



nZEB u obnovi / TRESS

Tehnička rješenja za energetska
i statičku sanaciju zgrada

Af



Sveučilište u Zagrebu
Arhitektonski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Architecture

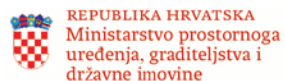
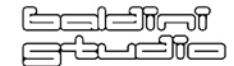


SAFE – Održivo seizmičko i energetska poboljšanje građevina

Hrvoje Vukić, mag.ing.aedif.



ALUKÖNIGSTAHL
SCHÜCO JANSEN

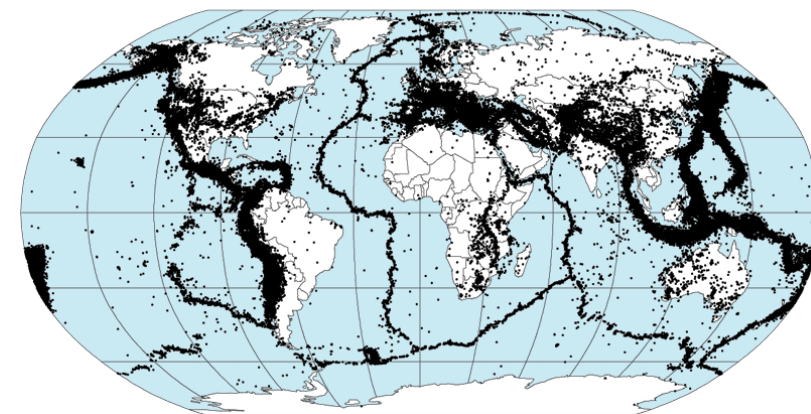




- Preko 40% urbanog stanovništva živi u zgradama izgrađenim od zida.
- 60% ljudskih žrtava stradalih u potresu nalazili su se u zidanim zgradama
- Mala vlačna čvrstoća zida, mala duktilnost, kao i mala sposobnost disipacije energije, glavni su razlozi smanjene uporabe nearmiranog zida u područja sa većim seizmičkim ubrzanjem.

Tlačna čvrstoća zida [MPa]	Vlačna čvrstoća zida [MPa]	Modul elastičnosti zida [MPa]	Modul posmika zida [MPa]
2.0	0.09	800	50

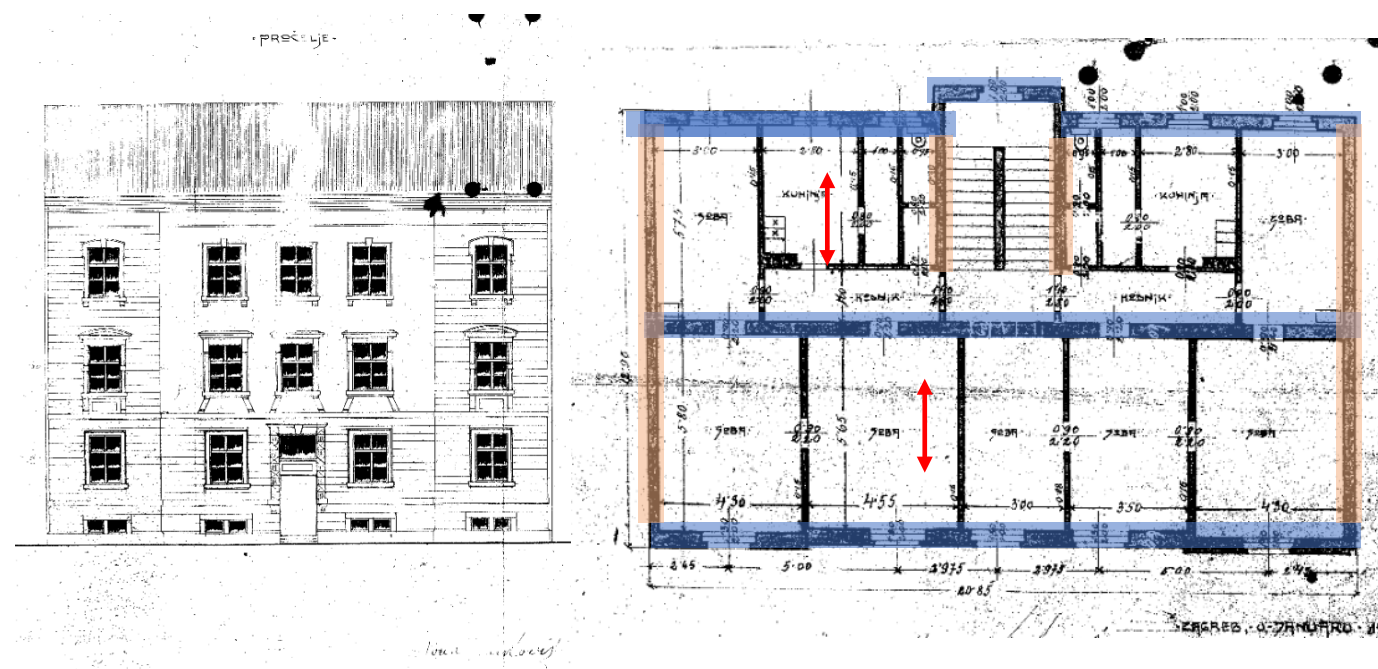
Aničić, Tomažević, Konstruiranje i proračun zidanih zgrada, Građevinski kalendar, 1990.



