

OBNOVA POTRESOM OŠTEĆENIH ZGRADA ZAGREBAČKOG SVEUČILIŠTA

Konstruktivna obnova Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije

PRIPREMILA:
Tanja Vrančić

Zgrada Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije obnavlja se po modelu cjelovite obnove zgrade, što podrazumijeva dovođenje zgrade u stanje potpune građevinske uporabljivosti do razine koju propisuju važeći propisi i norme te pravila struke, ona obuhvaća popravak nekonstruktivnih elemenata, popravak konstrukcije, pojačanje konstrukcije zgrade i/ili cjelovitu obnovu konstrukcije

Usred pandemije koronavirusa, zbog koje je gotovo trećina svjetskoga stanovništva stavljena u izolaciju, grad Zagreb i okolice 22. ožujka 2020. pogodio je naj snažniji potres u posljednjih 140 godina, a golema šteta koja je pritom nastala sa nirat će se niz godina. Snažno podrhtavanje tla ostat će zapamćeno pod nazivom

Zagrebački potres u doba korone. U potresu je najteže pogođeno središte grada zbog niza oštećenja na kulturno-povijesnoj graditeljskoj baštini grada Zagreba. Među ostalim zgradama, stradali su brojni fakulteti Sveučilišta u Zagrebu. Zato je 28. siječnja 2021. objavljen poziv za dodjelu bespovratnih financijskih

sredstava za obnovu sveučilišne infrastrukture, a 7. srpnja 2021. svečano su uručena 42 ugovora o dodjeli bespovratnih financijskih sredstava za obnovu infrastrukture 24 visokoškolske i znanstvene ustanove pogođene potresom u ukupnome iznosu nešto većemu od dvije milijarde kuna. Sredstva služe za provedbu hitnih mjera zaštite, usluge utvrđivanja stanja, izradu snimki zatečenoga stanja, izradu dokumentacije za provedbu i dovođenje zgrada u prijašnje stanje ili za cjelovitu obnovu koja podrazumijeva dodatno poboljšanje konstrukcija uz prilagodbu suvremenim standardima zgrada te za izvođenje radova osiguranja i stabiliziranja oštećenih dobara.



Početak izgradnje Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije u Zagrebu na Marulićevom trgu, ing. Steinmann na gradilištu (gore desno)

U časopisu *Građevinar* bit će objavljena serija priloga o obnovi zagrebačkih fakulteta, a započinjemo onim o obnovi Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije na Trgu Marka Marulića.

Crtnice o Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije promiče kemijsko inženjerstvo i primijenjenu kemiju kao znanstvene discipline, i to povezivanjem znanosti i tehnologije s gospodarstvom, industrijom i javnim djelatnostima. Time se postiže održivi razvoj, povećava opća razina inovativnosti društva, ubrzava prijenos znanja, odnosno stvara se i potiče novo poduzetništvo. Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije u srednjoeuropskoj regiji mjesto je "dobrih vibracija", žarište partnerskoga i suradničkoga okupljanja na međunarodnoj, nacionalnoj i lokalnoj razini na projektima razvoja inovativnih i unaprjeđenja postojećih kemijskih procesa, proizvoda, odnosno materijala, te na projektima iz područja zaštite okoliša. Korijeni Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije sežu u 1919. kada je utemeljena Tehnička visoka škola u Zagrebu. Škola je osnovana kako bi polaznicima dala temeljitu teorijsku i praktičnu obrazbu za tehnička zvanja zastupljena u njoj. Jedan od ondašnjih odjela bio je *kemičko-inžinirski*, a prvi dekan prof. dr. Vladimir Njegovan od samih je početaka nastojao omogućiti nastavni i znanstveni rad po uzoru na europska i američka visoka učilišta. Zbog toga je angažirao vrhunske nastavnike, na primjer, Ivana Mareka, poznatoga izumitelja peći za elementarnu organsku kemijsku analizu, Ivana Plotnikova, fotokemičara svjetskoga glasa, Franju Hanamana, izumitelja volframove žarne niti, i nešto kasnije Vladimira Preloga, budućega nobelovca. Tehnička visoka škola prerasla je u Tehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu 1926., i to je nastavnicima i suradnicima omogućilo intenzivniji znanstveni rad. Uz Vladimira Preloga, koji je prvi u Hrvatskoj uveo organsku sintezu, ondje su radili i brojni mlađi znanstvenici poput Vjere Marjanović - Krajočan, Rikarda Podhor-

skog, Karla Webera, Matije Krajinovića i Miroslava Karšulina, koji su se dokazali u svijetu znanosti i tehnike. Oni su odlazili na znanstvena usavršavanja u inozemstvo, a po povratku prenosili su stečena znanja, podižući time razinu znanja i utječući na razvoj struke. Rikard Podhorsky već je 1935., istodobno s kretanjima u Europi, a na temelju američkih iskustava, promicao kemijsko inženjerstvo kao egzaktnu znanost.

