

Potres u Zagrebu - izazovi u provedbi brzih pregleda oštećenih zgrada

PRIPREMILA:
Tanja Vrančić

Potres jačine 5,5 stupnjeva po Richteru pogodio je Zagreb 22. ožujka 2020. 24 minute nakon 6.00 sati. Euromediteranski seizmološki centar javio je da je epicentar potresa bio sedam kilometra sjeverno od središta Zagreba (Markuševac), na dubini od 10 km. Nedugo potom uslijedili su još jedan potres jačine 5,0 stupnjeva po Richteru te treće jače podrhtavanje tla jačine 3,7 po Richteru. U nešto više od 24 sata od prvoga potresa na području grada Zagreba zabilježeno je 57 potresa. U povijesnome središtu grada zabilježene su veće materijalne štete, a oštećen je i vrh južnoga tornja zagrebačke katedrale.

Uvod

U povijesti Zagreba bilo je mnogo potresa. O svima onima koji su se dogodili prije 1880. malo se zna i nije moguće procijeniti njihovu stvarnu jačinu, a ne zna se ni položaj epicentara. Prvi zapisi o zagrebačkim potresima pojavili su se tek u 16. stoljeću. Najstariji poznati potres u Zagrebu jest onaj od 26. ožujka 1502. Tada se u Zagrebu srušio toranj crkve sv. Marka. Pretpostavlja se, na temelju kasnijih istraživanja, da mu je epicentar bio u Medvednici, koja je jedno od češćih epicentralnih mjesta u okolici Zagreba. Potres iz 1880., poznat i kao Veliki potres u Zagrebu, bio je jak 6,2 stupnja po Richteru, a epicentar je bio na području Medvednice.



Oštećeni vrh južnoga tornja zagrebačke katedrale

Razorio je brojne zagrebačke zgrade, a mnogobrojni stanovnici pobjegli su ili su se iselili u druge gradove Monarhije. Nakon najvećega udara uslijedilo je nekoliko potresa slabijega intenziteta. Do travnja 1881. zabilježeno je 185 podrhtavanja tla. Ne računajući crkve, kapele i velike državne zgrade, potresom je bilo oštećeno 1758 kuća. Stara zagrebačka katedrala pretrpjela je tolike štete da je bila potrebna njezina temeljita obnova. Potres je srušio svodove u katedrali, zdrobio oltare, probio pod i ošteti zvonik, a obnova je trajala do 1906. Taj je potres potaknuo i veliku obnovu grada. Osim što je obnovljena katedrala, Zagreb je dobio i brojne nove palače, parkove i fontane.

Poznato je to da se grad Zagreb nalazi na kontaktu velikih tektonskih jedinica: na sjeverozapadu su Alpe, na istoku Panonski bazen na jugu Dinaridi, a uzročnici su nastanka potresa tektonski pokreti. Zbog naguravanja pojedinih tektonskih jedinica jedne ispod druge litosfera puca, a pukotine (rasjedi) postaju seizmički izvori potresa. U svojem radu Željko Miklin, dipl. ing. geol., naveo je to da je na širem prostoru grada Zagreba poznato sedam seizmičkih izvora.



Fotografije razrušenog središta Zagreba



Za grad Zagreb najvažniji su potresi s epicentrom u Medvedničkom epicentralnom području. Do sada su oni bili najjači potresi na tome području.

Hrvatski centar za potresno inženjerstvo

U Ured za upravljanje hitnim situacijama u prijedpodnevnim satima 22. ožujka 2020. javio se niz stručnjaka. Osim vatrogasaca i dobrovoljnih vatrogasnih društava, Zagrebačkog holdinga, Elicoma, HEP-a, CIOS-a i MORH-a na teren su izišli građevinski inženjeri. S obzirom da stručnjaci za preglede oštećenja nisu obuhvaćeni postojećim sustavima, koordinaciju je vodio Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu uz podršku UHS-a, tvrtke GDI d.o.o, HKIG, HDSVIP i HKA i niz kolega iz cijele Hrvatske. Velika je pomoć u koordinaciji bila i internet stranica www.hcpi.hr pokrenuta od strane Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu preko IT sustava SRCE, a nazvana je Hrvatski centar za potresno inženjerstvo kao poruka odgovornima da je jedan takav sustav nužan u RH. Svi su oni radili na uspostavi, prikupljanju i obradi prijave zgrada oštećenih u potresu. Ukupno je obrađeno 26.500 prijave oštećenja. Prijave su se obrađivale prema prioritetima te su odmah nakon potresa bile obidene sve bolnice i domovi za starije osobe.