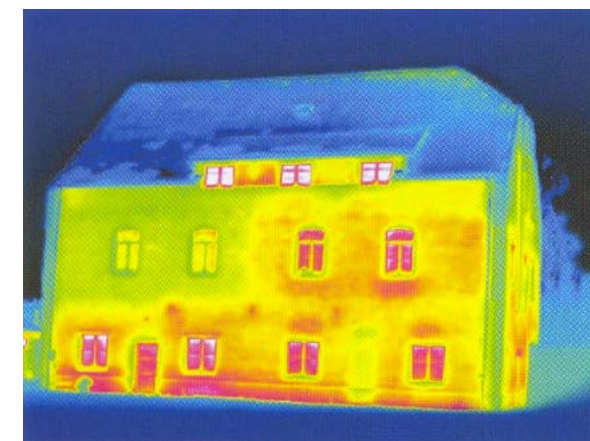
- Dosadašnja iskustva su pokazala da najmanju i nedovoljnu seizmičku otpornost imaju stare zidane građevine
- budući da samo žiđe je neduktilni materijal, a osim toga većina starih zidanih građevina je izgrađena u periodu, kada u većini zemalja u svijetu nije bilo tehničke regulative glede seizmičke otpornosti.
- Primjer razornog utjecaja potresa na stare zidane građevine je najbolje vidljivo s fotografija potresa u Italiji i u Hrvatskoj