Kemijsko-inženjerski odjel 1926. postao je dio Tehničkoga fakulteta. Restrukturiranjem Tehničkoga fakulteta 1956. Kemijsko-tehnološki studij djelovao je na Kemijsko-prehrambeno-rudarskom fakultetu, a od 1957. u sklopu novoosnovanoga Tehnološkoga fakulteta. U tome razdoblju postao je jezgra oko koje su nastali novi fakulteti (Metalurški u Sisku, Tehnološki u Splitu, Prehrambeno-biotehnološki u Zagrebu). Godine 1978. odvojio se Metalurški fakultet, godine 1980. Prehrambeno-biotehnološki fakultet i konačno razdvajanjem Tehnološkoga fakulteta na Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije i Tekstilno-tehnološki fakultet 16. studenoga 1991. ispunjena je dugogodišnja težnja Fakulteta za samostalnošću.

Definiranje današnjega Marulićeva trga

Marulićev trg definiran je zgradama triju znanstveno-nastavnih institucija uoči Pr-

voga svjetskog rata. Sveučilišna knjižnica bila je građena od 1910. do 1913. na južnome dijelu trga prema projektu arhitekta Rudolfa Lubynskogoga. Sjeverni dio Marulićeva trga određuju dvije sveučilišne zgrade. Na istočnome je dijelu između 1913. i 1914. sagrađen Kemijski institut prema projektu arhitekta Vjekoslava Bastla. Fizikalni institut, predviđen planovima 1913., bio je građen od 1927. do 1932. prema projektu arhitekta Egona Steinmanna. Osnova uređenja tadašnjega Mažuranićeva trga (današnji Trg Marka Marulića) definirala je već u svibnju 1913. položaj dvaju istovjetnih zrcalnih sveučilišnih zavoda sjevernije od centralno izgrađene knjižnice, a na južnoj strani današnjega Mažuranićeva trga nacrtani su obrisi planirane velike zgrade Sveučilišne knjižnice. Kemijski i Fizikalni institut postavljeni su na same rubove građevinske parcele, čime je otvoren pogled na glavno pročelje Sveučilišne knjižnice, a unutar čestice ostavljen je prostor za zelene površine.

Izgradnja Kraljevskoga sveučilišnog ludžbenog (kemijskog) farmakognostič-



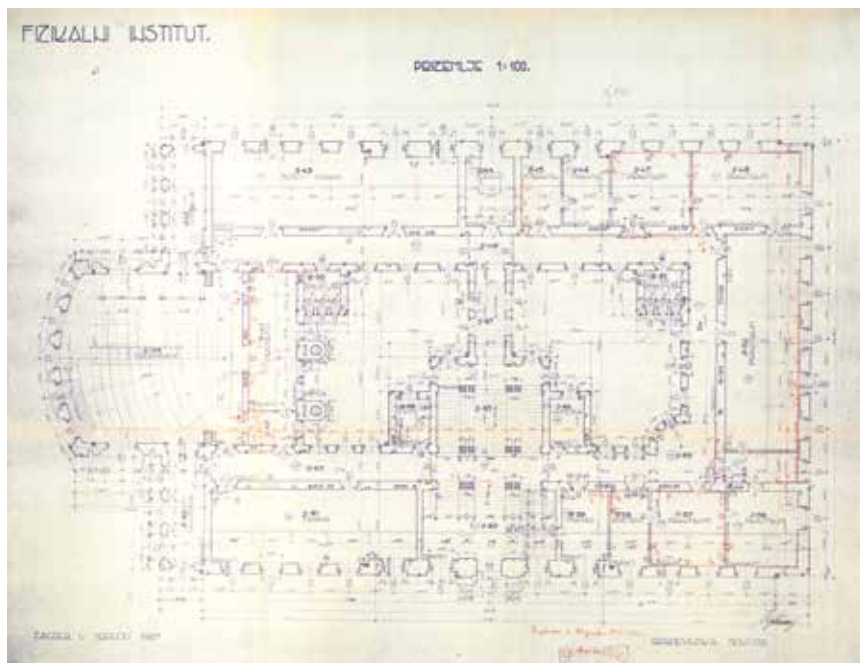
Pogled na Marulićev trg iz 1930-ih

kog zavoda počela je 1913. na sjeveroistočnome dijelu današnjega Marulićeva trga prema projektu arhitekta Vjekoslava Bastla. Zavod je poslije pripao Tehnološkome fakultetu, a obuhvaća i Institut za botaniku i farmakologiju.

Prve skice za novi Fizikalni institut izradio je 1914. Vjekoslav Bastl po uputama 28 predstojnika Fizikalnog instituta Stanka Hondla i sveučilišnoga građevnog referenta Pavla Jušića. Gradnja je trebala početi 1914., ali je zbog izbijanja Prvoga svjetskog rata i teških poratnih prilika odgođena za trinaest godina. Nacrte za gradnju Fizikalnoga zavoda zagrebačkoga sveučilišta izradio je 1927. arhitekt Egon Steinmann. U ožujku 1927. počeli su se kopati temelji, a tek je u ljeto 1932. djelomično završeno uređenje njezine unutrašnjosti. Fizikalni zavod uselio je u zgradu tek 1937. Susjedna zgrada Kemijskoga zavoda odredila je osnovne parametre – visinu i nagib krova, visinu vijenca zgrade, visinu atike i nadozida, postavu otvora, volumen i ukupan tlocrtni gabarit. Tako zgrada Fizikalnog instituta po veličini i stilu u cijelosti odgovara susjednoj zgradi.

