

Af

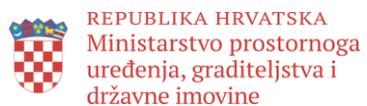


Sveučilište u Zagrebu
Arhitektonski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Architecture



ZGRADE³⁺

SIGURNOST UGODNOST KVALITETA



Af



Sveučilište u Zagrebu
Arhitektonski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Architecture



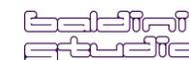
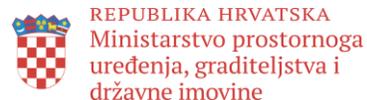
ZGRADE³⁺

SIGURNOST UGODNOST KVALITETA

Mehanička otpornost i stabilnost

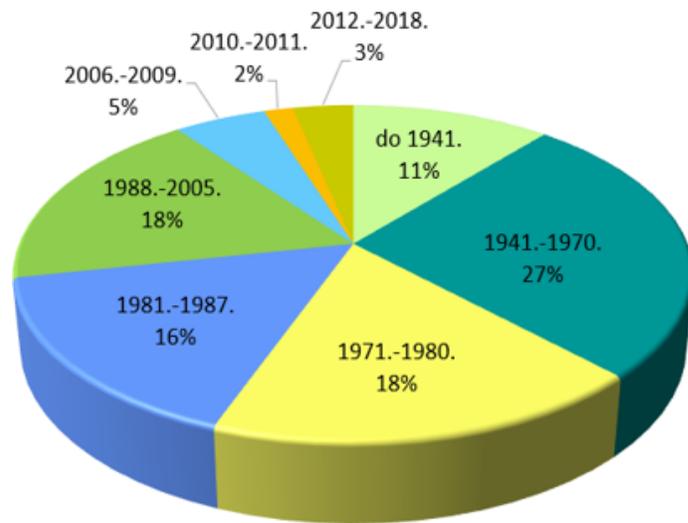
Josip Galić

Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

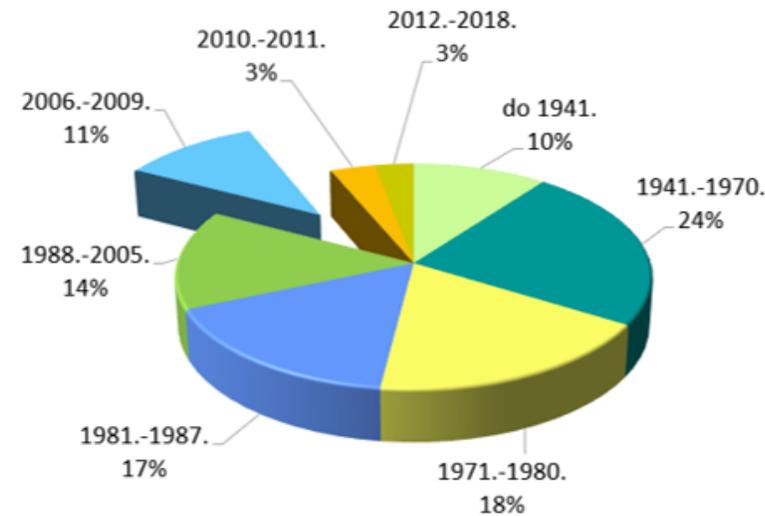


Zadnji potresi u Zagrebu i Petrinji su iznijeli na vidjelo puno problema:

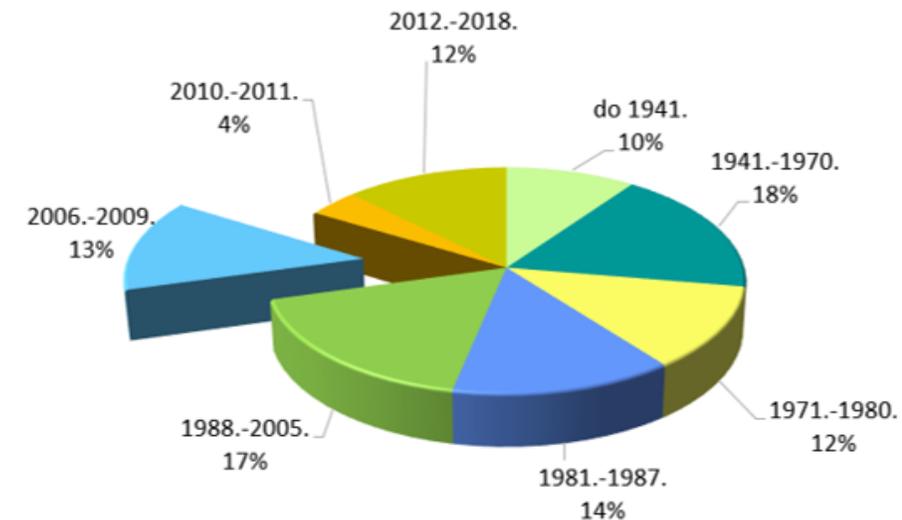
- Veliki broj građevina slabe seizmičke otpornosti – oko 30% ukupnog fonda zgrada je izgrađeno prije 1964.g.



