

PROJEKT SANACIJE STAMBENE ZGRADE U BOŠKOVIĆEVOJ ULICI NAKON POTRESA U ZAGREBU

Izazovi sanacije u gradskim povijesnim jezgrama

PRIPREMILA:
Anđela Bogdan

Početak travnja 2022. započela je konstrukcijska sanacija višestambene zgrade u Boškovićevoj ulici u Zagrebu, jedne od prvih zgrada koja se nakon potresa obnavlja u organizaciji države prema modelu samoobnove

Uvodne napomene

Potres magnitude 5,5 po Richteru u Zagrebu i okolici dogodio se 22. ožujka 2020. u 6.24 sati, a idući magnitude 5,0 po Richteru u 7.01 sati. Seizmička aktivnost u široj okolici grada bila je nastavljena do 12. kolovoza 2020. U tome razdoblju Seizmološka služba pri Geofizičkome odsjeku Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu zabilježila na području grada Zagreba ukupno 2047 potresa. Potres je bio slabiji od onoga iz 1880., ali je svejedno uzrokovao velike probleme u Zagrebu i okolici. Većina zgrada starijih od stotinu godina u središtu grada Zagreba znatno je oštećena, a neke zgrade koje nemaju značaj graditeljske baštine morat će biti srušene jer obnova tako slabe konstrukcije nije isplativa. Olakotna je okolnost da se potres dogodio u nedjelju, u ranim jutarnjim satima, kada su ulice, škole, vrtići i javne ustanove bili prazni. Materijalna je šteta znatna, ali, nasreću, većina oštećenih građevina može se obnoviti i rekonstruirati kako bi zadovoljila protupotresne propise te izdržala i jače potrese od prethodnog. U ovome prilogu prikazana je obnova stambene zgrade na području Donjega grada u Zagrebu, koja je među prvima prijavljena za obnovu prema modelu samoobnove u organizaciji države.

Stambena zgrada u zaštićenoj cjelini grada Zagreba

Višestambena zgrada u Boškovićevoj ulici u Zagrebu izgrađena je u prvoj po-

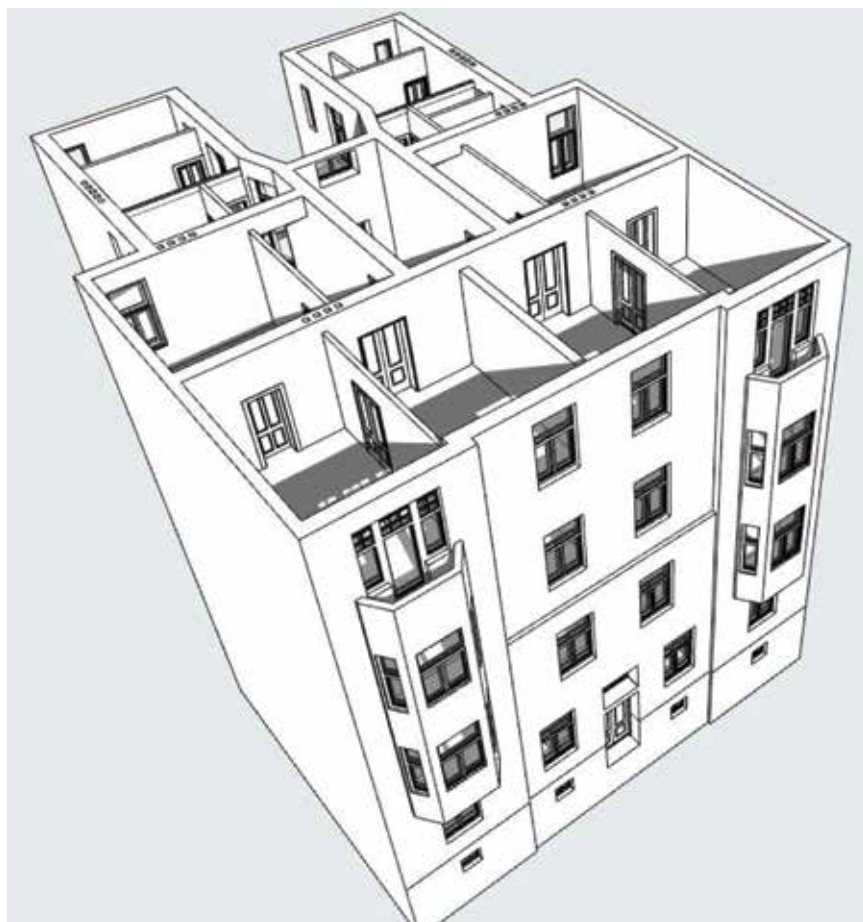
lovini 20. stoljeća. Pripada donjogradskoj zaštićenoj cjelini grada Zagreba. Dio je nepokretnoga kulturnog dobra u sustavu zaštite A, ali nije pojedinačno zaštićena. Građevina ima šest etaža, i to jednu djelomično ukopanu i pet nadzemnih (PO + PR + 1 + 2 + 3 + PK). Poligonalnog je oblika s pravokutnim tlocrtnim gabaritima 16,24 x 19,60 m, s orijentacijom dulje strane u smjeru sjever – jug. Nad potkrovljem je dvostrešno drveno krovište.

