

POŠKODBE STAVB PO POTRESU V OSREDNJI ITALIJI 2016

DAMAGE TO BUILDINGS AFTER CENTRAL ITALY EARTHQUAKE 2016

doc. dr. Matija Gams, univ. dipl. inž. grad.
mag. Marjana Lutman, univ. dipl. inž. grad.
Petra Triller, univ. dipl. inž. grad.
dr. Tomaž Pazlar, univ. dipl. inž. grad.
dr. Miha Kramar, univ. dipl. inž. grad.
Andrej Anžlin, univ. dipl. inž. grad

STROKOVNI ČLANEK
 UDK 550.34:624.042.7(450)

Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana

Povzetek | Konec avgusta 2016 je osrednjo Italijo prizadel potres z magnitudo 6,2 Mw in več močnimi popotresnimi sunki; povzročil je skoraj 300 žrtev in večjo gmotno škodo. Slaba dva meseca po potresu smo dobili priložnost, da obiščemo del prizadetega območja in si poškodbe ogledamo v živo. Glavnina prizadetih stavb je bila kamnitih zidanih, sodobnih stavb je bilo na obiskanem območju zanemarljivo malo. V prizadetih vaseh, ki sestavljajo naselje Arquata del Tronto, so skoraj vse starejše stavbe tako ali drugače poškodovane, vas Pescara del Tronto pa je skoraj v celoti uničena. Poškodbe so tipične za kamnite in slabo povezane stavbe, prevladujejo strižne poškodbe; stavbe z vezmi so se obnašale bolje kot tiste brez. V prispevku so podatki o potresu, predstavitev tipičnih poškodb zidanih stavb, poškodbe dveh skeletnih armiranobetonskih konstrukcij in prikaz načinov interventnega popotresnega opiranja močno poškodovanih stavb. Ključne besede: potres, Arquata del Tronto, tipične potresne poškodbe, zidane stavbe, armiranobetonski okvirji, opiranje

Summary | At the end of August 2016 an earthquake with a magnitude of 6.2 Mw hit Central Italy, followed by many strong aftershocks, which caused nearly 300 casualties and extensive damage. Less than two months later we had the opportunity to visit part of the affected area and see the seismic damage live. The majority of the affected buildings, seen in the field, were stone masonry buildings; there were almost no modern buildings in the area. Almost all of the buildings in the affected villages, which belong to the region Arquata del Tronto, are more or less damaged, while the village Pescara del Tronto is almost completely ruined. The damage observed is typical for stone and poorly connected buildings, dominated by shear damage. It turned out that buildings with r.c. columns behaved better than those without them. The article presents the earthquake data, typical earthquake damage of brick buildings, damage of two skeletal reinforced concrete structures and shows possible methods for interventional supporting of strongly damaged buildings.

Key words: earthquake, Arquata del Tronto, typical earthquake damage, masonry buildings, reinforced concrete frames, shoring

1 • UVOD

1.1 Avgustovski in oktobrski potresi v osrednji Italiji

V sredo, 24. avgusta 2016, v zgodnjih jutranjih urah je osrednjo Italijo stresel potres z magnitudo 6,2 M_w (USGS). Epicenter potresa je bil približno 45 km severno od L'Aquile (slika 1). Ker je bilo žarišče potresa plitko (globina približno 4 km (USGS)), je bil večji del potresne energije sproščen na razmeroma majhnem območju. Največji izmerjeni vodoravni pospešek tal je bil 70 % gravitacijskega pospeška. Močno gibanje tal je trajalo približno 10 sekund, potres pa je imel tudi pomembno vertikalno komponento gibanja (slika 2b). Spekter pospeškov je podoben Evrokodovemu (SIST) in ima največjo ojačitev pospeškov v območju visokih frekvenc. Te frekvence so tipične za toge stavbe, kakršne so nizke in stenaste zidane stavbe.

Intenziteta potresa v epicentru, ki se določa glede na poškodbe stavb, je bila ocenjena z IX. stopnjo od dvanajstih po modificirani Mercallijevi lestvici (MMI). Po tem merilu je potres primerljiv s furlanskim (1976) in ljubljanskim (1895) (preglednica 1).

Potresu so sledili številni popotresni sunki. Do 30. avgusta je bilo zabeleženih kar 2500 popotresnih sunkov, od katerih je imelo kar 13 sunkov večjo magnitudo od 4,0 (slika 4). Za primerjavo je podatek, da je bilo v Sloveniji od leta 1960 zaznanih 35 potresov z $M_w > 4,0$. Konec oktobra je isto območje stresla še serija



Slika 1 • Lokacija potresa 24. 8. 2016 z $M_w=6,2$ (USGS, 2016). Konture na sliki prikazujejo intenziteto potresa, rdeča linija pa tektonske plošče.