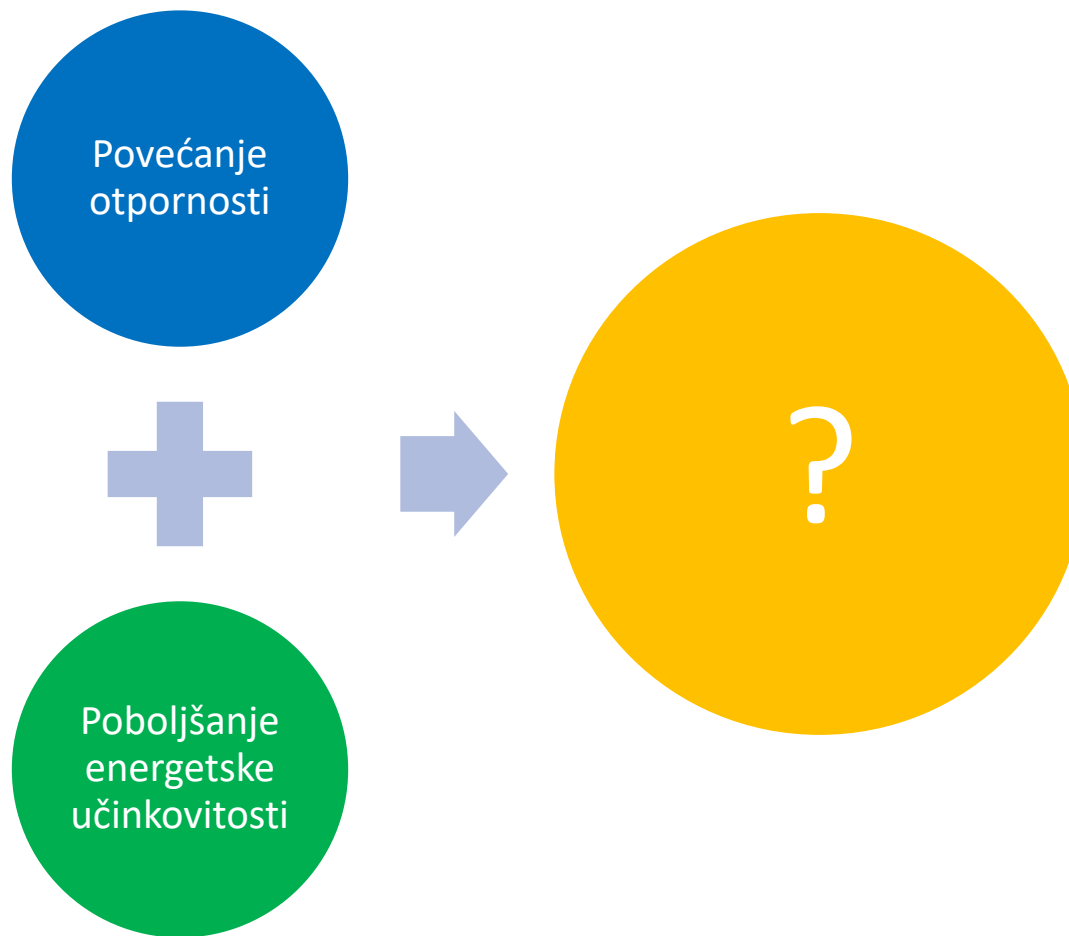


- Npr. tipični nosivi sustav donjogradskog bloka zgrada jest da se oslanja na 3-4 osi nosivih zidova u svakom od smjerova. Uobičajeno se radi o zidovima pročelja, unutarnjem središnjem zidu, zidovima zabata i unutrašnjim zidovima stubišta.
- Zidovi su uglavnom od pune opeke povezane mortom bez toplinske zaštite.
- Dio građevina je pod zaštitom i postoje dodatni uvjeti konzervatora koji određuju smjernice za ojačanje.

