

PROJEKT RE-forMS

PRIPREMIO:
Ivan Kraus

Nabijena zemlja za modeliranje i normizaciju u potresno aktivnim područjima

Glavni cilj projekta "Nabijena zemlja za modeliranje i normizaciju u potresno aktivnim područjima" (RE-forMS) usmjeren je na očuvanje postojećih tradicijskih kuća od nabijene zemlje kao vrijedne kulturne baštine koja utjelovljuje autentičnost te projektiranje novih, održivih i otpornih zemljanih kuća u skladu sa suvremenim normama kao rješenja stambenoga pitanja s malim ekološkim otiskom

Uvodne napomene

Zemljana arhitektura dom je više od polovine svjetske populacije. Može se pronaći na svim kontinentima, izuzev Antartike, a podjednako je zastupljena u područjima s vrlo izraženom potresnom aktivnošću te u područjima bez izražene potresne aktivnosti. Preliminarnim terenskim istraživanjima na razini Republike Hrvatske uočen je znatan broj zemljanih kuća na području Bjelovarsko-bilogorske županije te na širem području Slavonije i Baranje. Pri građenju tlom empirijski stečeno znanje obično se prenosi s generacije na generaciju usmenom predajom, bez

pisanih i znanstvenih dokaza o nosivosti ili otpornosti konstrukcijskih elemenata. Danas mnoge države, uključujući Republiku Hrvatsku, još uvijek nemaju standarde za projektiranje zemljanih kuća. U dostupnoj literaturi baranjske zemljane kuće navode se kao najbolja ostvarenja hrvatskoga seljačkog graditeljstva, a hrvatske tradicijske zemljane kuće svrstavaju u narodno bogatstvo jer utjelovljuju autentičnost. Iako još uvijek postoje, zemljane kuće u Hrvatskoj napuštene su ili se koriste kao poljoprivredne građevine i spremišta, dok se kao domovi za moderno stanovanje zaobilaze zbog njihove asocijacije na siromaštvo.

Sinergija moderne i tradicionalne gradnje

Hrvatska je smještena na potresno aktivnome području, na kojemu je neophodno projektirati potresno otporne kuće, no aktualne norme za projektiranje ne prepoznaju nabijenu zemlju kao nosivi element, čime ne podržavaju građenje novih ili sanaciju postojećih zemljanih kuća. Iako su zemljane konstrukcije superiorne u pogledu ekološkog i održivog građenja, mana im je relativno mala krutost i niska čvrstoća.

Zbog toga je osmišljen projekt RE-forMS koji se trenutno provodi na Građevinskom i arhitektonskom fakultetu Osijek Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Glavna hipoteza projekta "Nabijena zemlja za modeliranje i normizaciju u potresno aktivnim područjima" (RE-forMS) utjelovljuje sinergiju suvremenoga oblikovanja armiranobetonskih zidova i tradicionalnoga građenja nabijenom zemljom. Nositelj je projekta Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, a vo-



Tipična kuća od nabijene zemlje s područja Baranje



Detalj zida

ditelj projekta izv. prof. dr. sc. Ivan Kraus. Istraživački tim čini sedam djelatnika s Građevinskog i arhitektonskog fakulteta Osijek Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku (izv. prof. dr. sc. Ivan Kraus, doc. dr. sc. Ivana Brkanić Mihić, doc. dr. sc. Marin Grubišić, dr. sc. Jelena Kaluđer, dr. sc. Lucija Kraus, dr. sc. Mihaela Domazetović, Ana Perić), dva suradnika s Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku (doc. dr. sc. Dario Iljić i doc. dr. sc. Ivana Varga) te jedna suradnica s Građevinskoga fakulteta Sveučilišta u Rijeci (doc. dr. sc. Paulina Krolo). Projekt RE-forMS počeo se provoditi 31. prosinca 2020. i provodit će se do kraja 2025. kroz

tri osnovne faze (na razini materijala, konstrukcijskoga elementa i konstrukcijskoga sklopa). Projekt financira Hrvatska zaklada za znanost s približno 264.000 eura.