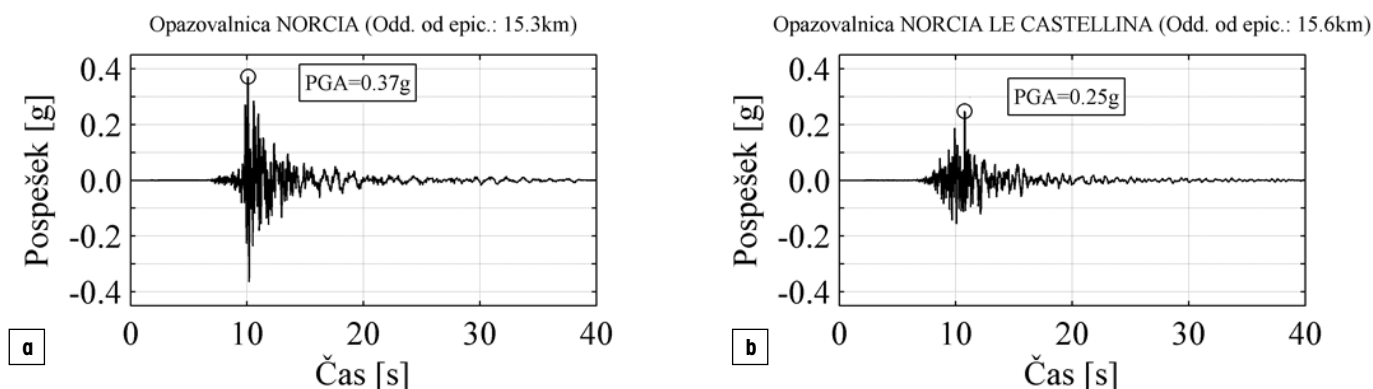
treh potresov, zopet s plitkim žariščem (preglednica 1). V nedeljo, 30. oktobra, pa je bil z magnitudo 6,5 zabeležen celo najmočnejši sunek tal v Italiji v zadnjih 36 letih (slika 4). Žarišča avgustovskih in oktobrskih potresov

so bila opažena na prelomnici, ki poteka vzdolž Apeninov. Prizadetemu območju bližnja potresa v Umbriji iz leta 1997 in L'Aquili iz 2009 sta bila posledica premikov iste aktivne prelomnice.

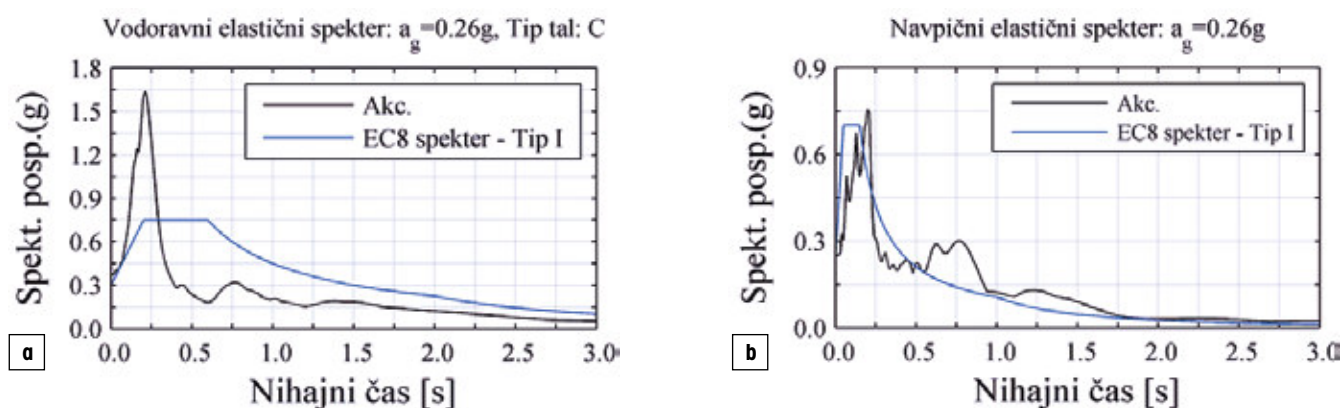
Območje	Datum	Magnituda M_w	Globina žarišča (km)	Maksimalna intenziteta po MMI	Maksimalni pospešek tal (%g)
Slovenija	14. 04. 1895	6,1	16	VIII-IX	/
	06. 05. 1976	6,5	10	VIII-IX*	/
Italija	24. 08. 2016	6,2	4	IX	73
	24. 08. 2016	5,6	3	VII-VIII	17
	26. 10. 2016	5,5	10	VII-VIII	57
	26. 10. 2016	5,6	10	VIII-IX	35
	30. 10. 2016	6,6	10	IX	49

* Maksimalna intenziteta, dosežena v Sloveniji. Žarišče zunaj meja Slovenije.