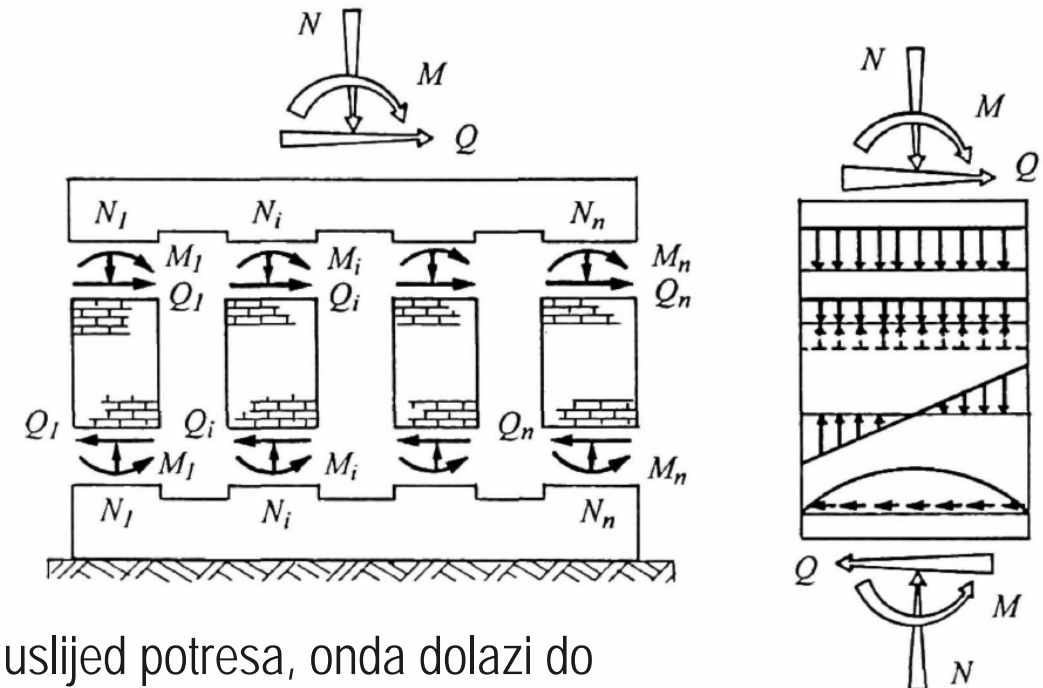


- Osim nedovoljne seizmičke otpornosti takve zidane građevine imaju izrazito slaba energetska svojstva, te je zadnjih godina energetska obnova u punom jeku.
- Transmisijski gubici kroz otvore i prozore na pročelju iznose 19%, dok su najveći gubici kroz zidove i iznose 45%
- Dio građevina je pod zaštitom i postoje dodatni uvjeti konzervatora koji određuju smjernice za ojačanje.
- Na tim zgradama je neophodna provedba energetske obnove, restauratorskih radova i pojačanja nosive konstrukcije pri čemu zbog posebnosti konzervatorske zaštite svi ti radovi trebaju biti istovremeni i međusobno usklađeni.
- Stare građevine imaju uglavnom takva pročelja da bilo kakvi tradicionalni postupci intervencija glede pojačanja zidova teško moguće provesti, bez značajnijeg narušavanja konzervatorskih svojstava.



