

ZAVRŠNA KONFERENCIJA PROJEKTA CENTRA ZA ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ SIGURNOG I ODRŽIVOG IZGRAĐENOG OKOLIŠA

PRIPREMILA:
Tanja Vrančić

Projekt "Centar Borongaj"

U Zagrebu je 19. rujna 2022. održana završna konferencija projekta Centra za istraživanje u sklopu Sveučilišnog kampusa Borongaj. Projekt podrazumijeva ulaganje u istraživačku, razvojnu i inovacijsku infrastrukturu te provedbu organizacijske reforme Sveučilišta u Zagrebu i Građevinskoga fakulteta.

Projekt Centra za istraživanje i razvoj sigurnog i održivog izgrađenog okoliša trebao bi pospješiti proces transformacije zagrebačkoga Građevinskog fakulteta u međunarodno konkurentnu znanstvenu instituciju koja stvara novu znanstvenu, društvenu i ekonomsku vrijednost. Projekt je sufinancirala Europska unija iz europskih strukturnih i investicijskih fondova.

Na početku konferencije prof. Nina Štirmmer rekla je to kako je projekt koji je počeo 29. lipnja 2020. financiran u sklopu Operativnog programa Konkurentnost i kohezija, a njegove je dosadašnje rezultate predstavio prof. Stjepan Lakušić, voditelj projekta. Projekt je pokrenut 2017., u mandatu dekana prof. Nevena Kuspilića. Prof. Lakušić istaknuo je to kako je projekt imao nekoliko kritičnih faza, no zahvaljujući radu pojedinaca iz Ministarstva znanosti i obrazovanja, projektana-

ta i vodstva Fakulteta, Centar bi uskoro trebao početi s izvedbom s obzirom da je ishodovana i građevinska dozvola.

Projekt Centra za istraživanje i razvoj sigurnog i održivog izgrađenog okoliša trebao bi pospješiti proces transformacije zagrebačkoga Građevinskog fakulteta u međunarodno konkurentnu znanstvenu instituciju koja stvara novu znanstvenu, društvenu i ekonomsku vrijednost

Projekt je pokrenut kao *brownfield*, a tim se nazivom označuju napuštena, zapuštena, neiskorištena ili onečišćena/onečišćena zemljišta (*brownfield* lokacije), napušteni, zapušteni ili neiskorišteni

industrijski i trgovački objekti ili infrastruktura, odnosno zemljišta, objekti, infrastruktura koji zahtijevaju intervenciju kako bi se ponovno vratili u uporabu. Nakon javljanja na natječaj Ministarstva znanosti i obrazovanja i ulaska na njihovu listu odobrenih natječaja moralo se čekati više od dvije godine do potpisivanja ugovora o realizaciji 29. lipnja 2020.

Zgrada koju je Građevinski fakultet dobio na korištenje trebala je ići u temeljnu rekonstrukciju. Prema tome su izrađeni projekti, no zagrebački je potres zakomplirao stanje već razrušene građevine pa su projektanti konstrukcije predložili da se zgrada sruši i da se izgradi nova, jer će to biti najbolje, najkvalitetnije i najsigurnije rješenje. Zato se krenulo s novim projektima u koje su bile uključene sve struke. Arhitektonsko je rješenje izradio Arhitektonski fakultet iz Zagreba, jer nije trebalo samo projektirati energetske učinkovite zgrade poslovno-obrazovne namjene, već su bili potrebni iskustvo i znanje za projektiranje laboratorija, centara izvrsnosti, vanjskih laboratorijskih dijelova i složene znanstveno-istraživačke opreme koja će biti ugrađena. Nakon nešto više od godine dana svi su projekti završeni te je u prosincu 2021. zatražena građevinska dozvola.



Projekt Centra za istraživanje i razvoj sigurnog i održivog izgrađenog okoliša predstavio je prof. dr. sc. Stjepan Lakušić, voditelj projekta



Izgled budućeg Centra za istraživanje i razvoj sigurnog i održivog izgrađenog okoliša Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Na samoj su lokaciji postojali brojni izazovi, od neodržavane zelene površine, koja je iz livade narasla u šumu, do neodgovarajuće hidrantske i električne mreže, vodovoda i odvodnje jer čitava infrastruktura na Borongaju nije mijenjana ni obnavljana od izlaska vojske devedesetih godina prošloga stoljeća. Zahvaljujući velikoj volji i radu pojedinaca i lokalne vlasti pronađena su rješenja za novu infrastrukturu koja je potrebna jednoj novoj, modernoj zgradi od 7500 m².

