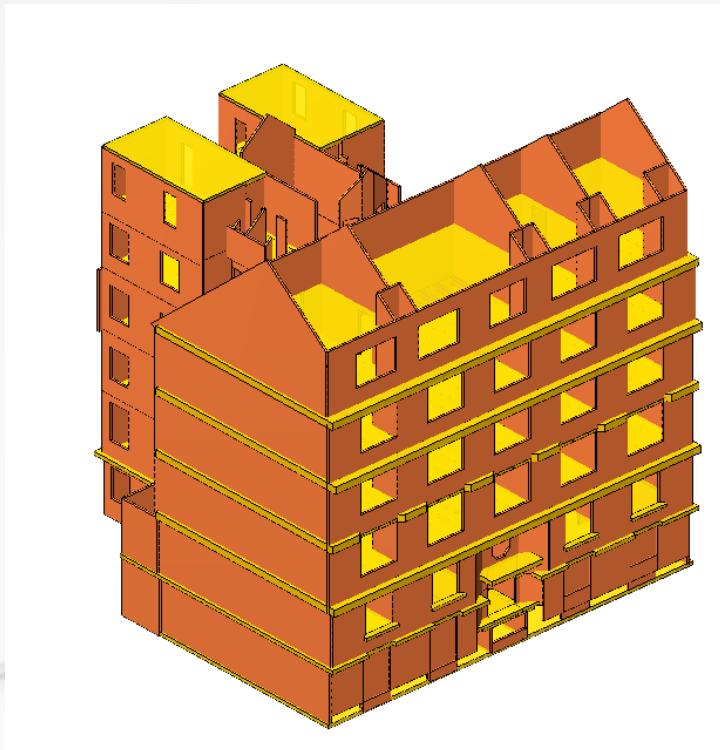
OBNOVA GRADA ZAGREBA NAKON
POTRESA - zakonodavni i tehnički okvir
15. srpnja 2020., Zagreb



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
Kačićeva 26, Zagreb
www.grad.unizg.hr

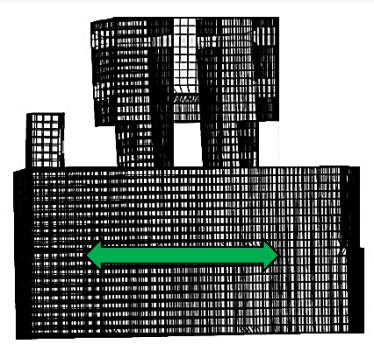
PRIMJER KARAKTERISTIČNE DONJOGRADSKE KUĆE - PALMOTIĆEVA

Model:

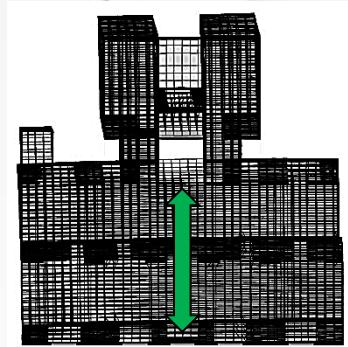


PRIMJER KARAKTERISTIČNE DONJOGRADSKE KUĆE - PALMOTIĆEVA

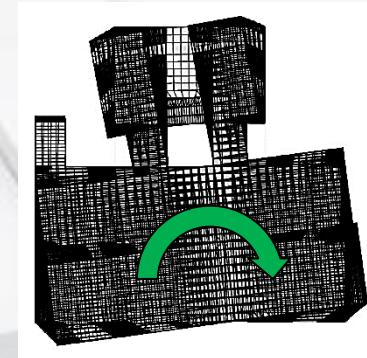
Vlastiti oblik titranja:



