

Prezentacija predavanja

NAČINI KONSTRUKCIJSKE OBNOVE GRAĐEVINA

Prof. dr. sc. Josip Atalić, izv. prof. dr. sc. Marija Demšić

Hrvatski centar za potresno inženjerstvo

Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

NAČINI KONSTRUKCIJSKE OBNOVE GRAĐEVINA

Sažetak predavanja

Zagrebački i petrinjski potresi koji su 2020. godine pogodili središnju Hrvatsku razotkrili su značajne konstrukcijske nedostatke mnogih zidanih zgrada, posebno onih izgrađenih prije uvođenja suvremenih protupotresnih standarda. Najranjivije kategorije zgrada bile su zgrade gradskih blokova u zagrebačkom Donjem gradu te u povijesnim jezgrama Petrinje, Gline i Siska. U ovom će se predavanju prikazati izvorni i stečeni konstrukcijski nedostaci zidanih zgrada izgrađenih krajem 19. i početkom 20. stoljeća koji uvjetuju njihovu koncepciju obnove. Također će se predstaviti različite razine obnove, od hitnih mjera do ojačanja konstrukcije. Prezentirat će se tehnološka rješenja koja su primijenjena u projektima obnove stambenih i javnih zgrada u Zagrebu, te o izazovima obnove u kontekstu zaštite kulturne baštine.

O predavačima

Josip Atalić je izvanredni profesor na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Glavna su područja njegovoga istraživanja potresno inženjerstvo (uključujući procjene rizika od potresa, analizu seizmičkih ojačanja itd.), numeričko modeliranje i povijesne građevine. Od 2014. godine predvodi niz aktivnosti na razini države vezano za upravljanje rizikom od potresa. Autor je nacionalnih dokumenta Procjena rizika od katastrofa u Republici Hrvatskoj – rizik od potresa, a sudjelovao je na procjeni sposobnosti i kapaciteta RH vezano za rizik od potresa, na definiranju nacionalne strategije upravljanja rizicima od katastrofa, strategije razvoja sustava civilne zaštite i slično. Vodio je Studiju za saniranje posljedica potresa u suradnji s Gradom Zagrebom, a bio je i voditelj tima Građevinskog fakulteta za projekt Procjena rizika grada Zagreba koji predstavlja pilot projekt na razini RH. Trenutno je voditelj nacionalnog projekta "Projekt istraživanja u području potresnoga inženjerstva". Jedan je od inicijatora i koordinatora pregleda oštećenja i uporabljivosti zgrada nakon potresa u 2020. godini i niza aktivnosti nužnih za brzi oporavak zajednice, sudjelovanja u povjerenstvima ministarstava, izrade Stručnih smjernica i Preliminarne procjene troškova kao podršku Zakonu o obnovi, procjene šteta i potreba (RDNA) nakon potresa u Zagrebu i potresa kod Petrinje, organizacije brojnih seminara/savjetovanja, organizacije Hrvatske konferencije o potresnom inženjerstvu (CroCEE), izrade dva

priručnika i slično. Sudjelovao je u izradi preko 150 raznovrsnih stručnih projekata, a trenutno je glavni projektant u projektima obnove Zagrebačke katedrale. Voditelj je podružnice Hrvatskog centra za potresno inženjerstvo (HCPI) pri Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu i predsjednik udruge Hrvatski centar za potresno inženjerstvo – interventna služba (HCPI-IS) koja je nastala na temeljima brojnih aktivnosti stručnjaka nakon potresa u 2020. godini.

Marija Demšić (rođ. Nikolić), izvanredna je profesorica na Sveučilištu u Zagrebu, Građevinskom fakultetu (GFZg) na Zavodu za tehničku mehaniku. Diplomirala je 2009. godine, a doktorirala 2015. na GFZg-u. Zaposlena je na Građevinskom fakultetu u Zagrebu od 2010. godine, a 2022. izabrana je u zvanje izvanrednog profesora. Nositeljica je dva kolegija na preddiplomskom studiju, dva na diplomskom i po jednog kolegija na specijalističkom i doktorskom studiju. Od 2023. voditeljica je novoosnovanog specijalističkog studija Potresno inženjerstvo. Njezin znanstveni rad obuhvaća dinamiku konstrukcija, potresno inženjerstvo te numeričko modeliranje konstrukcija. Aktivno sudjeluje na poslovima projektiranja i izrade stručnih ekspertiza, te je suradnica na više znanstvenih i stručnih projekata u čijoj provedbi sudjeluje Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Objavila je više znanstvenih radova u časopisima zastupljenim u bazi podataka WoSCC, te na međunarodnim, domaćim i stručnim skupovima. Suautorica je više poglavlja u monografiji *Potresno inženjerstvo – obnova zidanih zgrada*. Aktivno je sudjelovala u procjeni oštećenja građevina nakon potresa u Zagrebu i Petrinji 2020. godine te u pripremi dokumenata za međunarodne fondove pomoći u suradnji s Vladom RH i Svjetskom bankom. Za rad na otklanjanju posljedica potresa u Petrinji nagrađena je priznanjem “Kolos” Hrvatske komore inženjera građevinarstva (HKIG). Jedna je od osnivačica udruge Hrvatski centar za potresno inženjerstvo – interventna služba.



Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
Razred za tehničke znanosti



Hrvatski centar za potresno inženjerstvo
**POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA OBNOVA
GRAĐEVINA**

Zagreb, 9. svibnja 2025.

Načini konstrukcijske obnove građevina

Josip Atalić, **Marija Demšić**

Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet
Zavod za tehničku mehaniku



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
OBNOVA GRAĐEVINA
Zagreb, 9. svibnja 2025.



Načini konstrukcijske obnove građevina
J. Atalić, M. Demšić

1

Sadržaj

Uvod – potresni rizik, potresna otpornost građevina i razine obnove

Pristup obnovi građevina

Poznavanje građevine

Mjere obnove i ojačanja horizontalnih i vertikalnih elemenata konstrukcije

Konceptualna rješenja obnove – primjeri

Problem postojećih građevina i 2BeSafe projekt

Zaključak



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
OBNOVA GRAĐEVINA
Zagreb, 9. svibnja 2025.



Načini konstrukcijske obnove građevina
J. Atalić, M. Demšić

2

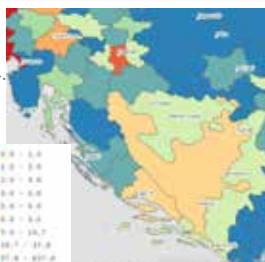
Uvod – Potresni rizik Zagreba i Hrvatske

Izloženost i ranjivost fonda zgrada

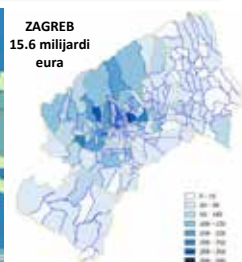
- Nedostatak podataka za procjene rizika
- Stari fond zgrada (>22% zgrada prije 1964. dodatnih 41 % prije 1981.)
- Loše održavanje, nedokumentirane rekonstrukcije...

Aktivnosti na procjeni rizika

- Identifikacija rizika za Hrvatsku (2014.)
- Procjena seizmičkog rizika za Zagreb (2015.)
- Procjena višestrukih rizika (2015.)
- Procjena seizmičkog rizika za županije u Hrvatskoj (2015.)
- Ažurirana procjena seizmičkog rizika (2018.)
- Studija smanjenja rizika od potresa u Gradu Zagrebu, (2013. – 2020.)
- SERA – europski projekt
- Procjena rizika od potresa – Zagreb (2023.) pilot projekt za RH



Raspodjela prosječnog godišnjeg ekonomskog gubitka u mil. EUR-a u Hrvatskoj
H. Crowley et al (2021) European Seismic Risk Model Viewer



Ekonomski gubici u mil. EUR za scenarij najgoreg vjerojatnog hazarda s povratnim razdobljem od 475 godina za Zagreb (Atalić et al. 2018.)



Procjena seizmičkog rizika, Građevinski fakultet, Ministarstvo graditeljstva (2015.)



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
OBNOVA GRAĐEVINA
Zagreb, 9. svibnja 2025.



Načini konstrukcijske obnove građevina
J. Atalić, M. Demšić

3

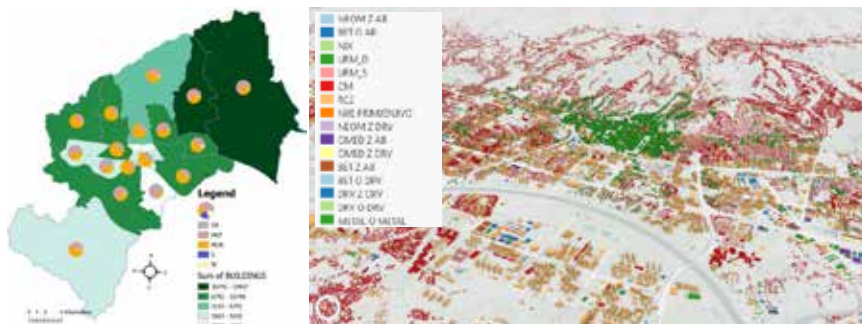
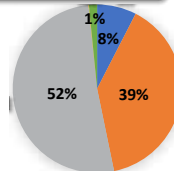
Uvod – Potresni rizik Zagreba i Hrvatske