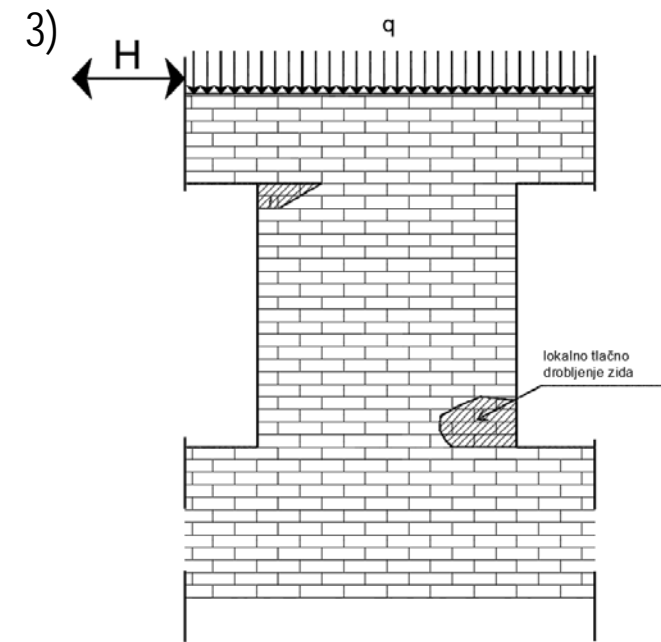
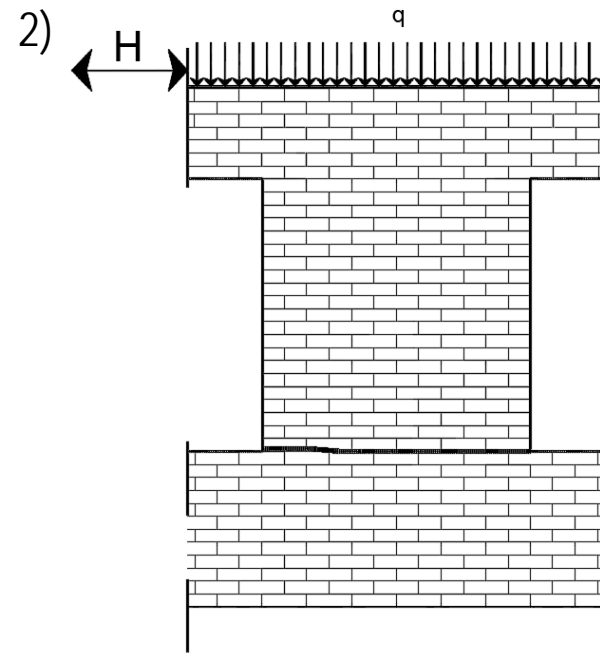
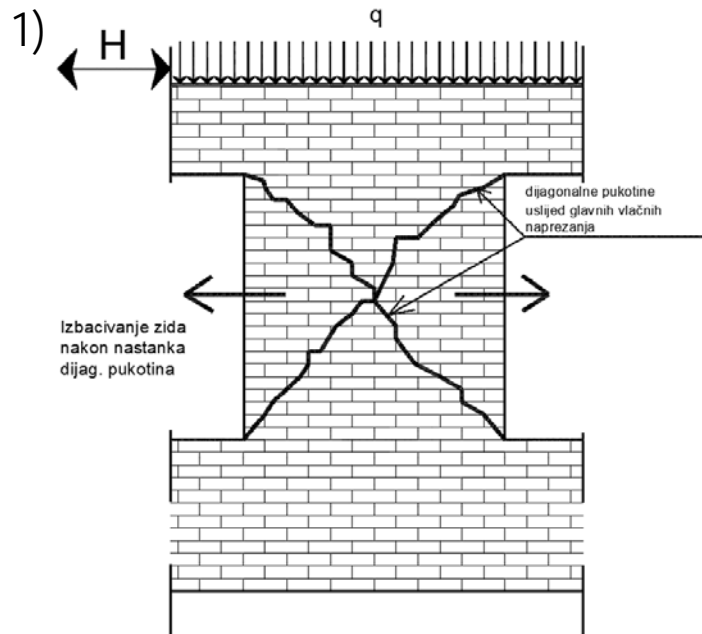


- Jedan od glavnih razloga otkazivanja starih zidanih građevina, pored nedovoljne povezanosti konstrukcijskih elemenata i izbacivanja zida van ravnine, je nedovoljna posmična otpornost zidova pročelja.
- Međuprozorski zidovi su kritični elementi konstrukcije.



- Ako međuprozorski zid nema dostatnu otpornost na rezne sile uslijed potresa, onda dolazi do njegova sloma

- U zidovima zbog velikih horizontalnih sila i vertikalnih tlačnih sila mogu nastati sljedeći mehanizmi sloma:
 - 1) U sredini zida dolazi do prekoračenja vlačnih napreznja te nastaju dijagonalne pukotine u smjeru tlačne dijagonale – najnepovoljniji u pogledu duktilnosti
 - 2) Slom uslijed klizanja po sljubnici prekoračenjem posmične čvrstoće zida
 - 3) Uslijed savijanja i vertikalnog opterećenja dolazi do drobljenja zida