Osim projekta same zgrade velika je pozornost posvećena novoj prometnoj infrastrukturi, posebno liniji javnoga gradskog prijevoza kako bi se olakšao dolazak studentima i svim novim korisnicima Centra. Planiran je spoj Vukovarske ulice s Donjom Dubravom, što je nova investicija u projektu. Srećom, veliko razumijevanje pokazali su i Grad Zagreb i Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture te se krenulo s pripremom za izradu projektno-tehničke dokumentacije.

Osim projekta same zgrade velika je pozornost posvećena novoj prometnoj infrastrukturi, posebno liniji javnoga gradskog prijevoza kako bi se olakšao dolazak studentima

Rješavanjem svih navedenih, nemalih poteškoća dobiti će se najmoderniji centar južne Europe u području građevinarstva, s naglaskom na istraživanje i inovacije. Napravljen je interdisciplinarni centar koji sadržava laboratorije svih zavoda Građevinskoga fakulteta. Tamo će se nalaziti Centar za istraživanje tla i stijena, Laboratorij za istraživanje i razvoj hidrotehničkih sustava, Znanstveno-istraživački i tehnološki centar inovacija u području konstrukcija i mostova, Istraživački centar za građevinsku fiziku, Istraživački centar za požarno inženjerstvo, Istraživački centar za napredna ispitivanja materijala, Centar za organiza-

ciju, tehnologiju i menadžment, Laboratorij za željezničku infrastrukturu, Laboratorij za buku i vibracije u području prometne infrastrukture i Istraživački centar za potresno inženjerstvo.

Sadržaji nove zgrade Centra Borongaj

Kako bi se prikazala složenost sadržaja predviđenih u novoj građevini, navedene su posebnosti pojedinih centara i laboratorija.

Cilj Centra za istraživanje tla i stijena jest omogućiti integrirano istraživanje djelovanjem interdisciplinarnoga tima u infrastrukturno odgovarajućem prostoru uz istodobnu primjenu opreme i angažman ljudskoga potencijala iz geotehnike, srodnih grana istraživanja kao što su geologija, geodezija i okolišno inženjerstvo. Trenutačno Zavod za geotehniku sudjeluje u više EU-ovih projekata (na dva je EU-ova projekta koordinator). Sve su



3D model Centra za istraživanje i razvoj sigurnog i održivog izgrađenog okoliša izradio je projektant Duje Dvornik

veći zahtjevi za infrastrukturno odgovarajućim prostorom, za smještaj velikog broja opreme i za organizaciju projektnih sastanaka i radionica. U Laboratoriju za istraživanje tla i stijena ispitivat će se fizikalno-mehaničke karakteristike tla i stijena, interakcije tla i konstrukcije na nizu fizikalnih modela odgovarajućega mjerila, termomehaničko ponašanje energetskih geokonstrukcija, različite metode poboljšanja tla i stijena te ponašanje zrnatih materijala.

Laboratorij za monitoring omogućit će razvoj nove opreme i unaprjeđenje postojeće opreme za geotehnički monitoring naprezanja, deformacija, pomaka, pornih tlakova i drugo, uključujući pilote i sidra. Razvijat će nerazorne metode ispitivanja geotehničkih elemenata temeljene na njihovu odgovoru na dinamičku pobudu te metodologije kontinuiranoga daljinskoga i bežičnoga monitoringa u stvarnome vremenu. Istraživat će i mogućnosti primjene različitih senzora (HD kamere, termalne kamere, senzori LiDAR) za bespilotne letjelice s fokusom na geotehničkim primjenama.

Laboratorij za geofiziku implementirat će nerazorne geofizičke metode za ocjenu stanja željeznica, cesta i sustava za obranu od poplava. Moći će primijeniti geofizičke metode za procjenu vremenski ovisnoga odgovora geotehničkih zemljanih konstrukcija na klimatske promjene. Razvijat će geofizičke metode za kontrolu kvalitete geotehničkih radova i

primjenjivati geofizičke metode za potrebe određivanja termalnih karakteristika tla i stijena.

Laboratorij za istraživanje i razvoj hidrotehničkih sustava na Borogaju imat će, na primjer, vanjski vodoopskrbni poligon, unutarnji tlačni sustav, kanal promjenjivoga nagiba i valni kanal s generatorom valova.