Inženjeri su se na terenu morali pridržavati propisanih epidemioloških mjera

Stotine inženjera radilo je na procjeni oštećenja od potresa u Zagrebu. Njihov rad koordiniran je u Uredu za upravljanje hitnim situacijama (UHS), na temelju suradnje s Građevinskim fakultetom iz Zagreba, koja traje već niz godina. S izv. prof. Atalićem razgovarali smo u travnju 2020. u prostorima Ureda za upravljanje u hitnim situacijama.

Stručnjaci Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (uz izv.prof. Atalića tu su i doc.dr.sc. Marta Šavor Novak te doc.dr.sc. Mario Uroš) s Gradom Zagrebom već osam godina rade na studiji za saniranje posljedica od potresa. U toj su studiji obrađene brojne teme vezane uz aktivnosti prije potresa i nakon njega koje obuhvaćaju oblikovanje kvalitetne baze podataka o građevinama (definiranje metodologije, obrazaca, ključnih atributa, podjela grada na karakteristične dijelove – izrada karte, obuka popisivača i drugo), razvitek me-

todologije brze inicijalne procjene potresne oštetljivosti (identifikacija ključnih parametara, oblikovanje obrasca i drugo), detaljne procjene potresne otpornosti građevina na temelju eksperimentalnih i numeričkih analiza uz identifikaciju kritičnih mjesta, prijedloge seizmičkih pojačanja te organizaciju pregleda oštećenih građevina nakon potresa (izrada obrazaca za preglede, organizacija sustava, edukacije, sudjelovanje na vježbama i drugo). Sve navedene teme pridonose smanjenju rizika od potresa, a većina ih se može primijeniti i na druga područja u Hrvatskoj.

U sklopu te studije stvoren je obrazac za procjenu oštećenja građevina. Obrazac je izrađen na primjeru talijanskog obrasca za procjenu oštećenja od strane kolegice Sanje Hak koja je završila doktorat u Italiji u vrijeme nedavnih potresa. Treba istaknuti to da su u suradnji s MUP-om i Ravnateljstvom civilne zaštite stručnjaci s Građevinskog fakulteta u Zagrebu prošli obuku u Italiji, Portugalu i Austriji.

Tijekom prva dva dana nakon potresa stručnjaci su koristili spomenuti obrazac za preglede, već trećega je dana izrađena aplikacija koja omogućava popunjavanje obrazaca pomoću pametnih uređaja. Od tada je cjelokupan posao digitaliziran, što je smanjilo broj kontakata inženjera na terenu i u uredu te pogodovalo epidemiološkim mjerama za suzbijanje koronavirusa. Time se izbjeglo to da 200 inženjera dolazi u Ured za upravljanje u hitnim situacijama svakoga dana te uzima i predaje osobno obrasce. U bazi je evidentirano ukupno oko 500 inženjera. Na dan potresa prijavilo se 150 inženjera volontera, a već je sljedećih dana njihov broj narastao na 400. Četrdeset dana nakon potresa na



Dogovor s inženjerima prije odlaska na teren



Dogovori u prostorima UHS-a o obradi podataka koji su svakodnevno stizali s terena

terenu je bilo od 150 do 200 stručnjaka koji su svakodnevno sudjelovali u brzome pregledu zgrada. U prva dva tjedna stručnjaci su isključivo volontirali. Grad Zagreb je 3. travnja 2020. najavio da će sufinancirati dio pregleda pa je od toga dana otprilike 200 inženjera prijavljeno na ugovor o djelu, a ostali su inženjeri i dalje volonteri.