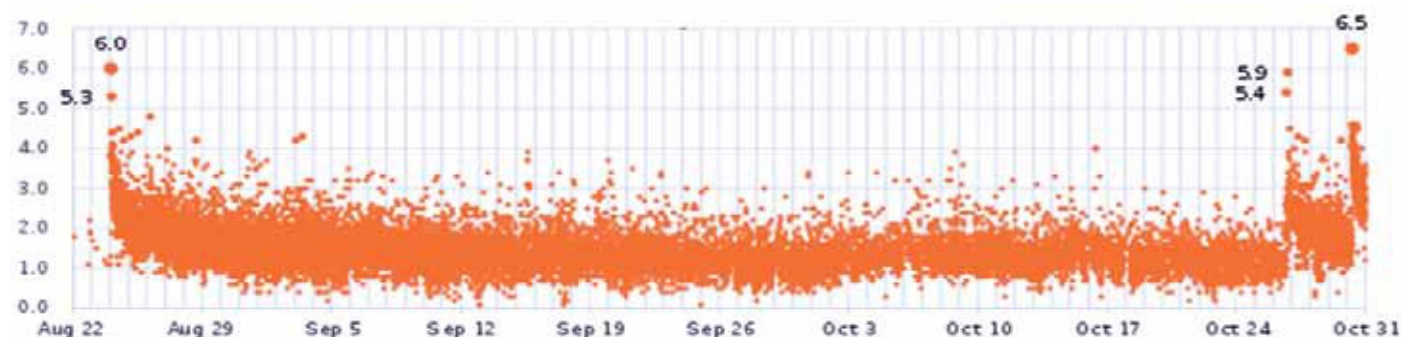
Preglednica 1 • Seznam potresov z $M_w \geq 5,5$, izmerjenih v osrednji Italiji v obdobju od avgusta do novembra 2016 (USGS, 2016), in dveh referenčnih potresov v Sloveniji (Ribarič, 1981)



Slika 2 • Potresni zapis za vodoravno (a) in navpično smer (b) (USGS, 2016). Zabeleženo 15,3 km oddaljena od epicentra na opazovalnici Norcia.



Slika 3 • Elastični spekter na tleh tipa C za vodoravno (a) in navpično smer (b) ter primerjava z Evrokodovim (SIST, 2005) elastičnim spektrom odziva tipa I pri projektnem pospešku $a_g=0,26$ g s povratno dobo 475 let na lokaciji opazovalnice (Geostru, 2016).



Slika 4 • Meritve magnitud v osrednji Italiji v obdobju od 22. avgusta do 31. oktobra 2016 (Wikipedia, 2016).

1.2 Ogled poškodb po avgustovskem potresu

Sredi oktobra 2016 smo se raziskovalci Zavoda za gradbeništvo Slovenije (ZAG) in Fakultete za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani (FGG) odpravili na ogled poškodb avgustovskega potresa. Obisk nam je omogočil profesor Robert Capozucca s Fakultete za

gradbeništvo iz Ancone, ki nas je tudi vodil po prizadetem območju. Ogledali smo si vasi Borgo, Pretare in Pescara del Tronto, ki skupaj tvorijo naselje oz. krajevno skupnost Arquata del Tronto. Naselje je približno 30 km oddaljeno od mesta Amatrice, kjer je bilo največ žrtev in materialne škode. Ker je prizadeto območje zaprto za obiskovalce, so nas

pri ogledu spremljali gasilci in predstavniki civilne zaščite. Vas Pescara del Tronto, kjer je med 298 žrtvami umrlo 39 ljudi, je v celoti uničena. Poškodbe so še toliko večje zaradi plazanja brežin med potresom in možnih poškodb zaradi diferenčnih posedkov pred njim. Vas pred avgustovskim potresom in po njem je prikazana na sliki 5.



Slika 5 • Vas Pascara del Tronto pred avgustovskim potresom (a) (Google Maps, 2016) in po njem (b).

2 • POŠKODBE STAVB

Večina poškodovanih stavb na prizadetem območju je starejših, pri katerih so nosilni zidovi kamniti. Grajeni so dvoslojno, v šibki malti z malo apnenega veziva. Poškodbe so utrpeli tudi starejše stavbe, pri katerih so nosilni zidovi grajeni iz polnih opečnih zidakov. Razvoj, oblika in obseg poškodb so bili tudi pri tokratnem potresu odvisni od zasnove nosilne konstrukcije, enakomernosti konstrukcijskih elementov po tlorisu in po višini stavbe, povezanosti nosilne konstrukcije in trdnosti zidovja. Morebitnih novejših stavb s povezanim zidovjem (ang. confined masonry), za katerega so značilne navpične vezi, na prizadetem območju nismo videli.

Pri maloštevilnih armiranobetonskih okvirnih stavbah, ki jih je poškodoval obravnavani potres, je bila pomanjkljiva povezava polnilnih zidov z okvirji in so bili slabo izvedeni ključni detajli.

Poleg naštetih pomanjkljivosti konstrukcij sta na poškodbe stavb vplivala tudi način temeljenja in stabilnost temeljnih tal.

2.1 Zidane stavbe

Ogled poškodb po potresu je potrdil znano dejstvo, da je povezanost nosilne konstrukcije (oz. t. i. škaflasta zasnova) tista lastnost zidane stavbe, ki omogoča celovitost delovanja konstrukcije med potresom ter ima ključen vpliv na razvoj poškodb in porušni mehanizem. Celovitost delovanja konstrukcije pomeni, da med potresom nastane usklajeno nihanje konstrukcijskih delov in prevladujočih poškodb zaradi obremenitev v ravnini zidov,

škaflasta zasnova pa pomeni, da so stene in stropi dobro povezani ter da so odprtine v stenah razmeroma majhne in pravilno razporejene. Povezanost zagotavljajo vodoravne vezi (in v splošnem tudi navpične vezi), ki medsebojno povezujejo nosilne zidove, in sidra, ki povezujejo zidove s stropi. Če stavbe niso povezane, lahko prevladujejo poškodbe zaradi obtežbe pravokotno na ravnino zidov, kar privede do ločevanja posameznih delov in nastanka porušitev pri bistveno manjših potresnih silah kot pri povezanih konstrukcijah.