Konzervatorski elaborat zgrade Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu

Nakon zagrebačkoga potresa u 2020. Radivoje Jovičić, ak. kipar, viši konzervator-restaurator, sa suradnicom Lucijom Drpić, mag. ing. arch., izradio je projekt cjelovite obnove zgrade Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu prema Zakonu o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije. Projekt obnove zgrade temeljen je na arhivskim i terenskim istraživanjima te restauratorskim sondiranjima koja uz elaborat ocjene postojećega stanja građevinske konstrukcije, geotehnički elaborat i izvještaj o istražnim radovima čine podlogu za dokumentaciju za cjelovitu obnovu. Cjelovitom obnovom nakon oštećenja u potresu trebalo je obuhvatiti ojačanje konstrukcije zidova, međukatne konstrukcije i krova, provedbu mjera zaštite od požara,



Originalni nacrt prizemlja zgrade

sanaciju i prevenciju oštećenja od vlage u podrumu, sanaciju vanjskih uličnih pročelja, obnovu unutarnjih pročelja atrija/svjetlika, obnovu krova i rekonstrukciju u interijeru.

Konzervatori navode to kako su urbanistički kontekst, položaj, oblikovanje i namjena zgrade današnjega Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije određeni projektom Lenucijeve ili Zelene potkove, nizom perivojnih trgova s reprezentativnim javnim zgradama u središtu zagrebačkoga Donjega grada. Idejni začeci projekta Potkove vidljivi su u prvoj Regulatornoj osnovi iz 1865., a potezi trgova i zgrada građeni su od kraja 19. stoljeća do početka 20. stoljeća. Na uzdužnoj osi zapadnoga dijela Zelene potkove smještene su javne građevine: HNK, Hrvatski dom i Sveučilišna knjižnica, analogno položaju javnih zgrada Istočnoga perivoja (istočni krak Potkove). Reprezentativna pročelja i glavni ulazi tih građevina nalaze se na njihovoj sjevernoj strani. Iznimka su zgrade sveučilišnih zavoda, koje su postavljene zrcalno u odnosu na uzdužnu os i čiji su glavni ulazi smješteni s vanjskih strana Potkove (istočne i zapadne). Izgradnja sveučilišnih zgrada na Marulićevu trgu donijela je nove, nastavno-znanstvene, a ukinula

stare, sportsko-rekreacijske sadržaje te je time onemogućila realizaciju ideje o kontinuiranome perivojskom okviru donjogradskoga središta.

Organizacija i raspored unutarnjega prostora Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije nisu se znatnije mijenjali u odnosu na izvorni projekt, zgrada se može podijeliti na dva dijela: na dio s predavaonicama i na glavni dio građevine

Organizacija i raspored unutarnjega prostora Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije nisu se znatnije mijenjali u odnosu na izvorni projekt. Unutar pravokutne forme tlocrta zgrade je središnje, reprezentativno trokrako stubište koje dijeli unutarnje dvorište na dva (gotovo) simetrična svjetlika (atrija). Glavne prostorije, nekadašnji kabineti, laboratoriji, predavaonice, praktikumi i slično, nanižani su obodno uz vanjske zidove zgrade. Komunikacija je kružna, hodnicima prislonjenima uz unutarnje svjetlike. Uz

hodnike su simetrično organizirana i po dva sanitarna čvora na svakoj etaži zgrade. U podrumu su servisne prostorije: kotlovnica, strojarnica, radionica domara i kuhinja. U prostoru velike predavaonice na sjevernoj strani, iz razine podruma s istočne i zapadne strane smještena su dva simetrična ulaza s ulice koji vode u garderobu ispod auditorijuma. U prizemlju su nekada bile smještene naj-reprezentativnije prostorije Instituta, praktikumi i zbirke te velika predavaonica koja se dvostrukom unutarnjom visinom proteže do drugoga kata zgrade. U vrijeme kada je izgrađena amfiteatralna predavaonica Instituta bila je najmodernija dvorana za predavanja te jedna od najvećih u Zagrebu. Imala je 240 sjedala i u nju su na predavanja dolazili studenti Filozofskoga, Medicinskoga i Veterinarskoga fakulteta. Na prvome i drugome katu bile su nanizane knjižnice, kabineti nastavnoga osoblja i predavaonice. Iz dostupne arhivske građe vidljivo je to kako je potkrovlje adaptirano najmanje dva puta, uz izmjene građevinske dozvole, oko 1950., kada su dodani kartografski odjel, laboratoriji i drugo. Do potkrovlja s drugoga kata vodi dvokrako stubište, smješteno uz istočno pročelje zgrade. Danas je tlocrtna dispozicija velikim dijelom zadr-

žana, ali uz prenamjene i pregrađivanja pojedinih prostorija radi suvremenih potreba trenutačnih stanara zgrade.

Glavnu vertikalnu nosivu konstrukciju čine zidani zidovi preko kojih su izvedeni armiranobetonski i zidani nadvoji, grede i ploče