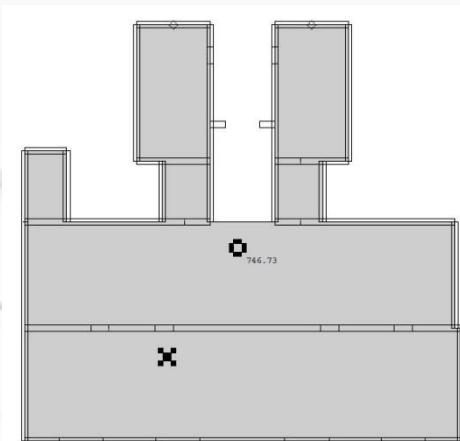
1. TON: 0,755 s



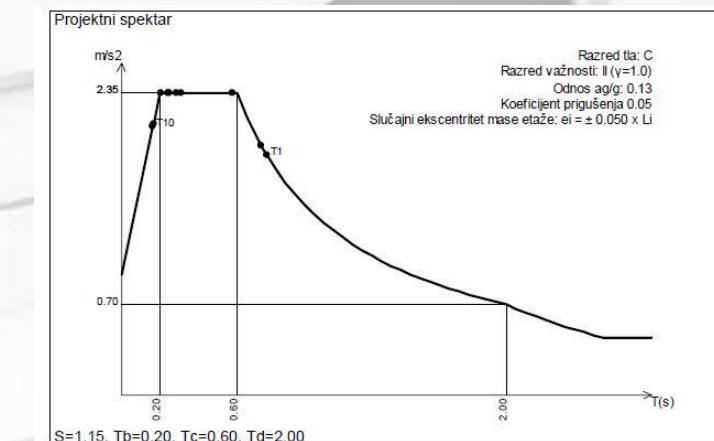
2. TON: 0,724 s



3. TON: 0,575 s



Centar mase i krutosti



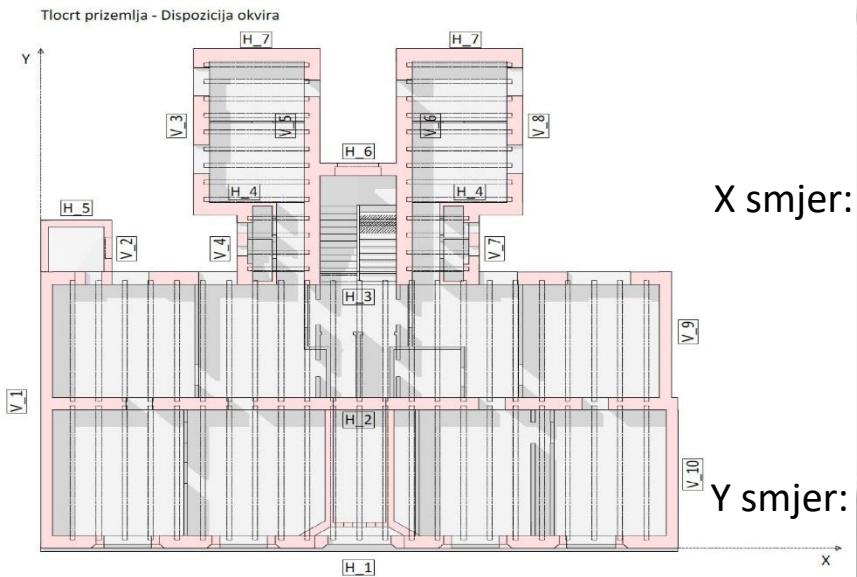
Projektni spektar

- Faktor ponašanja: 1,5
- Tlo kategorije C
- Odnos $ag/g = 0,125$ (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 DONJOGRADSKE KUĆE - PALMOTIĆEVA

Proračun otpornosti zida na posmičnu silu:



X smjer:

Y smjer:

Interpretacija rezultata: Zidovi: V-9 i V-10

$$ag/g=0,125 \text{ (50% EC-8)}$$

$$fvk,o=0,1$$

$$FP=1,0$$

Prekoračenje 17%

$$ag/g=0,125/1,17=0,107$$

$$VRd=0,107/0,250=42,8 \%$$

PRORAČUN POSMIČNE NOSIVOSTI POSTOJEĆEG ZIDA PREMA HRN EN

Proračunska nosivost postojećeg zida na poprečne sile
 $V_{Rd} = f_{vk} \cdot t \cdot L_c / (\gamma_m \cdot FP)$

f_{vk} - karak. posmična čvrstoća zida

t - debљina zida

L_c - duljina tlačno naprezanog dijela zida

γ_m - parcijalni koef. sigurnosti materijala

FP - faktor povjerenja za postojeću građevinu

Karakteristična posmična čvrstoća zida
 $f_{vk,0} = f_{vk,o} + 0,4 \cdot \sigma_d$

$f_{vk,0}$ - karakteristična početna posmična čvrstoća

σ_d - proračunsko tlačno naprezanje

Duljina tlačno naprezanog dijela za neomeđeni zid

$$L_c = 3 \cdot [L/2 - (M_{Ed}/N_{Ed,min})] \leq L$$

PRORAČUN NEOMEĐENOG ZIDA - X SMJER

Uzlazni parametri:

$f_{vk,0} = 0,10 \text{ N/mm}^2$ - preporuka prema EN ukoliko nisu poznati parametri $f_{vk,0} = 0,1 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_m = 1,50$ - za seizmiku

$FP = 1,00$ - faktor povjerenja (ovisno o razini znanja prema HRN EN 1998-3 FP = 1,00-1,35)

OTPORNOST NEOMEĐENOG ZIDA NA HORIZONTALNU POSMIČNU SILU - X SMJER

ZID	N _{Ed} [kN]	M _{Ed} [kNm]	V _{Ed} [kN]	L [cm]	d [cm]	L _c [cm]	σ _d [kN/cm ²]	f _{vk} [kN/cm ²]	V _{Rd} [kN]	UVJET: V _{Rd} > V _{Ed}	POSTOTAK (%)
H-1	7043,8	12408,0	1504,0	1725	90	1725	0,0454	0,0281	2913,3	Zadovoljeno	51,62%
H-2	6910,0	11100,0	857,7	900	90	900	0,0853	0,0441	2382,7	Zadovoljeno	36,00%
H-3	5120,0	11050,0	2355,2	1700	60	1700	0,0502	0,0301	2045,3	Nije zadovoljeno	115,15%
H-4	2656,0	2206,0	649,6	850	60	850	0,0521	0,0308	1048,3	Zadovoljeno	61,97%
H-5	157,4	100,0	84,0	230	30	230	0,0228	0,0191	88,0	Zadovoljeno	95,48%
H-6	646,8	143,0	266,0	350	45	350	0,0411	0,0264	277,5	Zadovoljeno	95,86%
H-7A	1009,0	698,7	398,3	415	75	415	0,0324	0,0230	476,6	Zadovoljeno	83,58%
H-7B	1022,3	712,4	427,3	415	75	415	0,0328	0,0231	480,1	Zadovoljeno	89,00%
$\Sigma V_{Ed} = 6542,1$		$\Sigma V_{Rd} = 9711,7$		$\Sigma V_{Ed}/\Sigma V_{Rd} = 67,36\%$							