Opazili smo tudi razlike med posameznimi stavbami. Najbolj so bila poškodovana slabo vzdrževana gospodarska poslopja, kjer je zidovje posebno slabe kakovosti, bistveno manj so bile poškodovane utrjene in povezane stavbe.

V tem prispevku smo poškodbe zidanih stavb razdelili v tri skupine. V prvi so poškodbe, ki so nastale zaradi obremenitev pretežno v ravnini zidov, v drugi skupini so poškodbe, ki so nastale zaradi obremenitev pretežno prečno na ravnino zidov, v tretji pa so poškodbe zaradi drugih, prav tako pomembnih razlogov.

2.1.1. Poškodbe zaradi obremenitev pretežno v ravnini zidov

Največ poškodb je bilo t. i. diagonalno strižnih, pri katerih nastanejo razpoke v obliki križa. Take poškodbe smo v večji ali manjši meri opazili na skoraj vseh stavbah, ki so še stale in so bili njihovi zidovi ustrezno povezani z drugimi deli konstrukcije.

Diagonalne strižne poškodbe se tipično pojavijo v pritličju (slika 6), a kadar se v stavbi spremeni geometrija po višini, se poškodbe lahko pojavijo tudi višje (slika 7a).

Dodatni in pogost razlog za nastanek največjih strižnih poškodb je, da so v pritličju odprtine večje kot v višjih nadstropjih. Tipičen primer takšne stavbe je prikazan na sliki 6b, kjer so se največje diagonalne razpoke pojavile v pritlični etaži, v zgornjem nadstropju pa so strižne poškodbe občutno manjše. Prevladujočih strižnih poškodb nismo opazili na stavbah, katerih zidovi so razpadli oz. se razslojili, ter na stavbah s slabo povezanostjo zidov in posledično porušitvijo zidov iz njihove ravnine.



Slika 6 • Značilne diagonalne strižne razpoke v pritličju.



Slika 7 • Tipične diagonalne strižne razpoke v nadstropju (a) in v pritličju (b).

2.1.2 Poškodbe zaradi obremenitev prečno na ravnino zidov

Poškodbe zaradi obremenitev pravokotno na ravnino zidov se pojavijo v zidovih, ki niso ustrezno povezani s stropnimi konstrukcijami. To pomeni, da nimajo vgrajenih horizontalnih vezi ali pa so te vezi slabše kvalitete (neustrezna zasnova in materiali, slabo opravljeno sidranje ...). Tipično se takšne poškodbe pojavijo v višjih etažah in

v najslabšem primeru lahko zidovi celo (iz) padejo izven svoje ravnine (slika 8a). Takšne poškodbe so zelo nevarne za ljudi v stavbi in ob njej, saj zid lahko pade v stavbo ali iz nje. Na tak način se lahko porušijo obodni, a tudi predelni ali nosilni zidovi v notranjosti stavb. Če obtežba ni dovolj velika, da bi zid izgubil stabilnost, se zid med potresom izboči in pojavijo se navpične razpoke v zidovih (slika 8b). Taki zidovi so zelo občutljivi za

popotresne sunke, saj je njihova odpornost v ravnini zidu in pravokotno nanjo občutno zmanjšana. Poškodbe oz. razpoke pa so lahko tudi drugačne. Včasih želi izpasti iz svoje ravnine cel del stavbe. Na sliki 7c se vidi, da obstaja nevarnost izgube stabilnosti celega vogala stavbe. Razpoke praviloma sledijo oslavitvam v zidovih, kot so okenske ali vratne odprtine, globlji utori inštalacij ipd.



Slika 8 • Izpad zidu iz lastne ravnine (a), pojav navpičnih razpok (b) ter izguba stabilnosti in ločevanje zidov (c).

2.1.3 Druge potresne poškodbe

Poleg tipičnih razpok se v konstrukcijah, ki niso dobro povezane ali pa imajo kakšne druge napake, lahko pojavijo tudi druge vrste poškodb. Na sliki 9a je prišlo do zdrsa med armiranobetonsko stropno konstrukcijo in zidom nad njo. Ta stik je običajno šibkejši od spodnjega stika plošče z zidovjem zaradi vpliva teže plošče in betona, ki pri betoniranju

plošče zalije votline zgornje vrste zidakov. Zdrs se je najverjetneje (v kombinaciji z drugimi poškodbami) zgodil tudi pri stavbi, prikazani na sliki 9b. To je možna poškodba tudi pri sodobnih zidanih stavbah brez navpičnih vezi, kjer se gradi zidovje na gladek beton stropne plošče. Območje, ki smo si ga ogledali, je leta 1994 prizadel šibek potres z epicentrom v kraju Accumoli. Nekatere izmed stavb so

po tem potresu sanirali in utrdili. Stavba s potresnimi vezmi na sliki 9c je potres kljub močnim poškodbam preživela po zaslugi potresnih vezi.