Obiteljske kuće



Višestambene zgrade



Javne zgrade

Izvor: predavanje g. Irene Križ Šelendić, načelnice Sektora za energetska učinkovitost u zgradarstvu

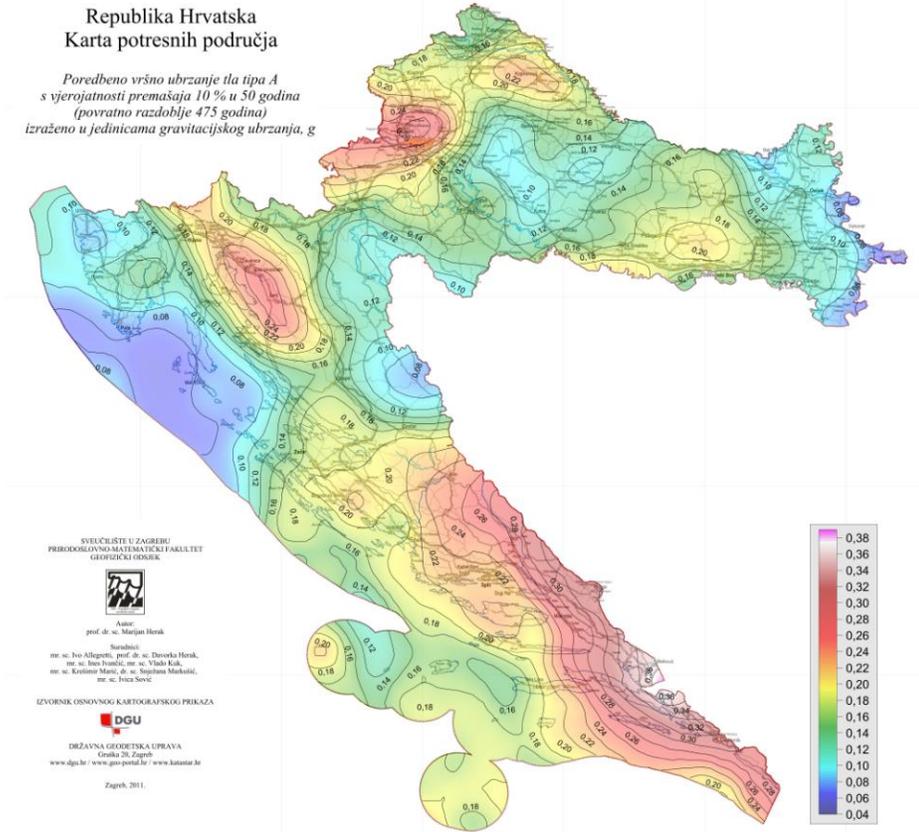
- **Točna procjena potresne otpornosti postojećih zgrada je složen postupak zbog niza parametara koje treba uzeti u obzir.**
- Cilj smjernica je kako provesti pojednostavljeni postupak provedbe pregleda postojeće zgrade i utvrđivanja je li za pojedinu zgradu postoji potreba za protupotresnim pojačanjem, te ako postoji potreba, koje bi to intervencije bile nužne za izvesti i procjenu troškova tih nužnih intervencija.
- **Nakon dobivanja ugovora slijedi izrada projektne dokumentacije s točnom valorizacijom postojeće otpornosti i učinka predviđenih intervencija.**

• UVOD

cilj je dati smjernice na što treba obratiti pozornost i koja su uobičajena pravila za donošenje zaključaka seizmičkoj otpornosti i potrebi za pojačanjem.

Potresno područje u kojem se zgrada nalazi (područje manjeg intenziteta $a_g < 0,10g$ i područja većeg intenziteta $a_g > 0,20g$)

Za zgrade u područjima niskog seizmičkog intenziteta može se očekivati da većina zgrada niske i umjerene katnosti imaju dostatnu potresnu otpornost, dok u područjima visokog seizmičkog intenziteta za očekivati je da većina zgrada, izgrađenih prije usvajanja suvremenih seizmičkih propisa, nemaju dostatnu potresnu otpornost i potrebno ih je poboljšati.