Laboratorij znanstveno-istraživačkog i tehnološkog centra inovacija u području konstrukcija i mostova sastojat će se od laboratorijskoga dijela - istraživačkoga prostora, prostora za smještaj opreme za ispitivanje, prostora za smještaj pomoćne opreme za ispitivanje, prostora za smještaj uzoraka prije ispitivanja i nakon njega te prostora za deponiranje uzoraka prije njihova ispitivanja i nakon njega te za skladištenje elemenata. Kako bi sve to moglo biti provedeno, u laboratoriju će biti dva međusobno okomita reaktivna zida (debljine dva metra i visine devet metara), reaktivni zid u kombinaciji s čvrstom podlogom zbog lakše provedbe dvoosnoga svijanja, kranska dizalica nosivosti 30 tona, visokotlačni hidraulički agregat za pogon hidrauličkih batova (s potresnim laboratorijem), kompresorska stanica za opskrbu alata potisnutim zrakom (s potresnim laboratorijem) i agregat za struju (s potresnim laboratorijem). Tako će se moći ispitivati nosači velikih raspona u punoj veličini, raspona do 40 m.

Istraživački centar za građevinsku fiziku proučavat će materijale, tehnologije i

sustave primjenjive za NZEB, smanjenje potrošnje energije u zgradama i ugodnosti unutarnjega okoliša u zgradama i doprinijet će poboljšanju održivosti u zgradarstvu.

Istraživački centar za požarno inženjerstvo u svojemu će laboratoriju za istraživanje požarnih svojstava materijala provoditi znanstvena i primijenjena istraživanja ponašanja građevnih materijala pod utjecajem visokih požarnih temperatura te njihov mogući doprinos razvoju požara u nekome prostoru. Pratit će fazne promjene u materijalu pod utjecajem visokih temperatura, mjeriti toplinska svojstva materijala pod utjecajem visokih temperatura i mehanička svojstva cementnih materijala pod utjecajem visokih temperatura te određivati doprinos gorenja (npr. snaga požara) pojedinoga materijala ukupnome razvoju požara.

Istraživački centar za napredna ispitivanja materijala danas ima funkcionalan privremeni laboratorij u zgradi fakulteta na lokaciji na Svetome Duhu, a ubuduće će imati odgovarajući prostor i uvjete za provođenje brojnih istraživanja, kemijski laboratorij, "čiste" sobe za ispitivanja, sobe za kondicioniranje – kontrolirano ispitivanje deformacija i sobe za pripremu uzoraka.

Za Centar za organizaciju, tehnologiju i menadžment predviđena su dva laboratorija: IT – Lab: Building Smart i Laboratorij za razvoj i primjenu održivih i sigurnih tehnologija građenja. Očekuje se da Centar bude okosnica razvojnih aktivnosti Zavoda i mjesto edukacije za studente preddiplomskoga i diplomskoga studija te poslijediplomskih studija u cilju što većega povezivanja procesa učenja u realnome radnom okružju i praksi. Centar je zamišljen kao mjesto ostvarivanja suradnje Zavoda s građevinskim gospodarstvom.

IT-Lab: Building Smart obuhvaća digitalnu transformaciju građevinskoga sektora te primjenu *Building Information Modellinga* (BIM), koji postaje neophodan standard kod isporuke građevina financiranih javnim novcem. Međunarodne norme i preporuke Europske komisije bit će prihvaćene i u domaćoj praksi, što će rezultirati potražnjom za kvalificiranim BIM



Pogled na novi najmoderniji centar južne Europe u pogledu građevinarstva, istraživanja i inovacija

stručnjacima. Glavna istraživanja bit će usmjerena na razvoj sustava za integriranje digitaliziranih informacija tijekom cijeloga životnog ciklusa građevine. Planirani su edukacija, trening i certifikacija u primjeni digitalizacije za unapređenje građevinskih procesa te BIM-a u domaćemu gospodarstvu, za što već sada postoji veliko zanimanje.

Laboratorij za razvoj i primjenu održivih i sigurnih tehnologija građenja usmjerit će se na primjenu novih tehnologija građenja, automatiziranih procesa praćenja i kontrole gradnje, što izravno utječe na povećanje razine produktivnosti u izvedbi pojedinih građevinskih aktivnosti. Radit će na istraživanju sigurnosti i zaštite na radu građevinskih procesa, strojeva, opreme i sklopova te nastaviti istraživanje IRI projekta "Razvoj automatiziranog sustava za normiranje resursa kod energetski učinkovite gradnje".