Izrađena aplikacija za unos podataka o oštećenim građevinama koja je vrlo jednostavna za primjenu. Svi se podaci brzih pregleda zgrada upisuju u bazu, uključujući i fotografije. Sinkronizirana je s Hrvatskim zavodom za javno zdravstvo. Ti su podaci bili važni kako bi inženjeri znali koje su osobe na terenu morale biti u izolaciji (samoizolaciji) zbog pandemije koronavirusa. Baza podataka otvorena je određenim korisnicima (na primjer, dimnjačarima ili komunalnim službama). Procjena troškova napravljena je kako bi se mogao odrediti utjecaj materijalne štete od potresa na državni proračun (prema prvim procjenama, troškovi su obnove približno 42 milijarde kuna).

Pritom su pripremljena 23 primjera različite složenosti zgrada za troškovnike koji su se kasnije koristili i za Svjetsku banku. To je radio tim od 31 inženjera koji su projektirali zgrade u središtu grada i izradili njihove troškovnike, koji su uneseni u bazu podataka o oštećenim zgradama u potresu. Svjetska banka pohvalila je trud inženjera i pozitivno reagirala na činjenicu da takvi podaci uopće postoje.



Krajem travnja pregledano je više od 18.000 građevina

Školovanje u inozemstvu i iskustva iz Albanije

Temelj organizaciji pregleda nakon potresa u Zagrebu bila je edukacija u sklopu Europske unije, niz kolega s Građevinskog fakulteta tako je u sklopu projekta Matilda boravio u Italiji, gdje su im talijanski stručnjaci koji su imali iskustva s brojnim potresima prenosili svoja iskustva. Osim teorijskoga znanja prošli su konkretne vježbe na kojima su stjecali praktičko iskustvo. S petnaestak kolega sudjelovao je u nekoliko vježbi u Portugalu i Austriji, gdje su vježbe bile organizirane na vojnome poligonu sa zgradama na kojima su bile prave pukotine. Portugalci također imaju poligon za stručnjake na kojemu vježbaju

i vatrogasci. Stručnjaci Građevinskog fakulteta iz Zagreba organizirali su za Talijane vježbe u Stonu, gdje još uvijek ima oštećenih zgrada na kojima su radili procjene. Za razliku od tih zemalja Hrvatska, koja je u puno većoj opasnosti, takvih poligona nema.

U Albaniji su hrvatski stručnjaci bili nakon što je tu zemlju najprije pogodio potres slične jačine kao i u Zagrebu, ali tri mjeseca poslije i novi potres jačine 6,4 stupnjeva, koji je imao otprilike 30 puta veću energiju od prvoga, a amplitude koje su se osjetile bile su i 10 puta veće. Izv. prof. Atalić istaknuo je to da je iskustvo iz Albanije bilo vrlo vrijedno i da je jako puno pomoglo. Cijeli sustav organizacije inženjera, njihove edukacije, brzog pregleda zgrada i izrade izvje-



Fotografije sa školovanja u inozemstvu (donja slika, Albanija 2019.)

šća organiziran je na temelju prethodno navedenih aktivnosti u godinama prije potresa.

U posljednje dvije godine izv. prof. Atalić je s kolegama objavio par znanstvenih radova i održao brojne seminare, predavanja i radionice. Među ostalim, u *Građevinaru* 10/2019. objavljen je znanstveni rad *Rizik od potresa za Hrvatsku: pregled istraživanja i postojećih procjena sa smjernicama za budućnost*. Posvuda se isticalo to da Hrvatska nije spremna za razorne potrese, no Atalić je pohvalio brz odgovor inženjera koji su u rekordnome roku, odmah nakon potresa, počeli raditi na pregledima oštećenih zgrada. Zahvaljujući srčanosti i volji tih stručnjaka odrađen je lavovski posao. Među volon-

terima nisu bili samo građevinari, već i arhitekti, a bitno je istaknuti i niz alpinista i "visinaca" (s dozvolom rada na visinama) čija je pomoć bila neprocjenjiva prvih dana. Posebno treba istaknuti i sudjelovanje studenata Građevinskog fakulteta koji su zajedno sa svojim profesorima i alumnijima Građevinskog fakulteta sudjelovali u ovom velikom poslu. Također je važno istaknuti da su veliku podršku pružile Hrvatska komora inženjera građevinarstva i Hrvatska komora arhitekata.