V vasi Pescara del Tronto je potres povzročil plazenje zemljine. Stare stavbe s slabimi ali kamnitimi temelji so izredno občutljive za take pojave, in to je bil vzrok za porušitev marsikatero izmed njih (slika 10a).



Slika 9 • Zdrs med zidom in stropno konstrukcijo (a), poškodbe različnih tipov (b) in stavba z vodoravnimi vezmi, ki je preživela potres (c).

Medtem ko so bile stavbe v vasicah Pretare in Borgo poškodovane v takšni meri, da je za nekatere še smiselna sanacija, pa za vasico Pescara del Tronto tega ne moremo trditi, saj

je mnogo tamkajšnjih stavb porušenih v celoti (slika 10b). Take porušitve so tragične zaradi svojih posledic, po drugi strani pa nam, če ne poznamo načrtov, skoraj prav nič ne povedo

o tem, kaj je bilo pri tej stavbi narobe in kaj je bil razlog za porušitev. Največ se naučimo iz nepoškodovanih in zmerno poškodovanih stavb.



Slika 10 • Posledice zemeljskega plazu (a) in primer katastrofalne porušitve celotne stavbe (b).

2.2 Armiranobetonski okviri

Armiranobetonskih konstrukcij je bilo na prizadetem območju razmeroma malo. Dva primera poškodb armiranobetonskih okvirov s polnili smo opazili v neposredni bližini vasic Pescara del Tronto (sliki 11 in 12). Stavbi sta postavljeni na nagnjenem terenu, zato je spodnja etaža (oz. klet) delno vkopa-

na. V stavbi na sliki 11 na pogled izstopa vogalni steber v spodnji etaži, ki je povsem nepoškodovan. K temu so verjetno pripomogle vkopanost etaže in močne armiranobetonske stene, vkopane kleti, ki so prevzele večji del obtežbe. Glavnino poškodb v konstrukciji predstavljajo poškodbe polnil v pritlični etaži. Polnila so ponekod izpadla iz ravnine, v neka-

terih primerih pa so vidne strižne razpoke v ravnini.

Kljub velikim poškodbam polnil in razmeroma slabim detajlom (majhno število stremen v stebrih) je armiranobetonski okvir v splošnem nepoškodovan, opazen je le začetek razvoja plastičnega členka ob vpetju (odpadanje krovne plasti betona). Možno je, da je šibko

polnilo odpovedalo zelo hitro in se je s tem povečala podajnost konstrukcije. Zaradi tega so se posledično zmanjšale potresne sile in stebri se niso močno poškodovali. Druga možnost je, da so se zidna polnila poškodovala pred nastankom večjih potresnih sil in tako delovala kot dušilci, ki so s poškodbami sipali energijo (Tomažević, 2009). Podobne poškodbe kot v prejšnjem primeru je utrpela sosednja stavba, ki je od prejšnje oddaljena približno 50 m (slika 12). Tudi v tem primeru je večina poškodb nastala v pritlični etaži. V nasprotju s prejšnjim primerom se je poleg polnil bolj poškodovala tudi armiranobetonska konstrukcija – nastal je plastični členek na stiku stebra in grede v pritličju (slika 12b). Členek se je obnašal neustrezno, saj se je stebel izmaknil iz svoje osi. Poškodba kaže na neustrezno projektiranje

(razvoj členka v stebri namesto v gredi) in slabo izvedbo detajlov (v območju členka in vidnih stremen).

Porušitev elementa (kot je prikazana na sliki 12b) bi lahko preprečili, če bi armaturo konstruirali v skladu z zahtevami za zagotovitev lokalne duktilnosti po Evrokodu 8. Ključni ukrep je uporaba gostih stremen v kritičnih območjih elementov (običajni razmik med stremeni v kritičnih območjih stebrov srednje duktilnosti je 7,5 cm, v porušenem stebri pa so stremena na razdalji ca. 30 cm). Druge napake, ki smo jih opazili, so: stremena niso bila pravilno zaprta (treba jih je zapirati pod kotom 135°), čez vozlišče ni šlo dovolj vzdolžnih palic (namesto najmanj osmih so šle čez vozlišče le štiri), v vozlišču ni bilo strižne armature (stremen), preklopi na kritičnih območjih.

Kot se je pokazalo v opisanih primerih, so zidana polnila najbolj ranljiva v pritličjih stavb, kjer je potresna obtežba največja. Zaradi porušitve polnil v pritličju med potresom lahko nastane t. i. mehko pritličje, ki ima lahko hude posledice za obnašanje celotne konstrukcije (Tomažević, 2009). Evrokod 8 zato priporoča, da se stebri pritličja vzdolž celotne višine obravnavajo kot kritično območje, ki se temu primerno objame s stremeni. Del stebra, na katerega nalega sila iz diagonale v modelu polnila, je treba preveriti na prečno silo, ki je enaka strižni odpornosti zidnega polnila, oz. iz mehanizma upogibne porušitve stebra. Za omejitev poškodb polnil Evrokod 8 priporoča utrditev polnil s tankimi mrežami, zidnimi vezmi ter navpičnim in vodoravnimi armiranobetonskimi vezmi v zidnem panelu.