Glavna značajka Laboratorija za željezničku infrastrukturu bit će statička i dinamička ispitivanja željeznčkoga kolosijeka na 1 : 1 modelu cjelovite kolosiječne konstrukcije, kolosijeka u koritu 17,5 x 5 m, dubokome 3 m.

Predviđeni scenariji ispitivanja kolosijeka na tucaniku ili na čvrstoj, betonskoj podlozi, kolosijeka u pravcu ili krivini, skretnica i križišta, prijelazne zone (s klasičnoga kolosijeka na objekte), dionice sa zastorom, zaštitnoga sloja, materijala usjeka/nasipa različitih svojstava, dionice s različitim pragovima (AB, kompozitni, skretnički...) te dionice s ugrađenim ino-

vativnim materijalima i tehnologijama: pragovi s podloškama, podloge ispod zastora, umjetni/lijepljeni zastor, bitumenske podloge ispod zastora, geotekstili.

Centar za istraživanje i razvoj sigurnog i održivog izgrađenog okoliša na Borongaju omogućiti porast učinkovitosti s obzirom na ljudske resurse, korištenje istraživačke opreme, prijave kompetitivnih projekata, suradnju s domaćim i inozemnim institucijama i istraživačima

Glavne značajke Laboratorija za buku i vibracije u području prometne infrastrukture jesu ječna komora 10 x 6 x 4,5 m, gluha komora 7 x 5,5 x 3,5 m, raspon

frekvencija 250 Hz – 44 kHz, modularna pregrada za ispitivanje izolacijskih svojstava materijala do 3 x 3 m te izolacija buke i vibracija od vanjskih utjecaja. Osnovnu će opremu činiti zvukomjeri, mikrofoni, akcelerometri, normirani izvor zvuka / udarnoga zvuka, akustička kamera, sustav za akviziciju signala s 30 kanala i difuzori zvuka. Predviđeni scenariji ispitivanja bit će akustička svojstva (izolacije, apsorpcije, refleksije, vrijeme odjeka...) u koja spadaju barijera za zaštitu od buke, tihe kolničke konstrukcije, akustičke podloge kolosijeka i prigušivači buke na kolosijecima/vozilima.

Istraživački centar za potresno inženjerstvo imat će tri ispitne zone, dva reakcijska zida, reakcijsku ploču, sustav MAST, 10 aktuatora i sustav za hibridnu simulaciju. Na primjer, osnovna svojstva sustava MAST (*Multi-Axial Simulation Table System*) jesu kvadratni stol 2,2 x 2,2 m, kapacitet od dvije tone, simulacije do 100 Hz, šest stupnjeva slobode, akceleracije od 6,0, 4,2 i 4,8 g, brzine od 1,7, 1,3 i 1,35 m/s, pomaci od ±140, ±110 i ±125 mm te zaokreti od ±9, ±8 i ±6 stupnjeva. Ispitivat će se modeli konstrukcija, komponente, podsustavi i oprema u građevinarstvu, strojarstvu, elektrotehnici i računalstvu.

Relevantnost projekta u odnosu na Strategiju pametne specijalizacije jesu TPP 2: Energija i održivi okoliš, TPP 3: Promet i mobilnost i TPP 4: Sigurnost.

Ključne razvojne tehnologije te informacijske i komunikacijske tehnologije razvijat će se i u suradnji Građevinskoga fakulteta s gospodarstvom kroz HORIZON,



Pogled na Centar za istraživanje i razvoj sigurnog i održivog izgrađenog okoliša na Borongaju



Zgrada ima glavni ulaz i više kolnih ulaza koji su vezani uz različite laboratorije

Hrvatsku zakladu za znanost te europske strukturne i investicijske fondove. Trenutačno se na Fakultetu izvodi devet COST akcija, osam HRZZ-ovih projekata, šest projekata HORIZON 2020, 10 projekata u sklopu europskih strukturnih i investicijskih fondova te tri projekta uključena u Erasmus.

Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu na lokacijama u Kačićevoj 26 i Savskoj 16 ima laboratorije akreditirane u skladu s normom HRN EN ISO/IEC 17025 (2. lipnja 2022.). Projekti ostvareni u posljednjih nekoliko godina dobili su brojne nagrade. Prof. Stjepan Lakušić zaključio je to kako će novi Centar za istraživanje i razvoj sigurnog i održivog izgrađenog okoliša na Borongaju omogućiti porast učinkovitosti s obzirom na ljudske resurse, korištenje istraživačke opreme, prijave kompetitivnih projekata, suradnju s domaćim i inozemnim institucijama i istraživačima te porast konkurentnosti u suradnji s javnim i/ili privatnim sektorom za potrebe gospodarstva i društva.