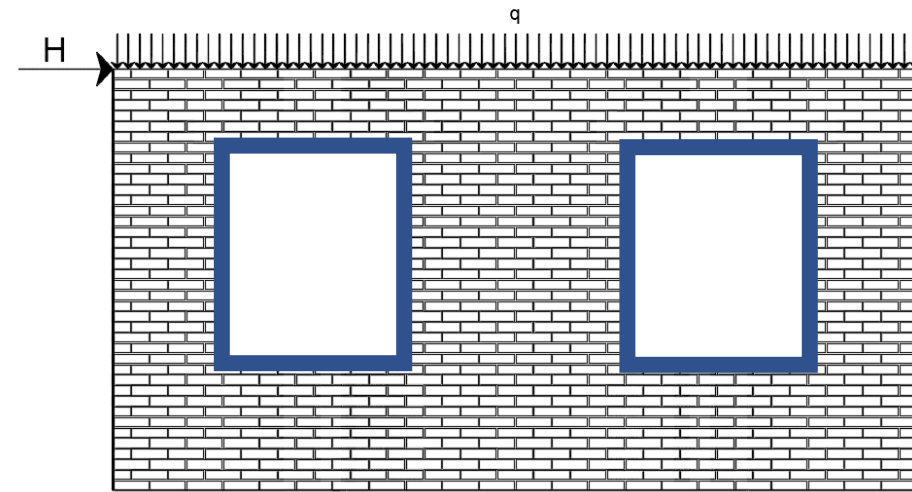


- U području pojačanja zidanih građevina je poznato da se nosivost i duktilnost zidanih zidova postiže omeđivanjem zida s armiranobetonskim ili čeličnim elementima u vidu vertikalnih i horizontalnih serklaža, odnosno okvira.

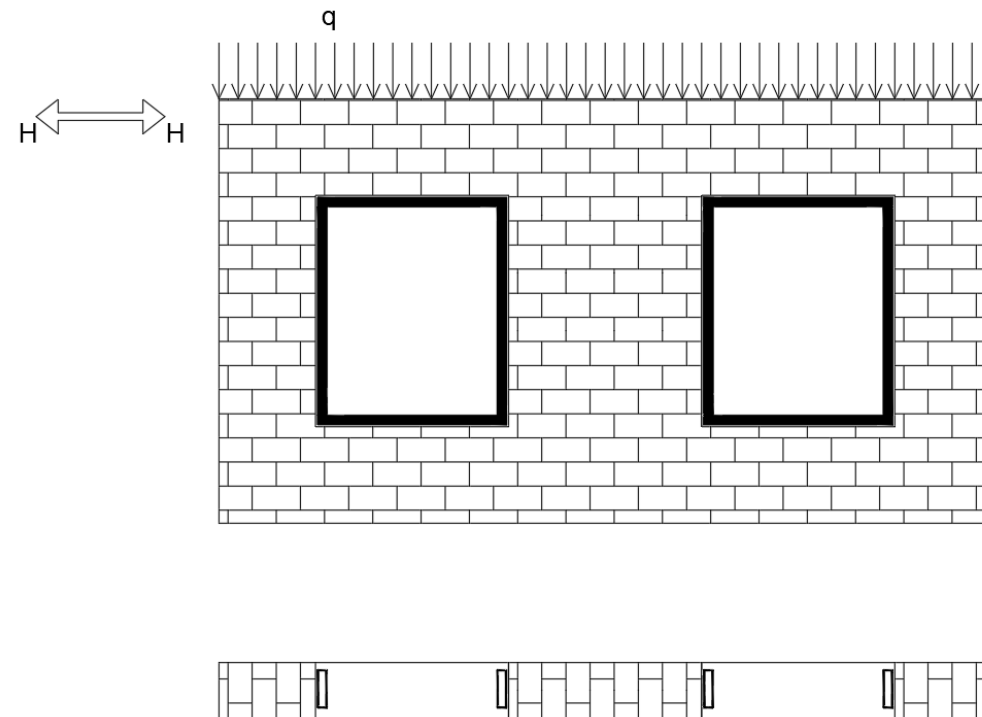
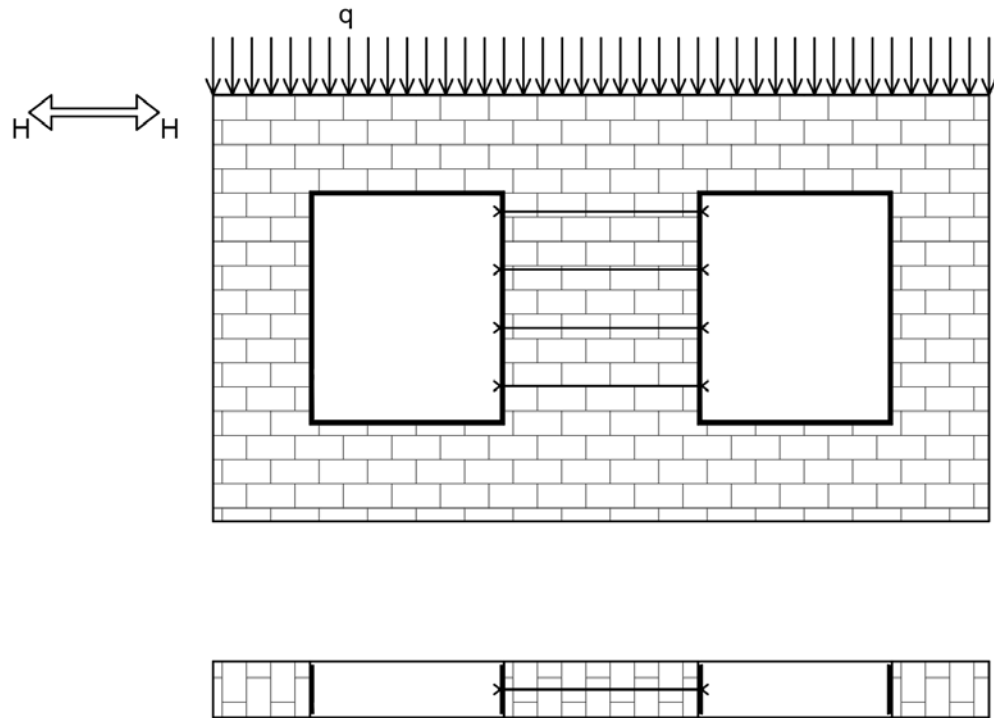