Slika 11 • Armiranobetonska konstrukcija pred potresom 24. 8. 2016 (a) (Google Maps, 2016) in po njem (b).



Slika 12 • Armiranobetonska konstrukcija pred potresom 24. 8. 2016 (a) (Google Maps, 2016) in po njem (b).

3 • INTERVENTNO OPIRANJE MOČNO POTRESNO POŠKODOVANIH STAVB


Spontani odziv prebivalcev po naravnih nesrečah je zaščita njihovega premoženja, kolikor to dopuščajo razmere. V skrbeh pred dodatnimi poškodbami delno poškodovanih zgradb, ki bi jih utegnili povzročiti popotresni sunki, gasilci, vojska in enote civilne zaščite skupaj s prebivalci običajno skušajo delno poškodovane zgradbe začasno podpreti in tako preprečiti nadaljnjo škodo, hkrati pa preprečiti, da bi nadaljnje porušitve ovirale oz. onemogočile promet. Običajno se pri tem

uporabi material, največkrat les oz. okroglice, ki so na voljo v zadostnih količinah. Z lesom se največkrat opirajo oz. razpirajo odprtine v zgradbah (okna, vrata) oz. celotne stene stavb, vselej pa se s ponjavami – tam, kjer je smiselno – poskrbi tudi za zaščito pred padavinami. Zavedati se je treba, da je proces obnove v potresu poškodovanih zgradb običajno dolgotrajen.


Lzdelava opornih oz. podpornih konstrukcij je vedno povezana z vprašanji njihovega

dimenzioniranja, tako nosilnih elementov kot tudi stikov. Glede na pogostost potresov in njihovih posledic je po potresu v L'Aquila leta 2009 italijansko notranje ministrstvo v okviru gasilskega poveljstva oz. poveljstva civilne zaščite pripravilo priročnik STOP (Schede Tecniche per le Opere Provisionali) kot praktičen pripomoček enotam zaščite in reševanja. Priročnik vsebuje grafične prikaze tipičnih primerov opiranja oz. podpiranja najbolj tipičnih konstrukcijskih sistemov (npr. stene, plošče, balkoni, odprtine, oboki ...) s pomočjo žaganega masivnega lesa za različne dimenzije stavb, za različne podlage (npr. toga tla, podajna tla, opiranje v tla, v sosednje objekte ...) in za različne poškodbe (nagib, izbočenje ...). Dodatno sta obravnavani tudi objemanje oz. zategovanje objektov z jeklenimi vrvmi in poliestrskimi zategovalnimi pasovi ter spenjanje zidov. Prikazani načini opiranja so obravnavani parametrično – poleg dimenzij nosilnih elementov so obravnavani tudi stiki in načini temeljenja oporne konstrukcije tako, da je praktično možna postavitve oporne konstrukcije na podlagi podatkov iz preglednic (slika 13), brez dodatnih izračunov. Vsi načini so bili računsko ovrednoteni – oporne konstrukcije sicer na prvi pogled morda delujejo relativno masivno, vendar je pri tem treba upoštevati tudi njihovo funkcijo. Priročnik je prosto dostopen na spletu (<http://www.vigilfuoco.it>).

Območja, ki smo si jih ogledali, so bila relativno močno poškodovana, stavbe so bile prazne. Večina ogledanih stavb je bila preveč poškodovanih, da bi bila obnova smiselna, pomembnejših kulturnozgodovinskih zgradb pa nismo opazili. Zato je bilo izvedeno interventno opiranje uporabljeno predvsem za namene zagotovitve dostopa, to je prevoznosti prometnic. Na sliki 14a je prikazano opiranje dvoetažne zgradbe s stekajoče postavljenimi oporniki in zavarovanjem odprtin v zgradbi. Jeklena konstrukcija je namenjena predvsem zavarovanju pred padajočimi strešniki. Na stavbi, prikazani na sliki 14b, je očitno bila nevarnost izpada zidu iz ravnine, zato je bil skoraj celoten zid obdan z deskami, stavba pa v nivoju etaž objeta oz. zategnjena z jeklenimi vrvmi. Obe stavbi sta neposredno ob prometnici – če so bile stavbe nekoliko odmaknjene, je smiselno ščititi le prometnico (slika 14c). Ne glede na obseg naravne nesreče je smiselno, da se ukrepi ne izvajajo stihijsko, temveč so premišljeni, tako kot je bilo videno v osrednji Italiji. Poleg potresno varne gradnje je eden najpomembnejših ukrepov za preprečevanje in zmanjšanje posledic potresa načrtovanje

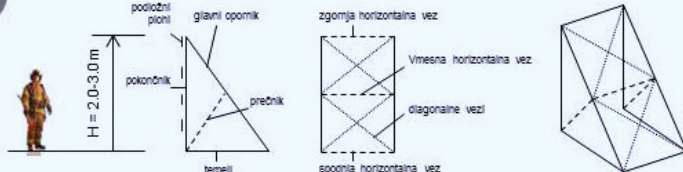


Ministry of Interior – CNVVF, Italian National Fire Service
Coordination team for temporary works
Shoring Templates and Operating Procedures
for the support of buildings damaged by earthquakes