Općenito se zgrada može podijeliti na dva dijela: na dio s predavaonicom i na glavni dio građevine. U skladu s provedenim istraživanjima i pregledima današnje stanje konstrukcije većinom odgovara izvornim arhivskim podlogama, uz manja odstupanja koja se odnose na pregradne zidove, a koji su uglavnom uklonjeni radi povećavanja prostorija te zatvaranja pojedinih otvora. Glavnu vertikalnu nosivu konstrukciju čine zidani zidovi preko kojih su izvedeni armiranobetonski i zidani nadvoji, grede i ploče. Zidani zidovi izvedeni su u kompletu, od etaže podruma do etaže potkrovlja, u cijelosti bez vertikalnih serklaža. Zidovi su izvedeni od pune opeke staroga formata, i to uglavnom u debljini od 45 cm na drugome katu do 115 cm u podrumu. Nadvoji su uglavnom armirano-

betonski, mjestimično i zidani. Zidovi osim vertikalne nosivosti građevine omogućuju i njezinu horizontalnu stabilnost na seizmičko opterećenje. Krovište je izvedeno kao klasično, drveno, višestrešno – visulja. U prvotnoj izvedbi, prema izvornome projektu, čitav prostor potkrovlja nije bio predviđen za korištenje. Adaptacijama, koje su se počele izvoditi pedesetih godina prošloga stoljeća, čitava je etaža postupno prenamijenjena za potrebe nastave i pratećih sadržaja. Tada je nosiva konstrukcija drvenih greda krovišta zadržana, a gipskartonskim laganim pregradnim pločama. Krov je pokriven glinenim biber-crijepom na daščanoj oplati.

Zgrada je u zagrebačkome i petrinjskome potresu 2020. pretrpjela određena oštećenja. Stručni pregledi zgrade te mišljenje o uporabivosti pojedinih prostorija i prijedlog daljnjih mjera i aktivnosti dani su nakon obaju potresa, i to u svibnju 2020. i u siječnju 2021. U rujnu 2021. provedeni su terenski istražni radovi te je izrađen elaborat o provedenim istražnim radovima. S obzirom na vrijeme gradnje te na korištene tehnike gradnje, može se utvrditi to da su sva oštećenja logična i očekivana. Glavna oštećenja vidljiva su na sekundarnoj nosivoj konstrukciji (pregradni zidovi, parapeti, dimnjaci i slično), ali i na



U sklopu hitne sanacije neposredno nakon potresa na zgradi su izvedeni neophodni radovi rušenja i uklanjanja dvaju dimnjaka sa sjevernoga zida



Oštećenja nakon potresa na zgradi u razdoblju od ožujka 2020. do travnja 2021.

glavnoj nosivoj konstrukciji (zidani zidovi). Oštećenja na građevini mogu se razvrstati u nekoliko kategorija: oštećenja i urušavanja dimnjaka, oštećenja obloga u potkrovlju, oštećenja nadozida u potkrovlju, oštećenja pregradnih zidova, oštećenja nosivih stropnih konstrukcija, oštećenja podgleda stubišta, oštećenja nadvoja iznad nosivih i pregradnih zidova te otpadanje žbuke s pregradnih i nosivih zidova.

U sklopu hitne sanacije neposredno nakon potresa, u razdoblju od ožujka 2020. do travnja 2021., na zgradi su izvedeni neophodni radovi rušenja i uklanjanja dvaju dimnjaka sa sjevernoga zida sjevernoga atrija, saniran je dio štete na krovu, izvedeno je podupiranje, postavljene su zaštitne skele i uklonjen građevni materijal. Zamjetna su građevinska oštećenja od kapilarne vlage, koja je prodrla iz razine podruma do donje zone zidova prizemlja, i to s unutarnje i s vanjske strane. Ukupno stanje vanjskoga (uličnoga) pročelja je dobro. Najveća oštećenja uočena su na profiliranim razdjelnim vijencima (otpadanje žbuke), na punoj balkonskoj ogradi prohodne krovne terase te na nižemu, sjevernome polukružnom aneksu amfiteatra. Žbuka na unutarnjim i vanjskim pročeljima najviše je stradala zbog dotrajalih klupčica i žlijebova. Stolarija je u sličnome stanju kao i ulična, dotrajala, i potrebno ju je temeljito obnoviti.

Stanje nakon potresa

Elaborat ocjene postojećega stanja građevinske konstrukcije zgrade na Marulićevu trgu 19 izradio je Branislav Škoro, dipl. ing. građ., sa suradnikom Lukom Škorom, mag. ing. aedif. iz tvrtke *ŠKORO - poduzeće za inženjering* d.o.o. Procjena

uporablivosti zgrade rađena je na temelju detaljnoga pregleda zgrade, pregleda i ocjenjivanja konstrukcijskih elemenata, procjene stanja nosivosti konstrukcijskih elemenata, procjene i detekcije nastalih deformacija te sveopće specifikacije oštećenja i zgrade prema stupnjevima oštećenja. Definicija promatrane razine



Na unutrašnjim nosivim zidovima evidentirane su karakteristične pukotine na velikome dijelu

štete relevantna je i temelji se na europskoj makroseizmičkoj skali EMS98 (europska makroseizmička skala), koja je osnova za procjenu seizmičkoga intenziteta u europskim zemljama.