Izloženost i ranjivost fonda zgrada

- Tipologije zgrada grada Zagreba

Atalić i sur. Procjena rizika od potresa
 - grad Zagreb

- CR – armirani beton
- MCF – omeđeno žiđe
- MUR – obično žiđe
- S – čelik
- SRC – čelik - beton
- W – drvo



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
 OBNOVA GRAĐEVINA
 Zagreb, 9. svibnja 2025.



Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

4

Uvod – Potresni rizik Zagreba i Hrvatske

Izloženost i ranjivost fonda zgrada

- Starost zgrada grada Zagreba

Atalić i sur. Procjena rizika od potresa
 - grad Zagreb



Razdoblje	do 1945.	od 1946. do 1964.	od 1965. do 1981.	od 1982. do 1998.	od 1999. do 2012.	od 2013. do danas
Opis promjena u pravnosti	Bez promjena	Izloženije o pravnom statusu, tehničkim promjenama za ostvarenje zgrada	Promjene u stvarnom statusu, tehničkim promjenama za građevine u sekundarnim područjima	Promjene u sekundarnom statusu, tehničkim promjenama za izgradnju objekata, visokogradnje u sekundarnim područjima	prejzamsko razdoblje, postupno uvođenje pravica ENV (Eurocode 8)	stavljena u međunarodni pravni okvir (Eurocode 8)
Motivacija za izmjenu gradnje			potreba u slučaju 13st	potreba u omogućavanju gradnje 1070		
Broj stambenih jedinica	oko 40 000 (oko 13 %)	oko 75 000 (oko 24 %)	oko 87 000 (oko 28 %)	oko 70 000 (oko 22 %)	40 000 (oko 13 %)	
Potresna opterećenja	do 5 % izvanrednoga opterećenja	do 10 % izvanrednoga opterećenja	30 do 50 % izvanrednoga opterećenja	30 do 50 % izvanrednoga opterećenja	75 do 100 % izvanrednoga opterećenja	100 % izvanrednoga opterećenja

Atalić i sur. Studija grada Zagreba



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
 OBNOVA GRAĐEVINA
 Zagreb, 9. svibnja 2025.



Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

5

Uvod – Oštećenja građevina u zagrebačkom i petrinjskom potresu

Potres u Zagrebu i oštećenja

- Nedjelja, 22. ožujka: $M_L 5.5$ u 6:24
- najveći procjenjeni intenzitet EMS VII
- Epicentar 7 km sjeverno od centra
- Dubina 8 km
- Više od 1400 potresa u 45 dana
- 1 smrtno stradala osoba
- 26 ozlijeđeno
- Oštećeno oko 22000 zgrada
- 30000 raseljenih ljudi
- Ukupna šteta - 11,3 mlrd. EUR
- Cijena obnove - 17,5 mlrd. EUR

World Bank, RDNA Zagreb, 2020.

- 5816 zgrada – neupotrebljivo



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
 OBNOVA GRAĐEVINA
 Zagreb, 9. svibnja 2025.



Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

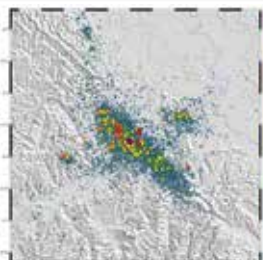
6

Uvod – Oštećenja građevina u zagrebačkom i petrinjskom potresu

Potres u Petrinji i oštećenja

- Prethodni potres, 28. prosinca: $M_L 5.1$ u 6:24
- Glavni potres, 29. prosinca: $M_L 6.2$
- Epicentar 4.5 km JZ od Petrinje, 50 km od Zagreba
- Dubina 6-7 km
- 7 poginulih, 15 ozlijeđenih, oko 4,000 iseljenih obitelji
- Šteta procijenjena na 4.8 milijarde EUR
- Obnova i oporavak na 8.4 milijarde EUR

World Bank, RDNA Petrinja, 2021.



Karta epicentara potresa u Petrinji u razdoblju od 28. prosinca 2020. do 29. ožujka 2021.