PRORAČUN NEOMEĐENOG ZIDA - Y SMJER

Uzlazni parametri:

$f_{vk,0} = 0,10 \text{ N/mm}^2$ - preporuka prema EN ukoliko nisu poznati parametri $f_{vk,0} = 0,1 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_m = 1,50$ - za seizmiku

$FP = 1,00$ - faktor povjerenja (ovisno o razini znanja prema HRN EN 1998-3 FP = 1,00-1,35)

OTPORNOST NEOMEĐENOG ZIDA NA HORIZONTALNU POSMIČNU SILU - Y SMJER

ZID	N _{Ed} [kN]	M _{Ed} [kNm]	V _{Ed} [kN]	L [cm]	d [cm]	L _c [cm]	σ _d [kN/cm ²]	f _{vk} [kN/cm ²]	V _{Rd} [kN]	UVJET: V _{Rd} > V _{Ed}	POSTOTAK (%)
V-1	4193,7	12429,0	1522,7	1575	60	1575	0,0444	0,0278	1748,3	Zadovoljeno	87,10%
V-2	264,7	230,7	88,5	230	30	230	0,0384	0,0253	116,6	Zadovoljeno	75,91%
V-3	1908,2	1648,7	515,9	555	75	555	0,0458	0,0283	786,4	Zadovoljeno	65,61%
V-4	619,5	111,0	191,8	330	40	330	0,0469	0,0288	253,2	Zadovoljeno	75,75%
V-5	3018,7	5388,2	1060,8	1070	75	1070	0,0376	0,0250	1340,0	Zadovoljeno	79,16%
V-6	2987,8	5682,6	1106,6	1070	75	1070	0,0372	0,0249	1331,7	Zadovoljeno	83,09%
V-7	575,2	163,1	230,0	330	40	330	0,0436	0,0274	241,4	Zadovoljeno	95,28%
V-8	1922,6	1554,7	541,2	555	75	555	0,0462	0,0285	790,2	Zadovoljeno	68,49%
V-9	1748,5	1057,5	816,9	580	60	580	0,0502	0,0301	698,3	Nije zadovoljeno	116,99%
V-10	1934,0	1090,1	885,7	610	60	610	0,0528	0,0311	759,7	Nije zadovoljeno	116,58%
$\Sigma V_{Ed} = 5348,9$		$\Sigma V_{Rd} = 6200,9$		$\Sigma V_{Ed}/\Sigma V_{Rd} = 86,26\%$							

Zaključak: Seizmička otpornost postojeće građevine je 42,8% u odnosu na EC-8.

Da bi se postigli kriteriji Razine 2 potrebno izvršiti ojačanje zidova X-smjer H-3 i Y-smjer V-9 i V-10.



ZAKLJUČAK

- Iako je cijelo područje Republike Hrvatske seizmički aktivno, potres koji se dogodio u Zagrebu 22.03.2020. nas je „iznenadio“
- Kao građevinska struka, na našim skupovima i u našim radovima godinama smo upozoravali na rizik od potresa, neadekvatnu brigu i nedostatak strategije
- Kada se već potres dogodio, mjesecima nakon potresa još nemamo jasnu strategiju ni zakonske okvire o postupanju u Obnovi
- Kao građevinska struka na novoizgrađenim objektima dokazali smo da znamo projektirati, nadzirati i izgraditi sigurne objekte u seizmički aktivnim područjima jer su pregleđima građevina nakon potresa, a koje su građene prema zakonskim okvirima, konstatirana neznatna oštećenja
- Problem predstavljaju „naslijedene“ građevine, sa izvorno nedovoljnom seizmičkom otpornošću, kao i građevine koje su nelegalno građene ili nepropisno rekonstruirane
- Da bi odgovorili na ovaj veliki izazov i prevenirali eventualne buduće potrebe potrebno sudjelovanje svih segmenta društva (građevinski, finansijski, pravni, socijalni...) kako bi:
 - definirali strategiju potresa za cijelu Republiku Hrvatsku kojom bi se definirala prevencija potresa, pregledi, održavanje građevina...
 - donijeti adekvatne zakonske okvire
 - korisnicima dati „životno važnu informaciju“ o građevinama u kojima žive, rade, kupuju u vidu SEIZMIČKE ISKAZNICE



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!



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
Kačićeva 26, Zagreb
www.grad.unizg.hr

OBNOVA GRADA ZAGREBA NAKON
POTRESA - zakonodavni i tehnički okvir
15. srpnja 2020., Zagreb