Članovi projektnoga tima su prof. dr. sc. Stjepan Lakušić, voditelj projekta, prof. dr. sc. Nina Štirmer, prof. dr. sc. Domagoj Damjanović, prof. dr. sc. Danijela Jurić Kačunić, prof. dr. sc. Ana Mandić Ivanković, izv. prof. art. dr. sc. Silvio Bašić i Kristina Baraba Posarić, mag. rel. int. Svim je članovima profesor Lakušić zahvalio na mukotrpnome radu. Zahvalio je i Ivani Roić Ivček, višoj stručnoj savjetnici u Ministarstvu znanosti i obrazovanja, Jasni Domjanić, višoj stručnoj savjetnici u Središnjoj agenciji za financiranje i ugovaranje programa i projekata Europske

unije – SAFU, i konzultantu mr. sc. Ivanu Sertiću iz *SIM Consultinga*.

Riječ projektanata

Projektant Duje Dvornik govorio je o oblikovanju zgrade. Jedan veliki volumen razbijen je na manje volumene kako bi se umanjila veličina cijele građevine. Najveći je izazov u projektnome zadatku bio obuhvatiti sve posebnosti pojedinih laboratorija jer su o tome ovisili oblikovanje i veličina prostora. Zgrada ima prizemlje i dva kata, a samo je na jednome njezinom dijelu podrum. U prizemlju i na prvome katu su laboratoriji, a na drugome katu uredi i uprava. Zgrada ima glavni ulaz i više kolnih ulaza koji su vezani uz različite laboratorije. Oblikovana je prema laboratorijskim modularnim jedinicama 20 x 12 m.

U projektiranju zgrade sudjelovalo je 26 projektanata i suradnika na analizi postojećega stanja, idejnome konceptu, idejnome rješenju, idejnome projektu, glavnome i izvedbenome projektu. Građevina ima 14 640 m², 14 laboratorija i udio obnovljivih izvora energije od 49,3 posto, a na dijelu krova je solarna elektrana.

O nosivoj konstrukciji zgrade govorio je projektant dr. sc. Josip Galić, dipl. ing. građ. Prvotno je bilo predviđeno to da se postojeća zgrada rekonstruira. Postojeća je zgrada izgrađena krajem dvadesetih godina prošloga stoljeća kao vojno skladište medicinske robe i opreme, a napuštena je već više od 20 godina. Osim što je izgrađena prije bilo kakvih seizmičkih propisa, zgrada je konstrukcijski u dosta

lošem stanju. Analizom je utvrđeno to da je rekonstrukcija postojeće zgrade skuplji i složeniji zahvat nego uklanjanje i izgradnja nove, suvremene zgrade.

Nosiva konstrukcija rezultat je arhitektonskoga oblikovanja i funkcije zgrade. Konstrukcija je podijeljena na tri dilatacije. Dilatacija 1 obuhvaća potresni stol, reaktivni zid i ispitni poligon te bočni uredski prostor. Glavni dio ima kran nosivosti 32 t i raspona 21,5 m. Projektirana je kao betonska monolitna konstrukcija, osim krova koji se sastoji od prefabriciranih prednapetih TT ploča.



Prof. dr. sc. Josip Galić govorio je o nosivoj konstrukciji zgrade

U drugoj su dilataciji smješteni ostali laboratoriji koji zahtijevaju manju visinu i uredske prostorije. Sastoji se od prizemlja i dvaju katova. Zadnji je kat čelična konstrukcija, dok su donje dvije etaže monolitne betonske, s time da su stropovi prednapeti zbog većih raspona.

Zbog lošega tla predviđena je izvedba mlazno injektiranih stupnjaka (*jet grouting*) promjera $d = 70$ cm, duljine 8 i 10 m na rasteru 2-3 m. Projektant je mr. sc. Krešimir Bolanča. Temeljnu konstrukciju čine temeljne trake (dilatacije 2 i 3) te temeljna ploča kod dilatacije 1. Zbog iskopa podrumskoga dijela predviđena je i zaštita građevinske jame čeličnim žmurjem Larssen 605 duljine 12 m (vade se nakon izgradnje), a s južne strane mlaznoinjektiranim stupnjacima promjera $d = 70$ cm na osnovu razmaku od 70 cm duljine 10 m u koji se ugrađuju IPE profili (ne mogu se vaditi nakon izgradnje).