Detaljnim vizualnim pregledom, ulaskom u svaku prostoriju zasebno, evidentirana su sva oštećenja na konstrukcijskim i nekonstrukcijskim elementima nastala na građevini po katovima. Sva oštećenja koja su se pojavila u suterenu nastala su na spoju dvaju različitih materijala (beton i opeka), na spoju zidanoga zida i armiranobetonskoga nadvoja, na mjestima instalacija u zidu i sličnima. U prizemlju su najveća oštećenja nastala na zidovima kod ulaza te uz unutarnje stubište. Navedene zidove trebat će sanirati najmanje do razine povratka u stanje prije potresa jer im je narušena horizontalna stabilnost. Na prvom i drugom katu najveća su oštećenja nastala na unutrašnjim nosivim zidovima uz hodnik, i to ponajprije na istočnome zidu. Na istim etažama oštećeni su pregradni zidovi (iznad kojih je vidljiva greda), na kojima su se također pojavile karakteristične potresne pukotine. Iako su pregradni, ti zidovi, radi svojega kontinuiteta kroz sve etaže i u nedostatku nosivih zidova, pripomogli su otpornosti na seizmičko opterećenje te su zato i popucali. U potkrovlju nisu vidljiva znatnija oštećenja uzrokovana potresom, već se ona uglavnom odnose na dotrajalost krovne konstrukcije i pokriva. Krov građevine pretrpio je znatna oštećenja uzrokovana gubitkom nosivosti pojedinih dimnjaka koji su u međuvremenu uklonjeni.

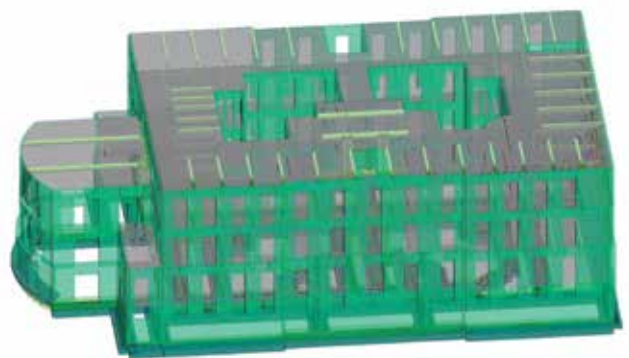
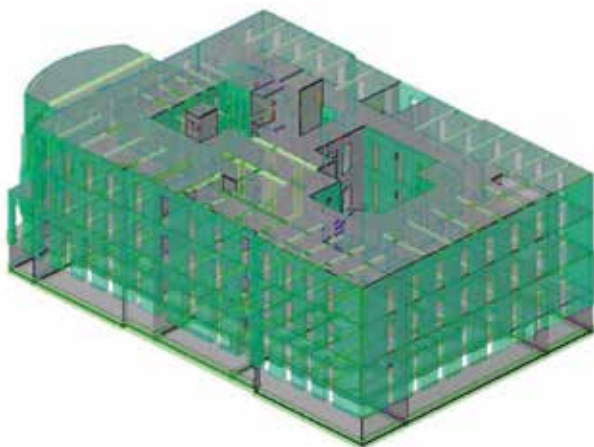
Građevina je izgrađena prije 1968. pa nije proračunana na danas propisano seizmičko opterećenje. Prema sadašnjim seizmičkim propisima, maksimalna dopuštena katnost za zidane zidove bez vertikalnih serklaža jesu dvije nadzemne etaže, pri čemu se tavanski prostor ne uzima u zbroj etaža. Zgrada fakulteta ima tri nadzemne etaže (prizemlje, prvi i drugi kat) te tavanski prostor, koji je pretvoren u uredski prostor, i zato ona u cijelosti ne zahtijeva pravila za jednostavne zidane građevine i trebalo bi ju proračunati prema današnjim seizmičkim propisima.

Utvrđeno je kako zgrada na adresi Maruličev trg 19 općenito dobro podnijela seizmičko opterećenje od 5,5 stupnjeva po Richterovoj ljestvici. Dijelom su za to zaslužne armiranobetonske ploče kao međukatne konstrukcije, koje su povezivale sve zidove te na njih ravnomjerno prenijele potresno (seizmičko) opterećenje. Međutim, na unutrašnjim nosivim zidovima na etaži prvoga i drugoga kata evidentirane su karakteristične pukotine na velikome dijelu zidova, što upućuje na njihovu nedostatnu nosivost na seizmičke sile. S obzirom na to da je zgrada u potresu oštećena, novi potres iste ili veće jakosti mogao bi ozbiljno narušiti njezinu mehaničku otpornost i stabilnost uz pojavu novih pukotina u nosivim elementima i potencijalni gubitak njihove stabilnosti. Zgrada mora zadovoljiti kriterij nosivosti za povratni period od 225 godina, a to odgovara horizontalnome vršnom ubrzanju tla od 0,18g. S obzirom na to da se sastoji od četiriju nadzemnih etaža, zgra-

da ne bi zadovoljila navedeni uvjet pa ju je potrebno proračunati, evidentirati kritična mjesta na konstrukciji te ih statički ojačati prema jednoj od metoda.

Projekt sanacije

Prema Zakonu o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije (NN 102/20, 10/21, 117/21), zgradu Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije potrebno je obnoviti po modelu cjelovite obnove zgrade, što podrazumijeva dovođenje zgrade u stanje potpune građevinske uporabljivosti do razine koju propisuju važeći propisi i norme te pravila struke. Uz ostale potrebne radove, po potrebi, obnova bi trebala obuhvatiti popravak nekonstruktivnih elemenata, popravak konstrukcije, pojačanje konstrukcije zgrade i/ili cjelovitu obnovu konstrukcije. Gradilište smo obišli u dva navrata, u srpnju i rujnu 2022. Na njemu smo zatekli glavnoga inženjera Savu Popovića, ing. građ. i zamjenika glavnoga inženjera Igora Mijatovića, dipl. ing. građ. Iz tvrtke *MDK GRAĐEVINAR* d.o.o. za graditeljstvo i usluge, koji su imali koordinacijski sastanak s izvođačima radova, a gradilištem nas je provela Andreja Japec, bacc. ing. aedif., također iz tvrtke *MDK GRAĐEVINAR* d.o.o. Tijekom obilaska građevine u srpnju 2022. radilo se na sanaciji brojnih, većinom nekonstruktivnih oštećenja nastalih nakon potresa. Njih se na odgovarajući



Prikaz 3D modela izrađenog za projekt sanacije zgrade Fakulteta



Početak sanacije zgrade Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije u Zagrebu

način sanira prema projektima sanacije kako bi se građevina vratila u prvobitno stanje jer su joj, više ili manje, narušeni mehanička otpornost i stabilnost.