TOGI OPORNIK NA TOGI PODLAGI: splošna priporočila STOP-PR/B

R1



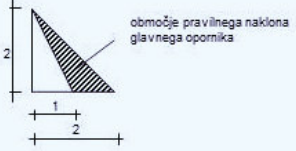
Preglednica 2 – Dimenzije glavnega togega opornika (cm x cm) za tip R1

R1 H 2.0-3.0 m	debelina zidu s_m	$s \leq 0,6$ m				$0,6 - 1,0$ m			
		razred A		razred B		razred A		razred B	
potresni razred (Priloga 1)		razred A		razred B		razred A		razred B	
dolžina horizontalnega opornika		1,5 m	2,5 m	1,5 m	2,5 m	1,5 m	2,5 m	1,5 m	2,5 m
razmik med oporniki D	D ≤ 1,5 m	13 x 13	13 x 13	13 x 13	13 x 13	15 x 15	13 x 13	13 x 13	13 x 13
	1,5 < D ≤ 2,0 m	15 x 15	13 x 13	13 x 13	13 x 13	18 x 18	15 x 15	15 x 15	13 x 13

V kolikor ni Aneksa 1, se uporabi potresni razred A

Ostali elementi	
horizontalni opornik	enako kot glavni opornik
pokončnik	enako kot glavni opornik
prečnik	2 deski 2,5 x 12 cm z obeh strani pribiti/privijačeni na opornike s 3 vijaki ϕ 5x100 mm ali 3 žebli L=80mm
diagonalne vezi	deske 2,5 x 12 cm z obeh strani pribite/privijačene na opornike z 2 vijakoma ϕ 5x100 ali 2 žebli L=80mm
horizontalne vezi	tramovi 8 x 8 cm z obeh strani pribiti/privijačeni z 2 vijakoma ϕ 6x160 ali 2 žebli L=150mm
podložni plohi	dimenzije 5 x 20 cm na razmiku največ 1m na zidovih brez odprtin, sicer se jih razvrsti glede na postavitev odprtin

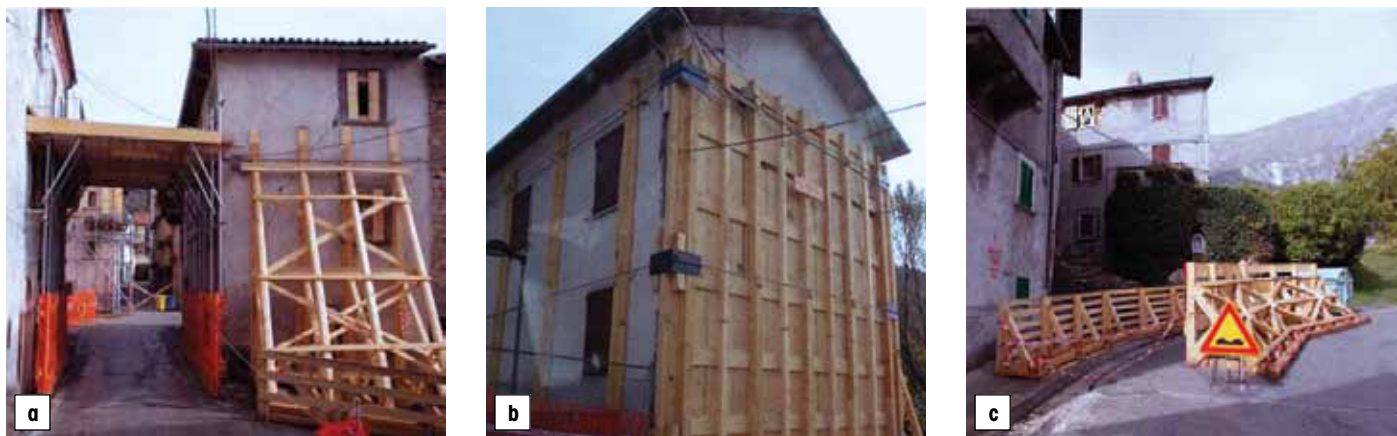
PRAVILEN NAKLON GLAVNEGA OPORNIKA



območje pravičnega naklona glavnega opornika

STOP 2010-05-25 EN 11 © CNVVF- Using allowed under CNVVF supervision PR 3/15

Slika 13 • Praktična navodila za opiranje zidovja po priročniku STOP (Vademecum STOP, 2016).



Slika 14 • Opiranje dvoetažne zgradbe s stekajočo postavljenimi oporniki (a), objekte stavbe z jeklenimi vrvmi (b) in zaščitna ograda ob prometnici (c).

učinkovitega delovanja sistema za zaščito, reševanje in pomoč. Tudi v Sloveniji imamo zato izdelane ocene tveganja, ogroženosti ter načrte zaščite, reševanja in pomoči ob različnih naravnih in drugih nesrečah na državnem, lokalnem (regijskem, občinskem nivoju) in mikronivoju (npr. šole, bolnišnice ipd). Za posamezno vrsto nesreče so pripravljene načrti prosto dostopni na spletni strani Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje (www.sos112.si).