Period izgradnje zgrade

- Projektiranje i izgradnja potresno otpornih zgrada u Hrvatskoj se provodi tek zadnjih 50-tak godina. Također u zadnjih 50-tak godina događalo se stalno osuvremenjivanje protupotresnih propisa vezanih za projektiranje i izvođenje zgrada, pri čemu svaki novi propis je „stroži“ odnosno postrožuje zahtjeve i u pogledu projektiranja i u pogledu izvođenja nosivih konstrukcija.
- **1964.g. - Pravilnik o privremenim tehničkim propisima za građenje u seizmičkim područjima**

Stambene, poslovne i javne zgrade izgrađene do 1965.g. su uglavnom bile zidane bez vertikalnih serklaža s mekim stropovima od drvenih grednika bez kvalitetnih veza s nosivim zidovima što je izrazito nepovoljno u potresu. Zgrade s krutim betonskim stropovima i nosivim zidanim zidovima iz tog perioda su često imale veliku i neprimjerenu katnost za zidane konstrukcije.

Pravilnik iz 1964.g. - važna ograničenja za projektiranje i izvođenje potresno otpornih zgrada, posebno zidanih).

Uvedena su ograničenja u pogledu, rastera ukrutnih zidova, katnosti i visina u projektiraju i izgradnji zidanih zgrada. U razini svih stropova moraju biti izvedeni horizontalni serklaži i stropne konstrukcije moraju biti povezane sa zidovima. Serklaži su obvezni na zabatnim zidovima i povezivanje zabatnih zidova i dimnjaka s krovnom konstrukcijom.

- **1981.g. - Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima**

U periodu od 1965.g. do 1982.g. je izgrađen veliki broj zgrada - gradnja potresno otpornih zgrada bitno poboljšana.

I u tom periodu izvedeno je dosta zgrada nedovoljne potresne otpornosti. To se prvenstveno odnosi na zidane zgrade veće katnosti u područjima umjerenog i visokog seizmičkog intenziteta (preko 4 etaže), te visoke okvirne armiranobetonske zgrade.

Kod većine zgrada s većim brojem etaža od Pr. + 3K u područjima umjerenog i visokog seizmičkog intenziteta je za očekivati potreba za njihovim poboljšanjem.

- **2005.g.; 2007.g.; 2012.g. – Suvremeni tehnički propisi na bazi ENV i EN**

Većina zgrada projektiranih i izgrađenih u periodu 1982.g. – 2007.g. ima primjerenu potresnu otpornost i kod većine zgrada iz tog perioda poboljšanja potresne otpornosti u cilju postizanja suvremenih proptupotresnih svojstava ili nisu potrebna ili njihova izvedba nije optimalna, odnosno opseg i trošak intervencija nije proporcionalan povećanju potresne otpornosti.

U tom periodu je izgrađeno dosta i obiteljskih kuća bez serklaža, stambenih zgrada veće katnosti (Pr.+3K i više), te ozbiljnih nadogradnji starijih postojećih zgrada.

Treba imati u vidu da u Hrvatskoj postoji veliki broj legaliziranih zgrada od kojih veliki broj nije bio izgrađen prema projektnoj dokumentaciji, nego često samo čistom improvizacijom izvođača.

Vrsta konstrukcije

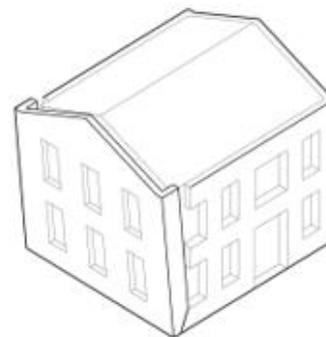
- Vrsta konstrukcije i katnost su izrazito važni za ocjenu potresne otpornosti zgrade.
- Važno utvrditi o kojoj vrsti nosive konstrukcije se radi i koja su osnovna svojstva konstrukcije

1. ZIDANE KONSTRUKCIJE

a) *Ima li zgrada „meke” drvene stropove, svodova ili ima krute stropne konstrukcije*



Slika 3 Fotografije oštećenja zgrada od nearmiranoa žiđa s betonskim stropovima



Slika 2 Gubitak cjelovitosti konstrukcije i odvajanje zidova od stropova zbog nedovoljne povezanosti

b) *Ima li zgrada horizontalne i vertikalne serklaže, te međusobna povezanost zidova*

Tablica 1 Potrebna površina zidova u prizemlju s obzirom na katnost i ubrzanje tla a_g

| Broj etaža | $\leq 0,10 g$ | 0,10 - 0,15 g | 0,15 - 0,20 g | 0,20 - 0,25 g | $a_g \geq 0,25 g$ |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|
| 1 | 2,0 % | 2,0 % | 2,0 % | 2,5 % | 3,0 % |
| 2 | 2,0 % | 2,0 % | 2,0 % | 2,5 % | 3,0 % |
| 3 | 2,0 % | 2,5 % | 2,5 % | 4,0 % | 6,5 % |
| 4 | 2,0 % | 2,5 % | 3,0 % | 6,0 % | - |
| 5 | 2,0 % | 3,5 % | 5,0 % | - | - |

a) Vrsta zidanih zidova – zidani kamenom, opekom, betonskim elementima, način zidanja i dr.