Brzi pregled građevina

Brzi, sigurnosni i preliminarni pregledi oštećenja su završili (<https://www.hcpi>.

hr/), a prema analizama čini se da je "sudačka nadoknada" trajala duže od "utakmice" koja je bila gotova već oko Uskrsa. Nažalost, spominjana baza je još uvijek jedina koja pokriva većinu problematike oštećenja nakon potresa, pa su se na nju naslonile razne institucije (sufinanciranje troškova za dimnjake/krovove, organizacija zamjenskog smještaja, podjela materijala za sanacije, krediti za banke, procjena troškova štete i obnove, pomoć iz fondova i slično). Kako je teško odbiti ljude u potrebi (što je osnovna ideja pregleda) i dalje će se odrađivati povremeni dopunski pregledi. Ideja je da se utvrde i eventualna dodatna oštećenja od naknadnih potresa, odrade neke propuštene (ili dodatne) prijave, ažuriraju podaci (odrađenih hitnih mjera), isprave nedostaci. Bitno je kontinuirano raditi na sređivanju baze.

U potresu je znatno oštećen velik broj dimnjaka na zgradama i kućama. Bez toga bi, procjenjuju stručnjaci, šteta od potresa svakako bila puno manja. Uklonjeno je 5.148 oštećenih, napuknutih ili urušenih dimnjaka.

Stručnjaci su često isticali to da tijekom energetske obnove zgrada treba voditi računa i o seizmičkome ojačavanju konstrukcije. Takav bi pristup zbog povećanja troškova poskupio cjelovitu obnovu građevine. Izv. prof. Atalić rekao je to kako postoje brojna istraživanja na tu temu, ali postotak povećanja troškova jako varira ovisno o tipu zgrade. Dok se takva obnova ne provede i dok se njezin trošak ne usporedi s troškovima obične energetske obnove, jako je nezahvalno govoriti o tome koliko je ona skuplja. Neki tvrde da je skuplja oko 30 posto, a neke druge procjene govore da je skuplja i do 50 posto, ali nisu sve građevine iste pa je to teško predvidjeti. U Hrvatskoj ne postoje informacije o tome da se neka zgrada obnavljala i energetski i konstrukcijski, odnosno da je izvedena cjelovita obnova, ali postoje brojni podaci da su energetske obnovljene zgrade oštećene tijekom potresa u Zagrebu. Tijekom 2018. donesene su izmjene Direktive o energetskim svojstvima zgrada koje su zahtijevale da se vodi briga



Oštećenja kuća u okolici Zagreba

ne samo o energetske obnovi, nego i o konstrukcijskome ojačanju zgrada, odnosno o sigurnosti zgrada s obzirom na potres i požar. U skladu s time je svaka država članica Europske unije trebala donijeti pravilnik ili nacrt na temelju kojega će ostvariti taj cilj. U Hrvatskoj se razvio otpor prema tome jer je poznato da je takva obnova skuplja, ali je dan prijedlog da se na takav način obnove barem škole, bolnice i vrtići.

Aktivnosti vezane za obnovu grada

Odmah nakon potresa počelo se raditi na Zakonu o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije kojim se trebao urediti način i postupak obnove odnosno uklanjanja oštećenih zgrada, gradnja zamjenskih obiteljskih kuća i stambeno zbrinjavanje osoba pogođenih tom nepogodom, te nadležna tijela, rokovi za postupanje i druga pitanja s tim u vezi. Budući da je donošenje Zakona političkom voljom odgođeno za jesen, a inženjeri su trebali pristupiti projektiranju, stručne smjernice za obnovu koje su trebale biti dio Zakona su krajem lipnja objavljene kao izmjene i dopune Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije. Sastavila ih je

radna skupina od tridesetak stručnjaka na temelju svog bogatog iskustva u rekonstrukcijama zgrada, pregleda zgrada na terenu te općenito znanja iz područja potresnog inženjerstva. Nadalje, pri izradi su uzete u obzir smjernice za obnovu iz mnogih zemalja koja imaju više iskustva od Hrvatske u obnovi nakon potresa (primjerice, Italije i Novog Zelanda), no vodeći računa,

osim o sigurnosti korisnika građevina i tehničkih mogućnosti same obnove, i o financijskom kapacitetu države. Uzeta je u obzir i činjenica da je većina oštećenih zgrada izvedena prije pojave suvremenih propisa za projektiranje konstrukcija pa je i njihova otpornost na djelovanje potresa bila i izvorno (prije potresa) mala te ih gotovo nije moguće podići na otpornost koju zahtijevaju trenutno važeći propisi.