**Geofizički odsjek
 Prirodoslovno-
 matematičkog fakulteta
 Sveučilišta u Zagrebu:**



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
 OBNOVA GRAĐEVINA
 Zagreb, 9. svibnja 2025.



Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

7

Potresna oštetljivost zgrada unutar niza gradskog bloka

Analiza tradicijske zidane zgrade unutar niza gradskog bloka

- Istraživanje je pokazalo da mehanizmi otkazivanja izvan ravnine (npr. rušenje zabatnih zidova i fasadnih zidova) bitno doprinose razini oštećenja
- Učinak niza na jedinicu unutar njega smanjuje oštetljivost elemenata u ravnini i ima pozitivan učinak kod nižih i srednjih razina oštećenja (DL2 i DL3)
- Rezultati upućuju na bitne konstrukcijske nedostatke tipičnih tradicijskih zgrada u Donjem gradu kojima su fasadni zidovi i poprečni zidovi skupa sa stropnom konstrukcijom nedovoljno povezani.

IP isolated **IP aggregate** **IP&OOF aggregate** **Zagreb masonry 2020**

DL2 **DL3**

Pinasco et al, Seismic fragility assessment of existing masonry buildings in aggregate located in Zagreb, 2025

Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

Uvod – otpornost građevina i razine obnove

Razine oštećenja konstrukcije:

- Oštećenja u ravnini i izvan ravnine
- Distribucija oštećenja uvjetuje razinu oštećenosti, odnosno pojava lokalnih mehanizama otkazivanja koja ugrožavaju vertikalnu stabilnost konstrukcije
- Razina oštećenja – definira se na licu mjesta nakon pregleda zgrade nakon potresa ili se predviđa numeričkim modelima
- Zahtjev (npr. indeks znatnog oštećenja – IZO) se postavlja s obzirom na određenu vjerojatnost prekoračenja potresnog djelovanja

Razina obnove građevine

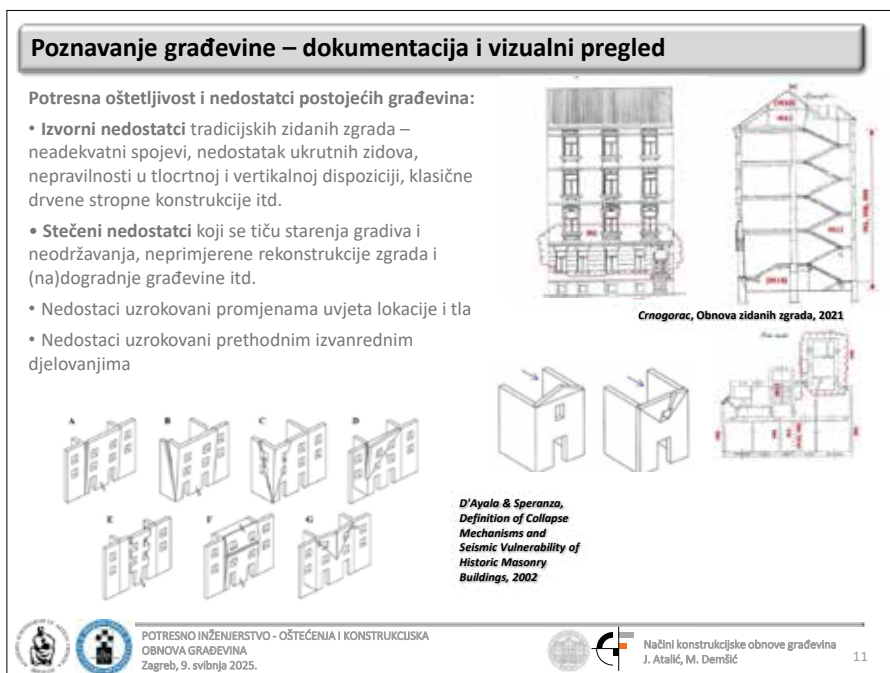
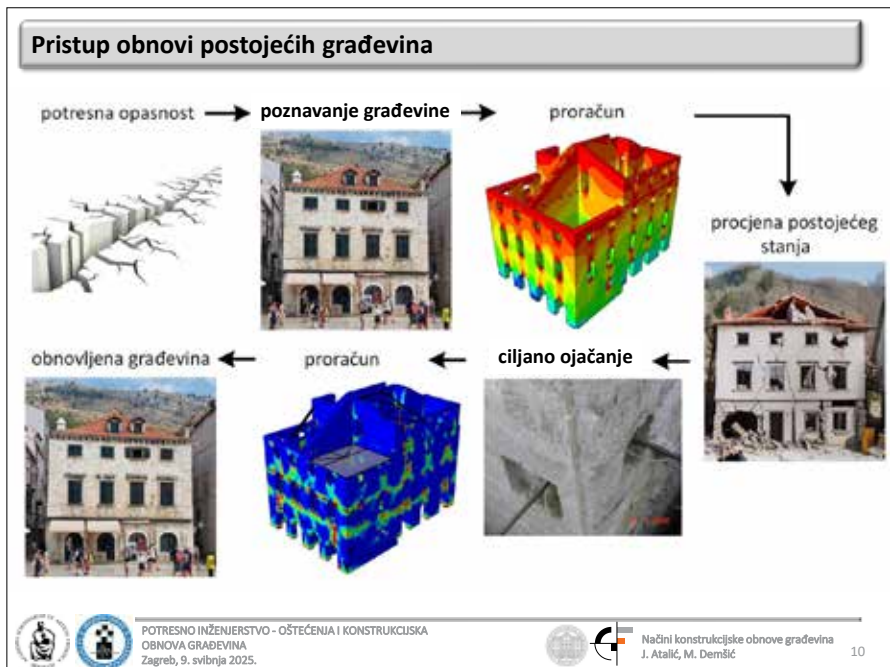
- Usko vezana za zahtjev otpornosti građevina na određeni potresni zahtjev
- Kompromis između zahtjeva trenutnog standarda i prihvatljive sigurnosti – razine 1, 2, 3 i 4
- Model cjelovite obnove