Slika 6 Fotografije degradacije zida zidanog od lomljenog kamena u potresu



Slika 8 Primjer seizmički neprimjerenih zidanih zidova s blok opekom s horizontalnim šupljinama i šupljeg zidanoq zida od pune opeke



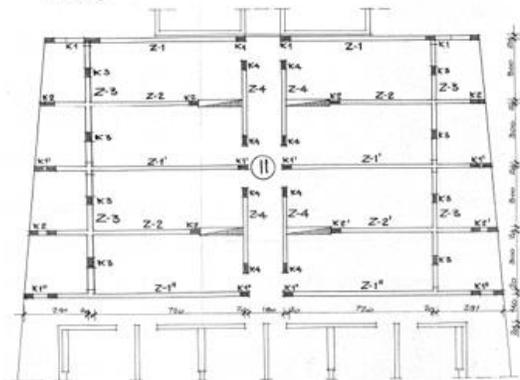
Slika 9 Izgled betonskih zidnih elemenata velikih šupljina i izgleda neprimjerenog zidanoq zida

2. BETONSKE KONSTRUKCIJE

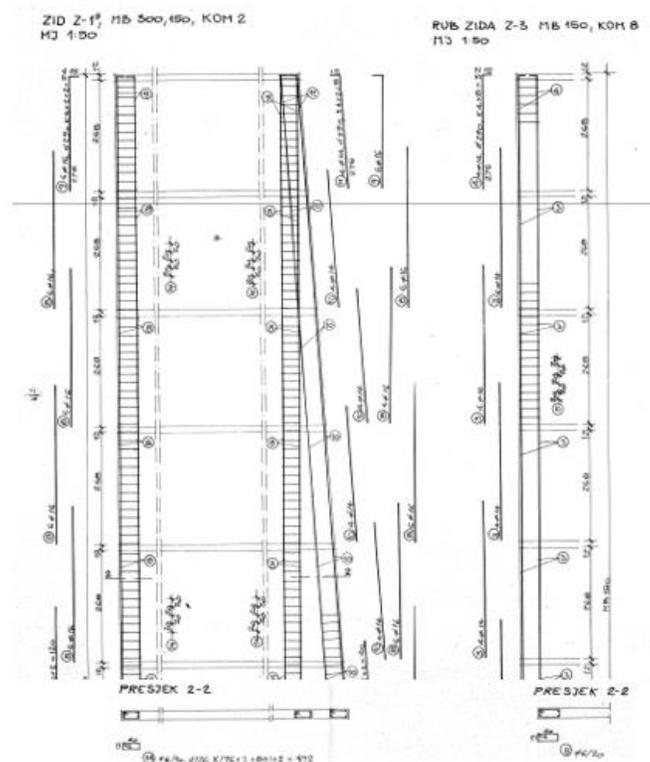
a) Radi li se o betonskoj konstrukciji koja je armirana ili nije armirana



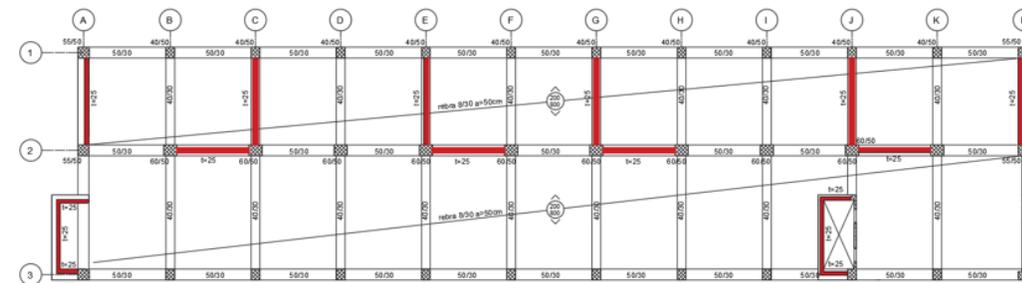
TLOCRT NA DISPOZICIJA VERT. SERKLAŽA U KATOVIMA
M: 1:100



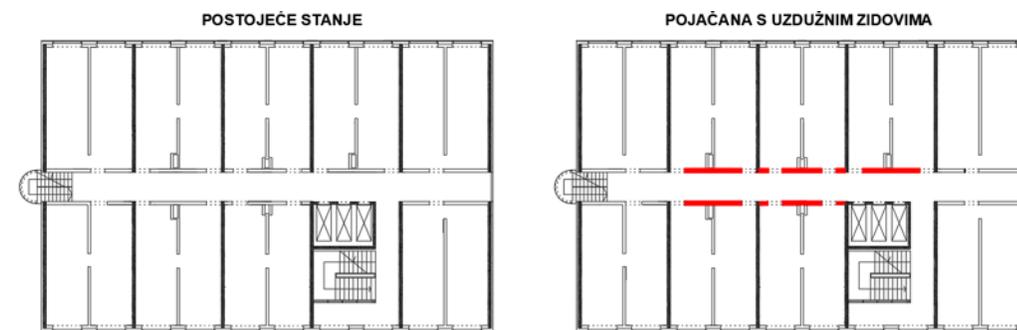
Slika 10 Primjer betonske konstrukcije sa zidovima armirane serklažno na rubovima



b) Radi li se o armiranobetonskoj okvirnoj ili zidnoj konstrukciji



Slika 11 Primjer pojačanja AB okvirnih konstrukcija dodavanjem ukrutnih AB zidova