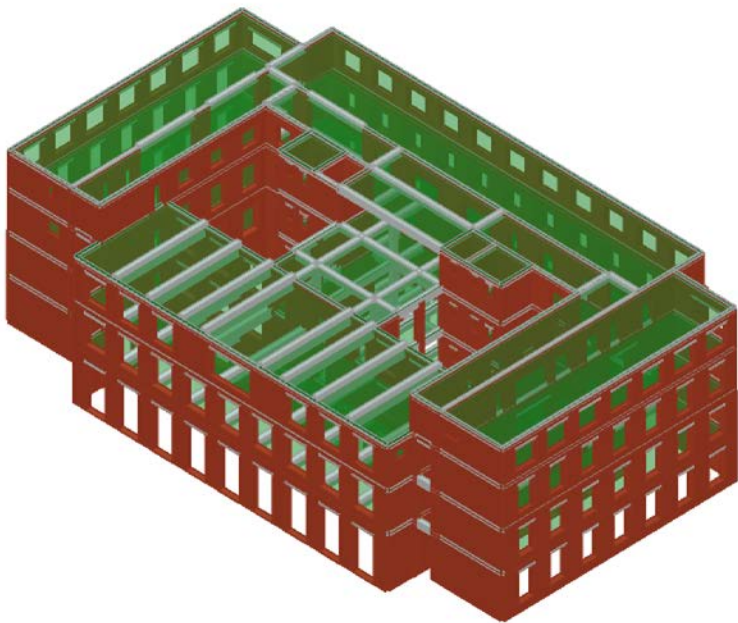
- Uzimajući u obzir mehanizam otkazivanja međuprozorskih dijelova zidova pročelja i pozitivne učinke ovijanja zidanih zidova čeličnim okvirima, razvila se ideja pojačanja zidova s metalnim okvirima, koji bi se ugrađivali kao „slijepi štok“ oko postojeće stolarije odnosno na način da ti okviri budu integrirani u drvenu ili aluminijsku i pvc stolariju kao gotovi proizvod.

- Značajna ušteda energije odnosno energetsko poboljšanje postiže se zamjenom postojeće stolarije s novom boljih energetskih svojstava.