Visina etaža prizemlja, prvoga i drugoga kata iznosi 3,84 m, etaža trećega kata je visine 3,60 m, a visina potkrovlja 0 – 3,64 m. Ukupna građevinska površina zgrade iznosi 1478 kvadratnih metara. Nosivu konstrukciju čine nosivi zidovi pruženi u dva ortogonalna smjera zgrade na koje se oslanjaju međukatne konstrukcije i krovna konstrukcija. U prednjemu, glavnomu dijelu nosivi su zidovi u uzdužnome smjeru, osim zidova stubišta koji su okomiti na taj smjer. U dvorišnome dijelu zgrade glavni nosivi zidovi su u poprečnome smjeru.

Stropovi prizemlja te prvoga i drugoga kata dijelom su drveni grednici, a dijelom armiranobetonske ploče oslonjene na čelične I-profile. Strop trećega kata čine drveni



Pogled na ulično pročelje stambene zgrade, Boškovićevo 28, Zagreb



Trodimenzionalni prikaz zgrade

grednici, a strop podruma armiranobetonska ploča oslonjena na nosive zidove i lukove te na čelične I-profile. Stubišni podesti i polupodesti također su armiranobetonske ploče oslonjene na čelične I-profile, a stubišne krakove čine pojedinačne kamene stube oslonjene na nosive zidove i čelične I-profile. Nosivi zidovi zidani su punom opekam, a debljina im varira od 45 do 75 cm (stanjuju se po visini). Zabatni i pregradni zidovi debljine su od 15 do 30 cm. Uporabnu dozvolu zgrada je dobila 1912., a od tada na njoj nisu izvedeni veći građevinskih zahvati kojima bi se građevina ojačala u slučaju potresa. Općenito, smatra se da zgrade sagrađene do 1945. imaju inicijalnu razinu potresne otpornosti, što znači da su najmanje otporne na potrese. Protupotresna gradnja u Hrvatskoj prvi je put propisana tek 1964., a nakon toga su standardi mijenjani još nekoliko puta, propisa koji uzimaju u obzir značajno veće sile od početnih.



Pogled na istočni zabatni zid

Oštećenja zgrade zbog potresa

U zagrebačkome potresu 22. ožujka 2020. stambena zgrada u Boškovićevoj ulici pretrpjela je oštećenja koja su se, kao i u većini donjogradskih zgrada, odnosila na urušavanje dimnjaka i oštećenja zabatnih zidova. U sklopu detaljnoga pregleda zgrade provedeni su istražni radovi na nosivoj konstrukciji.