Slika 12 Primjer pojačanja AB konstrukcija dodavanjem ukrutnih AB zidova umjesto pregradnih u smjeru kojim nedostaje

3. METALNE (ČELIČNE) KONSTRUKCIJE

a) Radi li se o okvirnim konstrukcijama ili sa spregovima



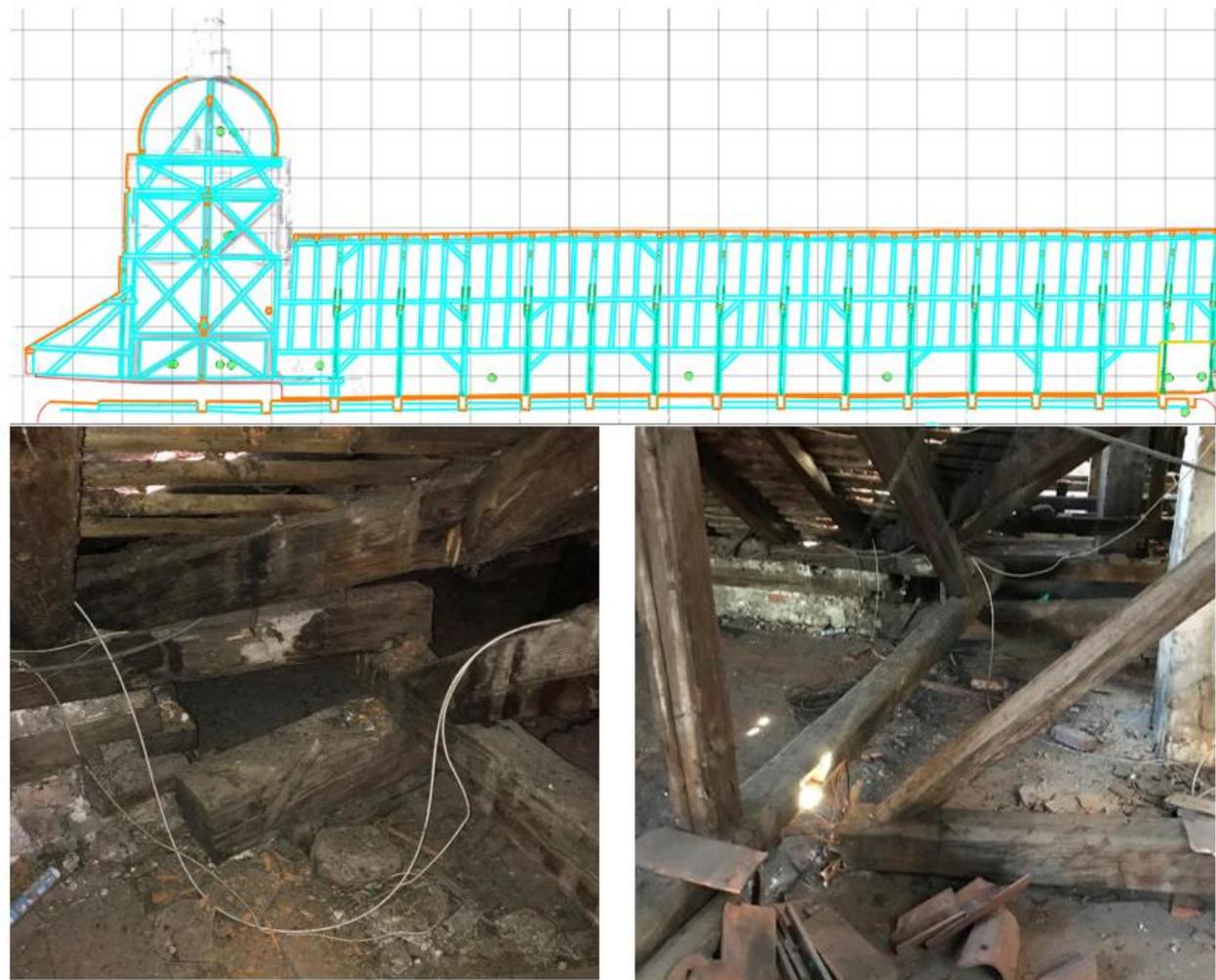
b) Raspored spregova, uklanjanje spregova i dr.