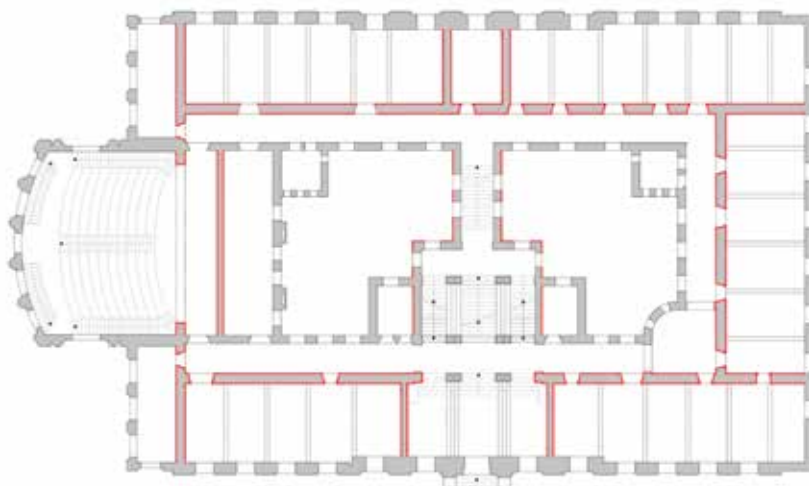
Inače, osim vizualnoga pregleda građevine za potrebe izrade projekta cjelovite obnove zgrade Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije napravljen je snimak zatečenoga stanja, snimanjem geodetskim instrumentima i 3D tehnikom laserskog skeniranja/snimanja izrađene su nove snimke zatečenoga stanja te je napravljen snimak dronom.

Projektant konstrukcije Branislav Škoro, dipl. ing. građ., sa suradnikom Lukom Škorom, mag. ing. aedif., obišao je i pregledao sve dostupne prostorije zgrade te fotografski i mjernim instrumentima dokumentirao postojeće stanje. Očevid je obavljen u više navrata i u njemu su sudjelovali stručnjaci raznih struka kako bi se što bolje sagledalo stanje građevine. Terenski radovi izvedeni su u rujnu 2021.

kada su uzeti uzorci i izvedeni istražni radovi na konstrukciji. Nakon toga predloženi su konstrukcijski zahvati ojačanja konstrukcije.

Početak rujna 2022. započelo je obostrano ojačavanje zidova torkretiranjem unutar-

njega zida zgrade između hodnika i ureda/učionica koji se proteže cijelom građevinom. Isto će se napraviti s vanjskim zidovima stubišta, koji će se dodatno sidriti u ostatak građevine. Međukatna konstrukcija ojačat će se karbonskim tra-



Prijedlog ojačanja zidova prizemlja



Priprema i torketiranje zidova



kama (u slučaju nedostatnosti ugrađene armature). Uklonit će se postojeće krovne, zamijeniti dotrajali konstrukcijski elementi greda i pokrova te ukloniti dimnjaci. Povećat će se kota poda potkrovlja kako bi se nadvisile grede visulje na podu i proširio korisni prostor, što će omogućiti neometano kretanje osoba s invaliditetom.

Što se tiče zaštite od požara, predloženo je formiranje požarnih sektora po etažama te požarno odvajanje središnjega (sigurnog/evakuacijskog) stubišta od ostatka prostora izvedbom protupožarne bravarije. Bit će izvedeno dodatno evakuacijsko stubište na atriju koje će se spojiti s postojećim izlazom iz zgrade na sjeveroistočnome uglu zgrade. Uvodi se sustav za dojavu požara u svim potrebnim prostorima zbog usklađivanja s trenutno važećim propisima zaštite od požara. Uvodi se i unutarnja hidrantska mreža po svim etažama zbog usklađivanja s trenutno važećim propisima zaštite od požara. Novi *sprinkler*-sustav usklađen je s važećim propisima zaštite



Saniranje oštećenja od kapilarne vlage

od požara. Tim će zahvatom podrumski prostorija ispod amfiteatra biti prenamijenjena za smještaj *sprinkler*-bazena te *sprinkler*-stanice. Dim i toplina odvodit će se prirodnim sustavom na središnjemu stubištu postavljanjem krovne kupole za odimljavanje.

Osim konstrukcijske obnove istodobno će se sanirati vanjska ovojnica zgrade. Sanirat će se i oštećenja u podrumu izazvana kapilarnom vlagom te izvesti paropropusna žbuka. Izvodi se drenažni prsten oko građevine širine od najmanje jednog metra od plohe zida te se postavlja novi hidroizolacijski i termoizolacijski sloj na zidove u tlu. Time će se spriječiti budući problemi s vlagom.