Shematski prikaz značenja IZO faktora

Uroš, Konceptualna rješenja obnove i mjere pojačanja konstrukcija, 2024.

Zatjevana otpornost građevine prema propisima

Crnogorac i sur., Priručnik UPPO, 2020.



Poznavanje građevine – istražni radovi

- temelji: utvrđivanje vrste, kvalitete, izmjere dimenzija, oštećenja temelja, određivanje dubine temeljenja...
- istražne sonde u stropnim konstrukcijama radi određivanje ukupne debljine stropova, vrste stropne konstrukcije, debljine slojeva, dimenzija i razmaka nosivih elemenata;
- skidanje slojeva žbuke i utvrđivanje veza te strukture zida, jasnije utvrđivanje razine oštećenja elemenata – mjerenje debljine pukotina

Foto: U.O.I.G. Tarnik

Foto: Toding

Laboratorij za ispitivanje konstrukcija, Kralo i sur.

POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
 OBNOVA GRAĐEVINA
 Zagreb, 9. svibnja 2025.

Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

12

Poznavanje građevine – istražni radovi

- Ispitivanje mehaničkih svojstava ugrađenih gradiva (ziđe, mort, opeka, kamen, čelične zatege, beton, armatura...)
- Utvrđivanje dinamičkih parametara postojeće konstrukcije (operativna modalna analiza)
- Kod posebno vrijednih građevina kulturnih dobara – 3D snimak geometrije i ostalih detalja
- Opseg istražnih radova uvjetuje RAZINU ZNANJA o građevini

Laboratorij za ispitivanje konstrukcija, Kralo i sur.

POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
 OBNOVA GRAĐEVINA
 Zagreb, 9. svibnja 2025.

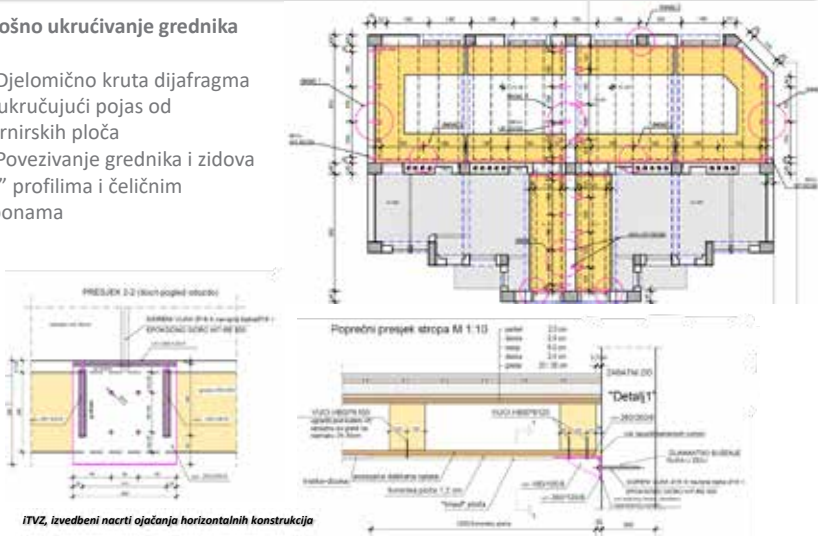
Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

13

Ojačanje horizontalnih konstrukcija - primjeri

Plošno ukrućivanje grednika

- Djelomično kruta dijafragma – ukrućujući pojas od furnirskih ploča
- Povezivanje grednika i zidova „L” profilima i čeličnim sponama



ITVZ, izvedbeni nacrti ojačanja horizontalnih konstrukcija



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
 OBNOVA GRAĐEVINA
 Zagreb, 9. svibnja 2025.



Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

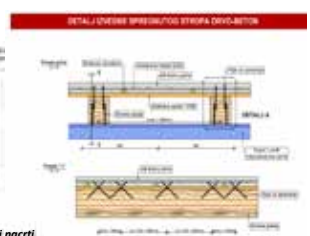
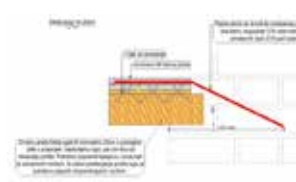
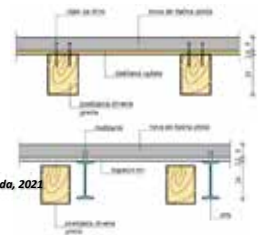
Ojačanje horizontalnih konstrukcija - primjeri

Plošno ukrućivanje grednika

- Dovoljna krutost međukatne konstrukcije može se ostvariti novom ili spregnutom konstrukcijom
- Bitno je ostvariti spajanje (ojačanje) sidrenim šipkama sa obodnim zidovima u svrhu povezivanja zgrade u jednu cjelinu



Pojatina, Potresno inženjerstvo - Obnova zidanih zgrada, 2021



U.O.I.G. Tarnik, izvedbeni nacrti



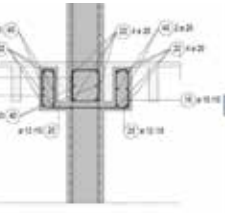
POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
 OBNOVA GRAĐEVINA
 Zagreb, 9. svibnja 2025.



Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

Ojačanje horizontalnih elemenata - primjeri

Detalji spojeva postojeće stropne konstrukcije sitnog rebra



Tuding, izvedbeni nacrti povezivanja postojeće horizontalne konstrukcije



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
 OBNOVA GRAĐEVINA
 Zagreb, 9. svibnja 2025.



Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

16

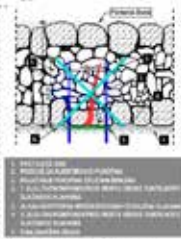
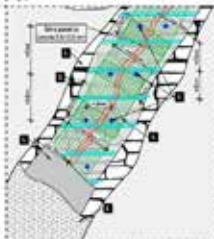
Ojačanje vertikalnih elemenata - primjeri

Popravlak pukotina

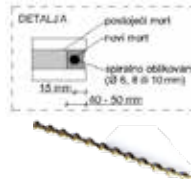
- Popravlak oštećenog zida prije injektiranja
- Ciljati kritični mehanizam
- na mjestima većih pukotina ugrađuju se čelične spiralne šipke
- dodatno se postavljaju polimerne mreže (FRCM) u kombinaciji odgovarajućim mortom i žbukom



ITV2, sanacija teško oštećenog zida



U.O.I.G. Tarnik, detalj sanacije pukotina



Baričević, Potresno inženjersvo -
 Obnova zidanih zgrada Izdavač,
 2021



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
 OBNOVA GRAĐEVINA
 Zagreb, 9. svibnja 2025.

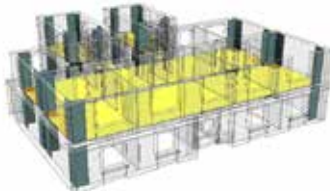


Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

17

Ojačanje vertikalnih elemenata - primjeri

- Manji opseg zahvata na konstrukciji obično uključuje osnovno povezivanje fleksibilne/polukrute dijafragme i lokalno ojačanje
- Efektivnost FRCM sustava bitno će ovisiti o debljini postojećeg zida, jednostranom/dvostranom oblaganju.



Todorć, Potresno inženjerstvo – Obnova zidanih zgrada, 2021.



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
OBNOVA GRAĐEVINA
Zagreb, 9. svibnja 2025.