Slika 14 Fotografije otkazivanja dijagonala vezova u potresu, te oštećenja pročelja i stakala zbog velike fleksibilnosti okvirnih konstrukcija

4. DRVENE KONSTRUKCIJE

- a) Stanje konstrukcijskih elemenata – trulež i deformacija
- b) Stanje i vrsta spojeva
- a) Postojanje stabilizacijskih elemenata – vezovi, kosnici i dr.



Slika 15 Skica i fotografije oštećenja *krovih konstrukcija*

- **PREPORUKE ZA PROCJENU POSTOJEĆE POTRESNE OTPORNOSTI I POTREBNA POJAČANJA**
 - Točna ocjena potresne otpornosti je složen posao i točna ocjena se može utvrditi tek nakon provedbe istražnih radova i numeričke analize predmetne zgrade.
 - U ovom poglavlju je dan skraćeni postupak provedbe pregleda zgrade i kako utvrditi je li zgradu poželjno protupotresno pojačati i koje bi to intervencije bile.
 - Obvezno provoditi vizualni pregled zgrade, a nikako ne donositi zaključke na temelju nekih fotografija.
 - Prije vizualnog pregleda pokušati doći do postojeće dokumentacije i pregledati je, kako bi pregled bio kvalitetniji.
 - Tijekom vizualnog pregleda poželjno je imati priručni alat u vidu baterije, čekića, skalpela i odvijača, kako bi se minimalnim otvaranjem i udarom čekića moglo provjeriti o kojem tipu zidova se radi, pogotovo u slučaju kada je kompletna nosiva konstrukcija skrivena oblogom.

- **PREPORUKE ZA PROCJENU POSTOJEĆE POTRESNE OTPORNOSTI I POTREBNA POJAČANJA**
 - Točna ocjena potresne otpornosti je složen posao i točna ocjena se može utvrditi tek nakon provedbe istražnih radova i numeričke analize predmetne zgrade.
 - U ovom poglavlju je dan skraćeni postupak provedbe pregleda zgrade i kako utvrditi je li zgradu poželjno protupotresno pojačati i koje bi to intervencije bile.
 - Obvezno provoditi vizualni pregled zgrade, a nikako ne donositi zaključke na temelju nekih fotografija.
 - Prije vizualnog pregleda pokušati doći do postojeće dokumentacije i pregledati je, kako bi pregled bio kvalitetniji.
 - Tijekom vizualnog pregleda poželjno je imati priručni alat u vidu baterije, čekića, skalpela i odvijača, kako bi se minimalnim otvaranjem i udarom čekića moglo provjeriti o kojem tipu zidova se radi, pogotovo u slučaju kada je kompletna nosiva konstrukcija skrivena oblogom.

a) Osnovni podaci za procjenu potresne otpornosti i potrebnih pojačanja

Osnovni podaci o zgradi su opći i prvi uočeni podaci, koji su neophodni i za procjenu potrebe za pojačanjem konstrukcije, ali i za procjenu troška potrebnih radova pojačanja. Radi se o sljedećim podacima:

1. Lokacija zgrade i područje seizmičkog intenziteta
2. Vrijeme izgradnje zgrade
3. Vrsta zgrade – obiteljska kuća, stambena zgrada, poslovna zgrada i dr.
4. Etažnost zgrade i pravilnost etaža (npr. Pr+2K+Po i sl.)
5. Bruto površina pojedinih etaža, krovništa i ukupna bruto površina zgrade
6. Površina konzolnih zabata u slučaju potkrovlja i tavana
7. Duljina dimovodnih cijevi - dimnjaka

b) Dodatni podaci o vrsti konstrukcije

Podaci o vrsti konstrukcije su ključni za procjenu potrebe za protupotresnim pojačanjima i utvrđivanjem vrste pojačanja. Radi se o sljedećim podacima:

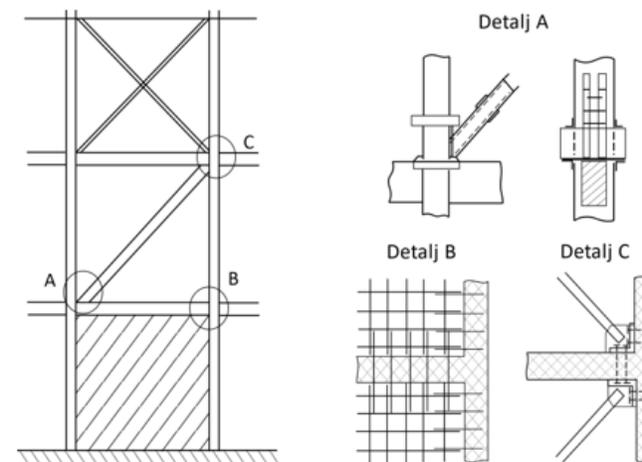
1. Ima li zgrada nepridržane dimnjake
2. Ima li zgrada nepridržane zabatne zidove u tavanu i potkrovlju
3. Ima li zgrada drveno krovšte
4. Ima li zgrada „meke” drvene stropove, svodove ili krute armiranobetonske stropove
5. Nosiva konstrukcija je zidana bez serklaža (neomeđeno ziđe)
 - Koja je površina zidova u jednom i drugom smjeru
 - Vrsta ziđa (lomljeni kamen, opeka i sl.)
6. Nosiva konstrukcija je zidana sa serklažima (omeđeno ziđe)