Ulična će pročelja u cijelosti biti sanirana u skladu s konzervatorskim smjernicama postavljanjem fasadnoga sustava ETICS na vanjske zidove u atriju. Bit će izvedena i *in situ* sanacija postojeće stolarije do potpune funkcionalnosti (kitanje, brušenje, lakiranje), a na unutarnja prozorska krila bit će postavljena izostakla. Postojeći PVC prozori bit će zamijenjeni odgo-



Detalji s gradilišta, rujan 2022.

varajućom drvenom stolarijom u skladu s konzervatorskim smjernicama. Postojeći će pokrov biti u cijelosti promijenjen. Uklonit će se postojeća krovna "kućica" na mjestu izgradnje evakuacijskoga stubišta i "kućica" na mjestu izgradnje okna dizala. Toplinska se izolacija postavlja ispod novoga pokrova, zamjenjuju se dotrajale drvene grede, a postojeći krovni prozori zamjenjuju se novim krovnim prozorima prema prijedlogu uređenja interijera potkrovlja na približno istim pozicijama.

Opis pojačanja nosive konstrukcije

Građevina na Marulićevu trgu 19 sastoji se od jedne cjeline u obliku slova "O" s atrijem u sredini, ukupne bruto površine od oko 7500 m² te katnosti Po + Pr + 1 + 2 + Pk. Tlocrtna dimenzije zgrade su oko 34,0

m x 52,5 m. Općenito, zgrada se može podijeliti na dva dijela: na dio u kojemu se nalazi velika predavaonica polukružnoga oblika i na ostali dio građevine. Građevina u prošlosti nije bila nadograđivana, ali je u jednome trenutku etaža potkrovlja bila prenamijenjena za rad zaposlenika fakulteta, a ista joj je namjena i danas.

Analiza postojeće nosive konstrukcije provedena je prema linearnome numeričkom modelu. Na temelju toga modela seizmičkim presjecima dobivene su vrijednosti unutrašnjih sila u svim nosivim zidovima građevine te je na temelju toga proračunana iskoristivost pojedinih poprečnih presjeka i dana ocjena postojećeg stanja i prijedlog pojačanja nosive konstrukcije. U sklopu obnove postojeće građevine nakon potresnoga djelovanja planirano je pojačanje nosive konstrukcije kako bi ona mogla bolje podnijeti

eventualne buduće potrese. U skladu sa statičkim proračunom na seizmičko opterećenje potrebno je izvesti sljedeća pojačanja nosive konstrukcije:

- pojačanje nosivih zidova mlaznim betonom prema planu pojačanja
- izvedbu novih armiranobetonskih zidova na potrebnim mjestima.

Postojeći zidovi pojačavaju se mlaznim betonom odnosno torkret-oblogom tako da se s postojećega dijela zida (i nadvoja) žbuka uklanja u cijelosti, pročiste fuge te izvedu nova armiranobetonska obloga. Zidovi se pojačavaju od vrha do dna građevine, odnosno od etaže suterena do etaže drugoga kata. Na etaži potkrovlja nije predviđeno torkretiranje postojećih nosivih zidova i parapeta, ali je predviđena izvedba horizontalnih i vertikalnih serklaža kako bi se postojeće zide omeđilo. Obloga



Ulična će pročelja u cijelosti biti sanirana u skladu s konzervatorskim smjernicama, uzimanje uzoraka fasadne žbuke prema kojima će se odrediti granulacija i boja fasade

mlaznim betonom izvodi se u debljini od 8 cm, što znači da će postojeći zidovi biti deblji za novu oblogu. Iznimka su rubna mjesta, gdje će zidovi biti skraćeni za predviđenu debljinu obloge kako bi se postojeca vrata i prozori mogli naknadno vratiti u prvobitno stanje.

Debljina postojećih zidova mijenja se u skladu s visinom objekta. U skladu s time potrebno je predvidjeti i nastavljanje armature tako da vertikalne šipke mogu pratiti promjenu debljine zidova. Pritom je potrebno posebno voditi računa o nastavljanju rubne armature koja služi za savijanje, i koja mora biti odgovarajuće provučena kroz etaže i usidrena. Kako bi se postojeća konstrukcija što manje oštetila, šipke koje služe za nastavak armaturnih mreža (koje nose na posmik) potrebno je izvoditi na manjemu razmaku s većim profilima, $\varnothing 14/20$ cm.

Svi zidovi koji se pojačavaju na navedeni način protežu se neprekinuto od vrha do dna zgrade. Iznimka je nekolicina zidova koji se izvode samo na razini podruma (fasadni zidovi s vanjske strane), odnosno pojedini zidovi koji se izvode na razini podruma i prizemlja. Na mjestima prolaska pojačanih ili novih zidova kroz postojeće grede ili nadvoje postojeće grede i nadvoje potrebno je odštemati tako da se njihova postojeća armatura zadrži te je novu armaturu potrebno izvesti oko postojeće. Na taj način postići će se dobra povezanosti staroga i novoga dijela.

S obzirom na to da su pojedini postojeći zidovi izvedeni samo na etažama podru-

ma i prizemlja, radi kontinuiteta po visini predviđena je njihova izvedba i na etažama prvoga i drugoga kata. To se konkretno odnosi na dva zida uz sami ulazni dio, koji postoje na razini podruma i prizemlja, a bit će dodatno izvedeni do vrha građevine. Navedeni zidovi bit će izvedeni kao klasični armiranobetonski zidovi na mjestu postojećih, u debljini od 25 cm. Pri njihovoj izvedbi potrebno je voditi računa o kontinuitetu, odnosno o nastavljanju vertikalne armature.