Za razliku od ostalih građevina iz 19. stoljeća, prilikom izvedbe zgrade u Boškovićevoj 28 koristili su se, u tadašnje vrijeme, "moderniji" materijali poput betona kod tzv. mokrih čvorova (kupaonice) te čelične podvlake. Iako se beton koristio za izvedbu dijela međukatnih konstrukcija, površina nije bila dostatna, tj. prilikom potresa drveni su grednici prenijeli većinu opterećenja na uzdužne zidove. Pukotine su se pojavile na svim pregradnim (poprečnim) zidovima te na nadvojima i parapetima nosivih, uzdužnih zidova. Ispod ležajeva čeličnih podvlaka također su se pojavile dijagonalne pukotine.

Zabatni su zidovi cijelom svojom visinom nepridržani te je došlo do njihova međusobnog sudaranja sa zabatnim zidovima susjednih zgrada te parcijalnim urušavanjem u potkrovlju. Poprečni



Oštećenja uslijed potresa

pregradni zidovi između stanova zadobili su kose pukotine, a najizraženije su bile na drugome i trećemu katu. Na nadvojima u središnjemu uzdužnom zidu pojavile su se križne pukotine. One su bile prisutne i na gotovo svim parapetima i nadvojima u uzdužnim zidovima pročelja. Žbuka na stropovima popucala je uz ru-

bove prostorija te uzduž čeličnih nosača armiranobetonskih dijelova međukatnih konstrukcija i stubišnih podesta. Na dijelovima međukatnih konstrukcija od drvenih grednika mrežaste pukotine bila su prisutne po cijeloj površini. Ispod oslonaca čeličnih nosača podesta pojavile su se kose pukotine na obje strane, u svim

nadzemnim etažama. S druge strane, u podrumskoj etaži oštećenja su bila minimalna.

Sva ta oštećenja utvrđena su uvidom na terenu i na temelju dokumentacije koju su dostavili suvlasnici zgrade. Vizualnim pregledom utvrđeno je da su na dostupnim nosivim zidovima vidljive pukotine



Urušavanje krova zbog pada dimnjaka nakon potresa





Faza rušenja dotrajalih elemenata

te je zaključeno da nosivi zidovi imaju narušenu zahtijevanu mehaničku otpornost i stabilnost, a zaključeno je da je građevina prema ljestvici EMS98 umjereno oštećena u potresu. Zato je bila pogodna za obnovu, i to do razine 2, koja se odnosi na popravak konstrukcije.

Projekt obnove konstrukcije višestambene zgrade

Projekt obnove konstrukcije izrađen je na temelju elaborata ocjene postojećega stanja građevinske konstrukcije i idejnoga rješenja pojačanja koji je izra-

dio *Studio Arhing d.o.o.* u srpnju 2020., a koji obuhvaća detaljan vizualni pregled s utvrđivanjem pozicija i jačine oštećenja nosive i nenosive konstrukcije zgrade. Projektni tim tvrtke *Studio Arhing d.o.o.* čine glavni projektant Juraj Pojatina, dipl. ing. građ., te suradnici Branka Petrović, dipl. ing. arh., David Anđić, mag. ing. aedif., Petar Aleraj, dipl. ing. građ., Domagoj Stamač, univ. bacc. ing. aedif., i Lucija Zrinjski, univ. bacc. ing. arch. Kako bi se ispunili zahtjevi mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine, projektni tim predložio je mjere pojačanja koje se odnose na obnovu i pojačanje nosivih zidova, ukrotu međukatnih konstrukcija, djelomičnu zamjenu dijelova konstrukcije krovništva i pojačanje spojeva.

Investitori projekta obnove zgrade, u koju se ulaže približno 530 000 eura, su Fond za obnovu Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije, stanari zgrade na čelu s Vibirom Jelićem, predstavnikom stanara, i Gradsko stambeno komunalno gospodarstvo. Sredstva vezana uz konstrukcijsku obnovu osigurana su iz Fonda za obnovu, a sredstva za nekonstrukcijske