Načini konstrukcijske obnove građevina
J. Atalić, M. Demšić

18

Ojačanje vertikalnih elemenata - primjeri

- Preziđivanje teže oštećenog zida
- Pretvaranje pregradnih zidova u omeđeno zide



Todorć, Potresno inženjerstvo – Obnova zidanih zgrada, 2021.



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
OBNOVA GRAĐEVINA
Zagreb, 9. svibnja 2025.



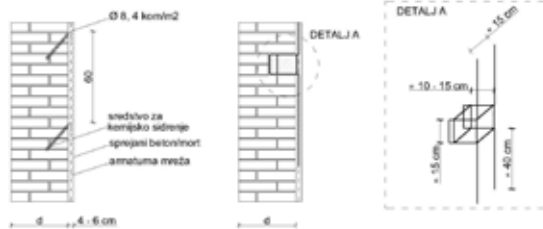
Načini konstrukcijske obnove građevina
J. Atalić, M. Demšić

19

Ojačanje vertikalnih elemenata - primjeri

Pojačanje zidanih zgrada ovijanjem AB oblogama

- osigurati kontinuitet te detalje sidrenja armaturne mreže sidrima ili posmičnim trnom
- zahtjeva i ojačanje temelja



Uroš, *Konceptualna rješenja obnove i mjere pojačanja konstrukcije*



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
 OBNOVA GRAĐEVINA
 Zagreb, 9. svibnja 2025.



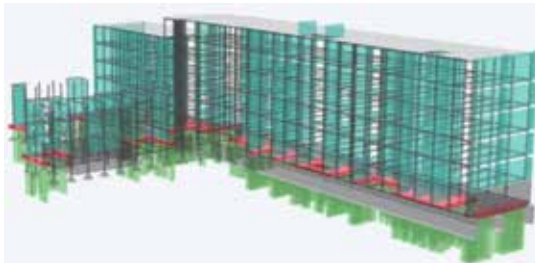
Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

20

Načini obnove građevina - primjeri

Zgrada AGG fakulteta

- Koncept ojačanja – izgradnja novog nosivog sustava
- Novi AB zidovi u kontinuitetu od temelja
- Povezivanje dilatacija u svrhu postizanja ujednačenijeg dinamičkog odziva – smanjenje ekscentriciteta
- Pобољшanje pojedinih konstrukcijskih segmenata i funkcionalne promjene



Todini, *ojačanje zgrade AGG fakulteta*



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
 OBNOVA GRAĐEVINA
 Zagreb, 9. svibnja 2025.



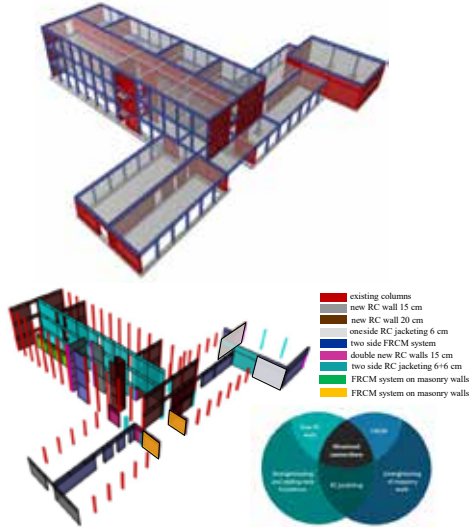
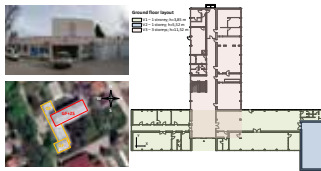
Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

21

Načini obnove građevina - primjeri

Zgrada Učiteljskog fakulteta u Petrinji

- Čuvanje fasade (energetska obnova) na dijelu rubne okvirne konstrukcije
- Ojačanje unutarnjeg zidanog sustava i izvedba novih elemenata – AB zidova u svrhu postizanja ujednačenijeg odziva
- Poboľšanje pojedinih konstrukcijskih segmenata i funkcionalne promjene



Uroš i sur., *Seismic Retrofitting of Dual Structural Systems – A Case Study of an Educational Building in Croatia, 2023.*



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
 OBNOVA GRAĐEVINA
 Zagreb, 9. svibnja 2025.