Projektom je unutar atrija predviđena i ugradnja dizala te izvedba novoga stubišta. Nove nosive konstrukcije izvodit će se u armiranome betonu te će se na od-

govarajući način i punoplošno povezivati na postojeću zidanu konstrukciju kako bi mogle pomoći u ukupnome vođenju postojeće konstrukcije na seizmičko opterećenje, iako je zbog njihove male veličine i ukupne veličine građevine njihov utjecaj mali. Nove nosive jezgre izvode se od suterenske etaže do etaže potkrovlja, u armiranome betonu nosive debljine zidova 20 cm. Nove jezgre temelje se na temeljnoj ploči debljine 45 cm, koju je potrebno armirati armaturnom mrežom Q-503 u donjoj i gornjoj zoni. Zidove te krakove stubišta treba armirati prema rezultatima iz statičkoga proračuna. Zaštitne slojeve zidova treba izvesti u de-



Radovi u unutrašnjem dvorištu za izradu dizala



Detalji s gradilišta

bljini od 2,5 cm, greda i nadvoja od 3,5 cm te temeljne konstrukcije od četiri cm. Projektom je planirana i izvedba *sprinkler*-bazena u postojećoj prostoriji kotlovnice. Izvest će se i tri nova stubišta unutar zgrade, i to od etaže drugoga kata do etaže potkrovlja, uz prethodno uklanjanje postojećih. Nova stubišta izvode se u armiranome betonu debljine ploče 18 cm ili preko čeličnih traverzi profila UPE220 između kojih su zasebno postavljena gazišta. Prilikom izvedbe novih stubišnih krakova potrebno je voditi računa o načinu hvatanja na postojeću konstrukciju. Planirana je i izvedba novih vertikalnih i horizontalnih serklaža na etaži potkrovlja. S obzirom na to da su postojeći zidani zidovi izvedeni bez ikakvoga omeđivanja, oko njih treba izvesti vertikalne i horizon-

talne serklaže kako bi ih se omeđilo i dodatno ukrutilo. Nove serklaže potrebno je na odgovarajući način sidriti u postojeću armiranobetonsku konstrukciju dovoljne dubine sidrenja. S obzirom na to da u projektu nije planirana zamjena krovišta, serklaže treba izvoditi u kampadama, prema stanju na licu mjesta. Zamijenit će se pokrov nosive konstrukcije jer je postojeći u vrlo lošem stanju. Prema arhitektonskome projektu slojevi novog pokrova moraju biti ukupno jednake ili manje mase od postojećih. Budući da je istražnim radovima utvrđeno to da se na etaži potkrovlja radi nivelacije nalazi velik sloj šute, ona će biti uklonjena te će biti izvedena nova čelična konstrukcija preko koje će se postaviti trapezni lim kako bi se prostor mogao

koristiti. Na taj će način biti uklonjen i velik teret s vrha građevine. Čelični profili bit će definirani nakon što se pristupi izvođenju odnosno nakon što se utvrdi točan raster postojećih drvenih greda i u kakvome su one stanju. Valoviti lim preko novih čeličnih nosača bit će visok 10 cm. U sklopu projekta planirano je da se vanjski dimnjak, odnosno dimnjak koji se nalazi u atriju, izvede u novoj čeličnoj konstrukciji po uzoru na postojeću. S obzirom na to da navedena konstrukcija ništa ne nosi, već služi samo kao obloga, bit će izvedena od čeličnih kvadratnih profila KC 100 x 100 x 5 mm, dok će ispuna (vertikalna rešetka – stabilizacija) također biti od kvadratnih profila KC 60 x 60 x 4 mm. Čeličnu konstrukciju potrebno je sidriti za postojeću zidanu konstrukciju u razinama međukatnih konstrukcija te na odgovarajući način završno obložiti prema arhitektonskome projektu.

Zahvala

U pripremi priloga iznimno su pomogle Zrinka Maček i Andreja Japec kao i dokumentacija Branislava Škore iz tvrtke *ŠKORO - poduzeće za inženjering* d.o.o. te im zahvaljujemo na tome.

Izvori:

- Štulhofer, A., Muraj, I.: *Sportski i sveučilišni sadržaji na Mažuranićevu i Marulićevu trgu u Zagrebu*, Prostor, 14 (2006) 1
- Elaborat ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije zgrade na adresi Marulićev trg 19, oštećene potresom od 22. ožujka 2020. godine
- Stanko Hondl (1873.-1971.): život i djelo (<https://dizbi.hazu.hr/a/?pr=i&id=183265>)
- Projektno rješenje sanacije zgrade "Marulićev trg 19", oštećene nakon potresa u Zagrebu 22. ožujka 2020., radi vraćanja u prvobitno stanje hitnim intervencijama zajedno s troškovnikom radova sanacije
- Konzervatorski elaborat zgrade Fakulteta kemijskog inženjstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu stradale u potresima u Zagrebu 22. ožujka 2020. i Petrinji 29. prosinca 2020.
- Projekt mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine – projekt cjelovite obnove konstrukcije



Radovi na obnovi krovišta