Ojačanja zidova



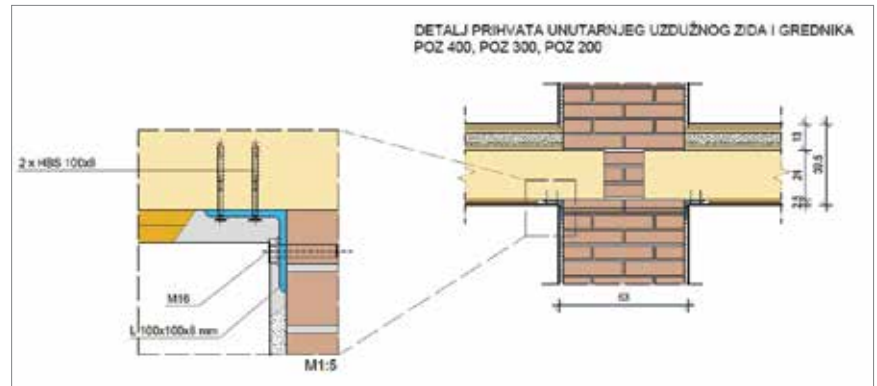
radove u zgradi kreditom banke. Fond za obnovu početkom ožujka 2022. isplatio je prvi dio sredstava (približno 318 524 eura) namijenjen za konstrukcijsko ojačanje zgrade, a početkom travnja 2022. započeli su radovi na sanaciji zgrade. Glavni izvođač radova je tvrtka **RADIĆ PRO ING d.o.o.**, a voditelj gradilišta je Pavo Đaković, ing. građ. Za nadzor nad građevinskim radovima odabrana je tvrtka **EXPERTPLAN d.o.o.**, a glavna nadzorna inženjerka je Margareta Ferenčin, struč. spec. ing. aedif.

Projektno rješenje baziralo se na uklanjanju spomenutih izvornih nedostataka radi ojačanja zgrade kako bi se postigao jednoliki prijenos horizontalnoga opterećenja na sve zidove, a ne samo na uzdužne. To je izvedeno postavljanjem furnirskih ploča u dva sloja na podgled grednika te detaljnom razradom detalja prihvata. U potkrovlju, koje nije stambene namjene, tzv. djelovanje dijafragme dobiveno je izvedbom spregnute ploče drvo-beton te njezinim sidrenjem u obodne zidove. Elementi krovišta djelomično su zamijenjeni, svim je spojevima povećana duktilnost tako da odgovara današnjim standardima te je krovište globalno stabilizirano čeličnim trakama. Svi su zidovi zgrade sada sanirani, a zidovi stubišne jezgre pojačani su izvedbom jednostranoga torkreta.

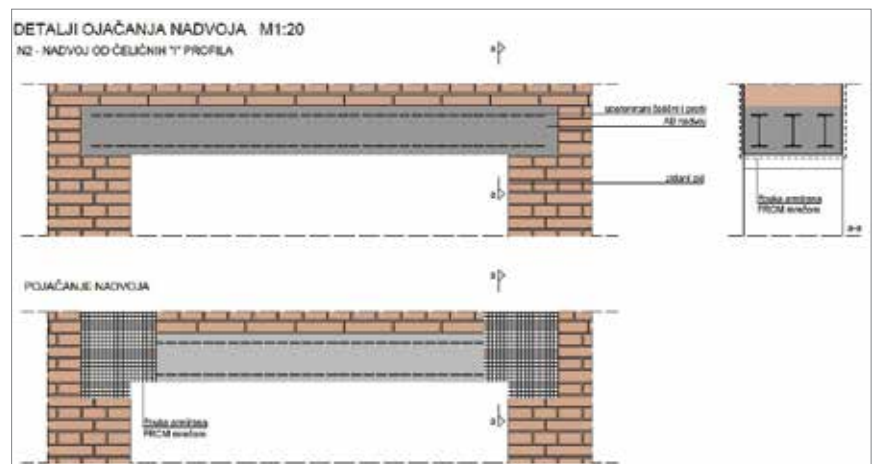
Seizmičko pojačanje međukatnih konstrukcija

Kako bi se omogućilo spajanje međukatnih konstrukcija sa zidovima te time pridržali zidovi u slučaju horizontalnih djelovanja, tj. djelovanje međukatne konstrukcije kao dijafragme koja prenosi horizontalno opterećenje na sve zidove, izvedene su dvije vrste pojačanja. Na podu potkrovlja izvedena je tlačna ploča debljine osam centimetara koja je vijcima za drvo spregnuta s postojećim drvenim grednikom.