U skladu sa svime navedenim, propisana su četiri načina odnosno razina obnove koji ovise o stupnju oštećenja i namjeni zgrade. Prva razina se odnosi na popravak nekonstrukcijskih elemenata, koji nisu toliko važni za konstrukciju, ali jesu za sigurnost građana. Druga razina podrazumijeva popravak konstrukcije zgrade uz određena lokalna pojačanja kako bi se uklanjanjem nekih osnovnih nedostataka donekle unaprijedilo ponašanje zgrade pri sljedećem potresu. Treća razina obnove se odnosi na pojačanje konstrukcije čime se zgrada uz značajnije zahvate dovodi u stanje poboljšane razine nosivosti. Četvrta razina podrazumijeva cjelovitu obnovu zgrade pri čemu se izvođenjem sveobuhvatnih radova treba postići potresna otpornost zgrade u skladu s



Brojna istraživanja o ponašanju građevina u potresu donijela su iskustva sanacije u Zagrebu i okolici

važićim propisima za projektiranje potresne otpornosti.

Prva razina obnove se provodi za sve zgrade, dok je druga propisana za zgrade stambene, poslovne, stambeno-poslovne, te javne namjene sa srednjim posljedicama sloma koje su lakše oštećene u potresu. Treća razina se provodi za zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem (primjerice, sportske građevine, kina, kazališta, muzeji, crkve, zgrade javne uprave koje nisu od vitalne važnosti za funkcioniranje nakon potresa, zdravstvene ustanove manje važnosti, ljekarne, škole, vrtići, itd), zatim za zgrade stambene, stambeno-poslovne i poslovne namjene te zgrade javne namjene koje su teže oštećene u potresu. Četvrta razina je namijenjena zgradama čija je cjelovitost tijekom potresa od važnosti za širu zajednicu (primjerice, zdravstve-

ne ustanove veće važnosti kao što su klinički bolnički centri, građevine interventnih službi, zgrade javne uprave od vitalne važnosti za funkcioniranje nakon potresa, itd.).

Za sve zgrade koje se obnavljaju na razine 2-4 mora se utvrditi razina potresne otpornosti zgrada nakon provedenih mjera obnove u odnosu na potresnu otpornost prema važićim propisima, kako bi se, među ostalim, osvijestilo korisnike odnosno vlasnike zgrada o postignutoj razini sigurnosti.

Potrebna projektna dokumentacija obnove bit će propisana posebnim Pravilnikom, a treba spomenuti da je uz Zakon izašao i prvi program mjera u kojem se detaljnije razrađuje Zakonom propisan postupak obnove odnosno uklanjanja zgrada oštećenih u potresu, gradnja zamjenskih obiteljskih kuća i zbrinjavanje osoba pogođenih nepogodom.

Zaključno

Na kraju treba istaknuti da su Građevinski fakultet, HKIG i niz ostalih institucija i volontera organizirali i izradili nekoliko važnih dokumenata poput *Preliminarne procjene troškova obnove i Stručnih smjernica za obnovu*, dokumenti izrađeni za Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja. Za Vladu Republike Hrvatske i Svjetsku banku izrađeni su dokumenti: *Croatia Earthquake 2020 - Rapid Damage and Needs Assessment*, Priručnik *Urgentni program potresne obnove*, a u završnoj je fazi i izrada knjige *Obnova zgrada nakon potresa*. Bitno je u budućnosti osigurati kapacitete i predvidjeti instituciju poput predloženog Hrvatskog centra za potresno inženjerstvo što je uobičajena praksa u državama ugroženim potresom jer treba naučiti iz lekcije koju smo dobili i pripremiti se za budućnost.