b) Dodatni podaci o vrsti konstrukcije

7. Nosiva konstrukcija je od nearmiranih betonskih zidova (nearmirane konstrukcije)
8. Nosiva konstrukcija je okvirna armiranobetonska konstrukcija
9. Nosiva konstrukcija je od nearmiranih betonskih zidova (nearmirane konstrukcije)
10. Nosiva konstrukcija je okvirna armiranobetonska konstrukcija



Slika 17 Skice pojačanja AB okvirnih konstrukcija ovijanjem čvorova FRP tkaninom i čelikom



Slika 18 Skice načina pojačanja okvirnih AB konstrukcija dodavanjem AB zidova ili čeličnih vezova

- **TEHNIKE PROTUPOTRESNOG POJAČANJA KONSTRUKCIJE I PROCJENA TROŠKOVA**

Navedene su najčešće tehnike pojačanja pojedinih konstrukcijskih elemenata i sklopova, na temelju kojih je određena procjena koštanja pojačanja.

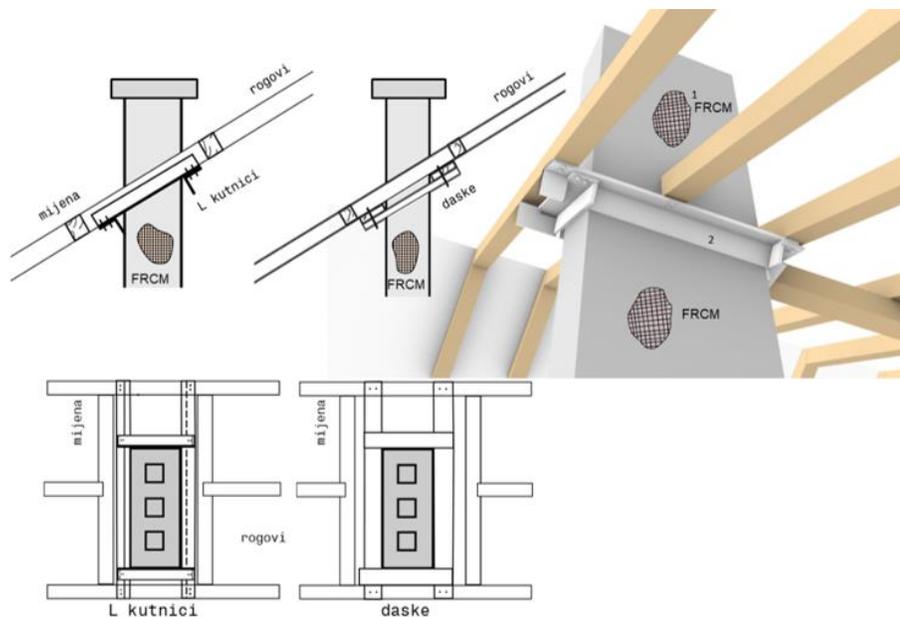
Pored navedenih postoji čitav niz tehnika koje se mogu primjenjivati i koje se nalaze u literaturi.

Kod pojedinih zgrada (zaštićeno nepokretno kulturno dobro) će se primjenjivati i druge tehnike, ali se kroz odabir najčešće korištenih tehnika dobiti će se procjena što je to sve potrebno i naravno procjena troškova.

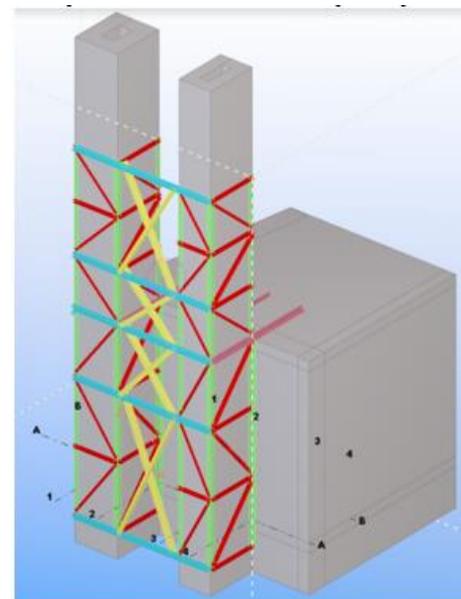
Za pojedine elemente i sklopove je dano po nekoliko tehnika. Koja tehnika je optimalna prvenstveno ovisi o investitoru i stručnjaku koji provodi pregled i procjenu.