Nova tlačna ploča povezana je armaturom za zidove preko torkretne obloge koja je izvedena s donje strane drvenih grednika prvoga, drugoga i trećega kata. Postavljena su dva reda furnirskih ploča



Detalj prihвата unutarnjeg uzdužnog zida i grednika



Detalji ojačanja nadvoja

debljine 1,2 cm koji su posebnim detaljima spojena za zidove.

Kao dodatno osiguranje za zajedničko djelovanje zidova i međukatnih konstrukcija postavljene su čelične zatege u stropove prizemlja, prvoga i drugoga kata te potkrovlja.

Na vrhu parapetnih zidova izvedena je armirana obloga do nazidnice. Svi drveni elementi krovišta ostali su isti. Prilikom izvedbe pojačanja zamijenjeni su samo slojevi krova uz dodatak OSB ploča s donje strane drvenih elemenata i čeličnih traka koji su povezali postojeće elemente. Detalji postojećega drvenog krovišta pojačani su vijcima za drvo.

Zgrada ima dvije vrste otvora, sa zidanim lučnim nadvojima i sa zabetoniranim čeličnim I-profilima. Pojačanje zidanih lučnih nadvoja izvedeno je ubušavanjem navojnih šipki te prekrivanjem žbukom armiranom FRCM mrežom (engl. *Fibre Reinforced Cementitious Matrix*). Pojačanje

nadvoja s ubetoniranim čeličnim I-profilima izvedeno je pojačavanjem ležajeva nosača žbukom armiranom FRCM mrežom.

Predviđeno trajanje svih ugovorenih radova na obnovi zgrade je dvije godine. Dinamika radova sporija je od planirane, ali je u zadovoljavajućim okvirima. Glavna specifičnost i najveći izazov toga složenog projekta u samome središtu Zagreba jest organizacija gradilišta u odnosu na ograničeni manevarski i skladišni prostor gradilišta. Građevina je ugrađena u niz zgrada u Boškovićevoj ulici, bez kolnoga prolaza, što je znatno utjecalo na organizaciju gradilišta i brzinu radova. Ovisno o fazama radova na gradilištu se nalazi od 10 do 14 radnika. Građevinska mehanizacija prilagođena je gradilištu i skučenome mjestu rada pa se većinom radi o ručnim alatima. U fazi rušenja koristili su se udarni čekići i dizalice, a u kasnijim fazama strojevi



Saniranje zabatnog zida u potkrovlju zgrade

za žbukanje (torkretiranje) i pumpa za beton. Stanari zgrade trenutno žive u unajmljenim stanovima i raduju se povratku u svoje domove u Boškovićevoj ulici, koji će zasjati u novome ruhu i biti sigurni za njihovo stanovanje, ali i za buduće generacije.

Zaključne napomene

Obnova oštećenih zgrada nakon katastrofalnih potresa koji su pogodili Zagreb i Banovinu 2020. trajat će još

dugo. Treba napomenuti da je iznimno važno da projektanti, ali i ostali projektni sudionici, uspostave aktivnu komunikaciju s vlasnicima zgrada kako bi ih educirali i svjesno uputili na nužnost ojačavanja zgrade, a ne samo na izvođenje površinskih popravaka nakon potresa. Takav pristup osigurava da zgrade postanu otporne na buduće potrese, čime se smanjuje rizik od štete i ozljeda. Sanacija višestambene zgrade u Boškovićevoj ulici, koju smo htjeli prikazati u ovome prilogu može poslužiti

kao primjer. Svjesnost vlasnika o tim mjerama ključna je za stvaranje sigurnijega životnog okružja, a na inženjerima je obveza da i dalje podižu razinu te svijesti u široj javnosti.

Izvor

Projektna dokumentacija glavnog projektanta i izvođača

Fotografije

Studio Arhing d.o.o.

RADIĆ PRO ING d.o.o.

Vilibor Jelić