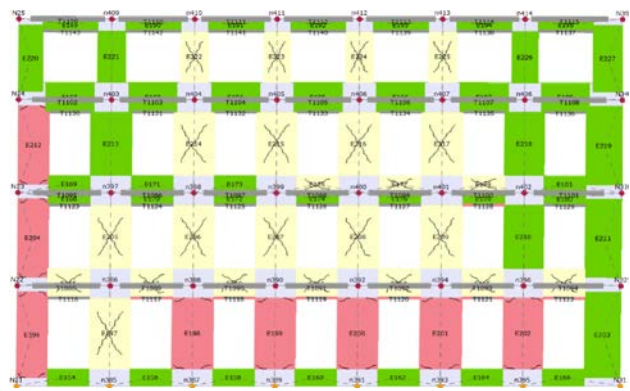
- Smjer razrade u dvije osnovne varijante:
 - „Slijepi štok” s pasivnim zategama
 - Fleksijski krut okvir (dio okvira stolarije)



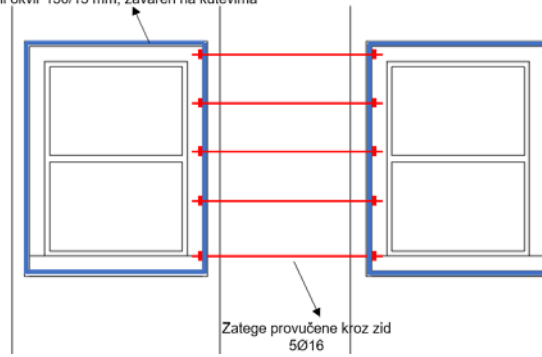


- U potresu 22.03.2020. vidljiva su oštećenja međuprozorskih zidova. Uglavnom se radi o prekoračenju vlačnih napona, te su vidljive dijagonalne pukotine.
- Osim vidljivih oštećenja, temeljem nelinearnih analiza nekolicine postojećih građevina, dio zidova oko otvora na fasadi uglavnom imaju problem sloma formiranjem tzv. tlačne dijagonale.

Međuprozorski zidovi - zatege								Slom - klizanjem	Dijagonalni slom	Mjerodavni slom	Potrebna površina šipki po visini otvora [čelik S355]	Broj kom. po visini otvora
1	h [mm]	t [mm]	L [mm]	N_g [kN]	σ_o [N/mm ²]	f_v [N/mm ²]	τ_R [N/mm ²]	V_f [kN]	V_R [kN]	$V_{mjer, R}$ [kN]	A_s [cm ²]	profil Ø16 mm [kom]
1	2300	700	1600	300	0,27	0,26	0,19	288	212	212	8,6	5



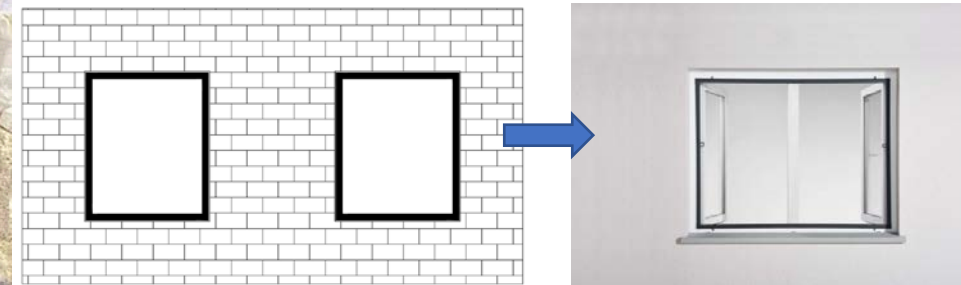
Čelični okvir 150/15 mm, zavaren na kutevima



Zatege provučene kroz zid 5Ø16

- Na građevini ŠNZ, prilikom hitne sanacije nakon potresa, primijenjen je model „slijepog štoka” s pasivnim zategama.





SAFE (Sesmic safety And For Energy):

- Prozorski okvir je sklop s nosivim čeličnim okvirom koji pridonosi povećanju otpornosti međuprozorskih zidova na djelovanje horizontalnog opterećenja, ali i poboljšanju energetske učinkovitosti.

Af



Sveučilište u Zagrebu
Arhitektonski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Architecture



HVALA NA PAŽNJI