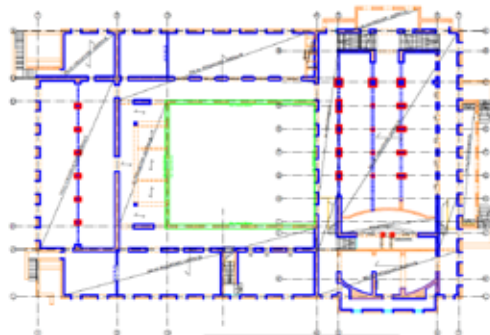
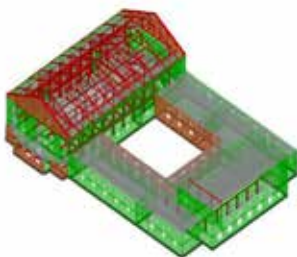
Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

22

Načini obnove građevina - primjeri

Hrvatski dom u Petrinji

- Konstrukcija više puta nadograđivana i nepravilna
- Ojačanje postojećih elemenata uz instalaciju novih AB zidova
- Postojeće drveno krovitše zamijenjeno novom čeličnom konstrukcijom



- NAČINI SANACIJE:
- novi temelji
 - torokvit
 - AB obloga stupova
 - FRCM sustav
 - nova Alu/čelična greda
 - novi AB zid



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
 OBNOVA GRAĐEVINA
 Zagreb, 9. svibnja 2025.

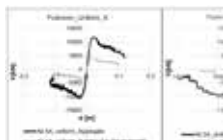


Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

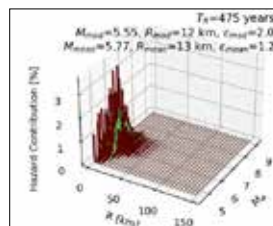
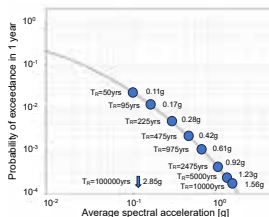
23

Problem postojećih građevina i 2BeSafe projekt

- Primjena numeričkih modela različite složenosti u svrhu pouzdanijeg određivanja potresne otpornosti građevina
- Krivulje ranjivosti za tipске zidane i armiranobetonske zgrade u Zagrebu
- Razrada metodologije ciljanih ojačanja



Krivulje kapaciteta nosivosti zgrade



Srednja krivulja hazarda PSHA za S_a, avg i deagregacija hazarda za S_a, avg za $T_R=475$ yrs



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
 OBNOVA GRAĐEVINA
 Zagreb, 9. svibnja 2025.



Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

24

Zaključak

- Zahvati koji se primjenjuju u obnovi i ojačanju konstrukcije trebaju biti u skladu sa novim zahtjevima koji se postavljaju na konstrukciju
- Projekti obnove i ojačanja postojećih konstrukcija vrlo su zahtjevni u procesu realizacije što zahtjeva kontinuirani
- Obnova nakon potresa treba biti početak kontinuirane revitalizacije zgrada koje će rezultirati smanjenjem potresnog rizika, prvi korak u tom smjeru je i uvođenje **seizmičkog certifikata**
- Građevine kulturne baštine – dopušta se odstupanje od osnovnih zahtjeva, **čuvanje baštinskih vrijednosti i zahtjev sigurnosti** treba svakako uskladiti kroz namjenu takvih građevina – npr. škole, bolnice?



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
 OBNOVA GRAĐEVINA
 Zagreb, 9. svibnja 2025.



Načini konstrukcijske obnove građevina
 J. Atalić, M. Demšić

25

Zahvala

Predstavljena rješenja predstavljaju realizirane projekte projektantskih ureda:

**Toding,
U.O.I.G. Tarnik,
iTVZ,**

i

Građevinskog fakulteta

A posebno zahvala kolegama...

• Mario Todorić, Krešimir Tarnik, Marijan Župan, Sanja Raich, Nikša Ivanović, Miroslav Duvnjak, Mario Uroš, Juraj Pojatina, Joško Krolo, Ivan Duvnjak, Ana Baričević, Marko Bartolac...

Predstavljeni znanstveni projekti realiziraju se uz financijsku potporu:



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
OBNOVA GRAĐEVINA
Zagreb, 9. svibnja 2025.



Načini konstrukcijske obnove građevina
J. Atalić, M. Demšić

26



Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
Razred za tehničke znanosti

i

Hrvatski centar za potresno inženjerstvo

**POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA OBNOVA
GRAĐEVINA**

Zagreb, 9. svibnja 2025.



Hvala na pažnji!

mdemsic@grad.hr



POTRESNO INŽENJERSTVO - OŠTEĆENJA I KONSTRUKCIJSKA
OBNOVA GRAĐEVINA
Zagreb, 9. svibnja 2025.



Načini konstrukcijske obnove građevina
J. Atalić, M. Demšić

27