ki temeljijo na oceni ogroženosti, različnih strokovnih podlagah in ocenjenih potrebah po silah in sredstvih za zaščito, reševanje in pomoč za reševanje in zaščito ljudi, živali, premoženja, kulturne dediščine in okolja ob nesreči oziroma za vzpostavitev osnovnih razmer za življenje po nesreči. Vzpostavitev sistema zaščite, reševanja in pomoči je le prvi korak, še pomembnejši je njegovo vzdrževanje, vključujoč izobraževanje

in usposabljanje vseh sil, ki delujejo v sistemu, prostovoljnih, poklicnih in enot civilne zaščite. Ker naravne nesreče ne poznajo meja, je poleg izobraževanj v domačem okolju aktualno tudi mednarodno sodelovanje. Tako je bilo v okviru evropskega projekta Matilda v izobraževanja na področju ocenjevanja konstrukcij po potresih in začasnega opiranja konstrukcij vključenih kar nekaj članov slovenskih enot zaščite, reševanja in pomoči.

4 • ZAKLJUČEK

Bistven dejavnik ustreznega obnašanja zidanih konstrukcij je prisotnost horizontalnih zidnih vezi oz. povezanost zidov stavbe v celoto (škaflo). Le če je stavba dobro povezana, vsi zidovi skupaj prenašajo potresno obtežbo, in obnašanje med potresom je predvidljivo in ustrezno. Stare stavbe, ki niso bile kakovostno zgrajene in so bile brez horizontalnih vezi, so se obnašale slabo. Veliko je bilo porušenih do tal. Zelo pomemben dejavnik poškodb na prizadetem območju je bila izredno slaba kvaliteta gradnje.

Največ poškodb v stavbah s povezanimi zidovi je bilo strižnega tipa z diagonalnimi razpokami. Večina stavb, ki so preživele potres, je imela več ali manj takšnih poškodb. Slabo sezidane stavbe, v katerih zidovi niso

dobro povezani niti med seboj niti s stropnimi ploščami, so utrpeli poškodbe, tipične pri obremenitvah prečno na ravnine zidov. Bilo je tudi več primerov, ko so zidovi zaradi obremenitev prečno na svoje ravnine izgubili stabilnost in padli iz svoje ravnine.

Stavbe, ki so imele naknadno vgrajene potresne vezi, so prav tako utrpeli poškodbe, a se niso porušile. Stavbe, v katerih so lesene strehe in stropne nadomestili z masivnimi armiranobetonskimi ploščami, se niso obnašale dobro. Velika masa armiranobetonskih plošč je povzročila prevelike obremenitve za stare, šibke in slabo grajene zidove, ki so se zato bolj poškodovali ali porušili.

Armiranobetonska okvira s polnili sta se poškodovala v pritični etaži. Glavnina poškodb

je nastala v polnilih, ki so izpadla iz ravnine ali so se poškodovala v ravnini (strižne razpoke). Kljub velikim poškodbam polnil in razmeroma slabim detajlom so armiranobetonski okviri ostali večinoma nepoškodovani. Porušitev armiranobetonskih konstrukcij nismo opazili. Zaradi nepredvidljivosti popotresnih pojavov je bistveno zagotoviti dostopnost do prizadetih območij, in če je smiselno, preprečitev nadaljnje škode na objektih. Naloga enot zaščite, reševanja in pomoči je izbira prioritete in ustreznega pristopa na podlagi načrtov zaščite in reševanja, dejanskega obsega poškodb ter tudi pripravljenosti in usposobljenosti. Naj zaključimo, da so s principi predstavljenega sistematičnega začasnega opiranja seznanjene tudi slovenske enote zaščite, reševanja in pomoči, ki na podlagi mednarodnega sodelovanja znanje tudi redno izpopolnjujejo.

5 • LITERATURA

- Fischinger, M., Projektiranje potresnoodpornih armiranobetonskih konstrukcij – 1. del: Splošno in stavbe (skripta – delovna verzija), FGG, IKPIR, Ljubljana, 1999.
- Geostru PS, <http://www.geostru.com/geoapp/parametri-sismici.aspx>, pridobljeno 28. 11. 2016.
- Google Maps, Arquata del Tronto, <https://www.google.si/maps>, pridobljeno 10. 11. 2016.
- Ribarič, V., Seizmičnost Slovenije, Katalog potresov (792 n. e. – 1981), Publikacije Seizmološkega zavoda SR Slovenije, Serija A, št. 1, 649, 1981.
- SIST, SIST EN 1998-1, Evrokod 8: Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij – 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe, SIST, Ljubljana, 2005.
- Tomažević, M., Potresno odporne zidane stavbe, Ljubljana, Tehnis: str. 301, 2009.
- USGS, U.S. Geological Survey, <https://www.usgs.gov/>, pridobljeno 8. 11. 2016.
- Wikipedia, August 2016 Central Italy earthquake, https://en.wikipedia.org/wiki/August_2016_Central_Italy_earthquake, pridobljeno 8. 11. 2016.
- Vademecum STOP – Shoring templates and operating procedures for the support of buildings, damaged by earthquakes, Ministry of Interior – Italian Fire service (<http://www.vigilfuoco.it/allegati/STOP/ManualeSTOP.pdf>), Roma, 2011.)