Dane su tehnike i procjene troškova za:

1. Tehnike i procjene troškova pojačanja konzolnih dimnjaka



Slika 19 Pojačanje dimnjaka FRCM oblogom

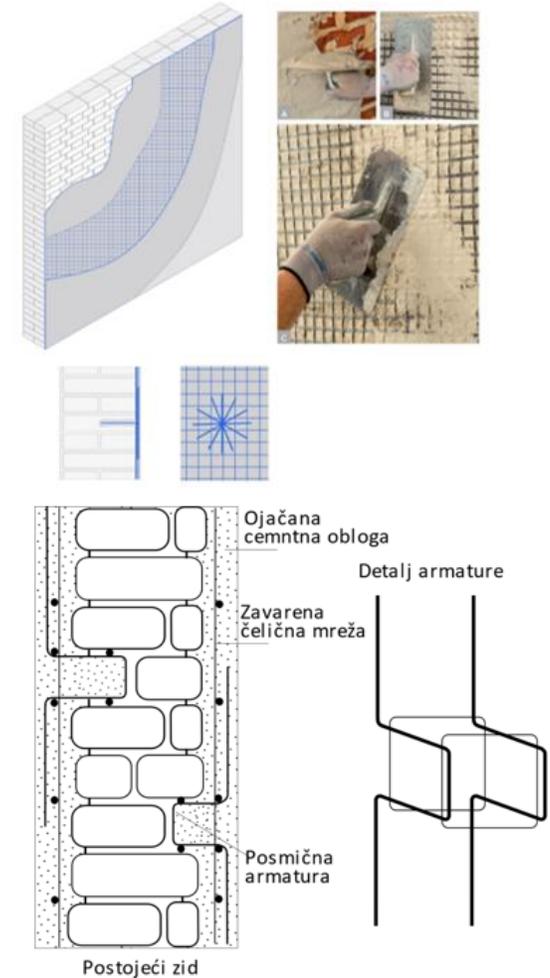


Slika 20 Pojačanja dimnjaka čeličnim rešetkama



2. Tehnike i procjene troškova pojačanja krovnih zabata

3. Tehnike i procjene troškova pojačanja krovne konstrukcije
4. Tehnike i procjena troškova pojačanja stropnih konstrukcija
5. Tehnike i procjena troškova pojačanja zidanih zidova
6. Tehnike i procjena troškova pojačanja nearmiranih betonskih zidova
7. Tehnike i procjena troškova pojačanja armiranobetonskih okvirnih konstrukcija
8. Tehnike i procjena troškova pojačanja armiranobetonskih zidnih konstrukcija
9. Tehnike i procjena troškova pojačanja čeličnih konstrukcija
10. Tehnike i procjena troškova pojačanja drvenih konstrukcija
11. Procjena troškova uklanjanja postojeće zgrade i izvedba nove konstrukcije zgrade



Pojačanje zidanih zidova FRCM ili AB oblogom (torkret)

- **SANACIJA POSTOJEĆIH OŠTEĆENJA NA NOSIVOJ KONSTRUKCIJI**

Tijekom pregleda i ocjene stanja zgrade svakako je važno obratiti pozornost na postojanje eventualnih oštećenja na nosivoj konstrukciji zgrade.

Posebno ako se zgrada planira prijaviti samo za poboljšanje energetske učinkovitosti ili za poboljšanje sigurnosti na požar.

U takvim slučajevima, premda se nosiva konstrukcija neće protupotesno pojačavati, svakako je potrebno izvesti sanaciju oštećenih konstrukcijskih elemenata, a posebno onih konstrukcijskih elemenata na kojima dolazi nova fasadna ili krovna obloga.

Nije dopušteno postavljati nove obloge na oštećene konstrukcijske elemente, jer na taj način se skrivaju oštećenja koja daljnjom propagacijom mogu dovesti do nepovoljnih posljedica za zgradu i njene korisnike. Kod pregleda mogućih oštećenja i potrebne sanacije treba razlikovati: sanaciju oštećenja zbog dotrajalosti i neodržavanja, te sanaciju manjih oštećenja uslijed nedavnih potresa.

• SANACIJA POSTOJEĆIH OŠTEĆENJA NA NOSIVOJ KONSTRUKCIJI



Slika 28 Primjeri oštećenja na zgradama uslijed dotrajalosti i neodržavanja



a) Pukotine na spojevima zidova i zidova sa stropom



b) Pukotine u nadvojima



c) Pukotine u nosivim i pregradnim zidovima



d) Pukotine na zidovima pročelja

Slika 29 Primjeri oštećenja na zgradama uslijed nedavnih potresa

Af



Sveučilište u Zagrebu
Arhitektonski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Architecture



ZGRADE³⁺

SIGURNOST UGODNOST KVALITETA