Ciljevi projekta RE-forMS

Prvi cilj toga projekta usmjeren je na uspostavljanje interdisciplinarnoga istraživačkog tima, čime će biti stvoreno stimulatивно istraživačko okruženje za razvoj neovisnih istraživačkih karijera prije i nakon stjecanja titule doktora znanosti. Također uključuje opremanje i nadogradnju postojeće opreme laboratorija pri Građevinskome i arhitektonskome fakultetu Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku

radi stvaranja lokalne istraživačke platforme za inovacije i razvoj potencijala zemljane arhitekture. Drugi se cilj odnosi na istraživanje i određivanje fizikalnih, mehaničkih i toplinskih svojstava tradicijskih i inoviranih mješavina tla i dodataka za odabir optimalnih mješavina za projektiranje zemljanih kuća u potresno aktivnim područjima. Kroz treći će cilj eksperimentalnim ispitivanjima i primjenom nelinearnih numeričkih simulacija ponašanja modela zidova i kuća pri djelovanju imitiranoga potresnog opterećenja biti razvijena strateška raspodjela optimalnih mješavina tla s dodacima i prirodnim vlaknima za projektiranje novih i obnovu postojećih zemljanih kuća u potresno aktivnim područjima. Kroz četvrti će se cilj na razini nosivih elemenata i modela kuća eksperimentalno istražiti toplinska svojstva tradicijskih i inoviranih mješavina tla s dodacima za građenje nabijenom zemljom radi poticanja građenja novih ekološki prihvatljivih i energetske učinkovitih kuća. Peti se cilj odnosi na usporedbu svjetskih normi i primjenu novih znanja razvijenih u sklopu projekta kako bi se izradile preporuke i smjernice za projektiranje novih i obnovu postojećih konstrukcija od nabijene zemlje u potresno aktivnim područjima, usmjerene na nadopune i poboljšanja aktualnih hrvatskih normi. Kroz šesti će cilj biti izrađena javno dostupna baza eksperimentalno dobivenih podataka za buduće kalibriranje, validacije i verifikacije numeričkih i analitičkih modela, provedbe statističkih analiza i parametarskih studija na numeričkim modelima za unaprjeđenje i razvoj normi za projektiranje. Radi nastavka znanstvenoga razvoja članova istraživačke skupine i osiguranja održivosti istraživačke skupine te stvaranja mogućnosti za istraživanja i po završetku projekta, sedmi se cilj odnosi na izradu i upućivanje novoga projektnog prijedloga na vrednovanje na druge kompetitivne izvore financiranja. Osmi cilj projekta odnosi se na istraživanje utjecaja biljne vrste te mineralne gnojidbe na parametre stabiljike i koncentraciju kemijskih elemenata radi odabira optimalne ratarske kulture za ojačavanje zemljanih zidova. I konačno, deveti cilj odnosi se na promi-



Ispitivanje zida od nabijene zemlje



Zid od nabijene zemlje nakon provedenog ispitivanja

canje rezultata projekta dobivenih eksperimentalno i provedbom nelinearnih numeričkih analiza te na širenje novoga znanja i iskustva na radionicama i minisimpoziju u organizaciji RE-forMS-ova tima.

Rezultati

U prvih 28 mjeseci trajanja projekta objavljena su dva znanstvena rada u međunarodnim znanstvenim časopisima te sedam radova na domaćim i međunarodnim konferencijama. Uz to iz projekta proizišlo je šest diplomskih radova na temu potresnoga ponašanja i sanacije kuća od nabijene zemlje. Provedeno je terensko istraživanje, pri čemu je detaljno fotodokumentirano i opisano deset tradicijskih zemljanih kuća izrađenih tehnikom nabijanja tla. Eksperimentalno su ispitana četiri zida u mjerilu 1 : 1 opterećena monotono rastućim opterećenjem okomito na njihovu ravninu te osam zidova u mjerilu 1 : 2 opterećenih cikličkim opterećenjem u ravnini. Provedena su ispitivanja fizikalnih, toplinskih i mehaničkih svojstava na uzorcima izrađenima od 20 različitih mješavina s različitim udjelima tla, sipine, vapna i prirodnih vlakna. Uspješno su izrađeni nelinearni računalni modeli u programskom paketu ANSYS, koji su kalibrirani s obzirom na mjerene podatke dobivene eksperimentalnim ispitivanjima modela zemljanih zidova u laboratorijima Građevinskoga i arhitektonskoga fakulteta Osijek. Doktorandica

Ana Perić, članica istraživačkoga tima u sklopu projekta RE-forMS, dobitnica je stipendije zaklade *The British Scholarship Trust*, koja joj je omogućila dvomjesečno usavršavanje na Sveučilištu u Birminghamu (Velika Britanija), te akademske nagrade AMAC-UK, koja joj je omogućila jednomjesečno usavršavanje na Sveučilištu Durham (Velika Britanija). Osim toga istraživački tim uključen je kao partner u projekt *European Master's Course in Earthen Architecture and Construction (TERRA)*, koji provodi konzorcij koji čine istraživači sa Sveučilišta u Minhju (Portugal), sa Sveučilišta u Veneciji (Italija), iz Nacionalne škole državnih javnih radova (Francuska) te sa Sveučilišta u Firenci (Italija).



Zid uz komoru za ispitivanje zrakopropusnosti

U nastavku projekta RE-forMS terenskim istraživanjima bit će prikupljeni podaci i uzorci iz zemljanih kuća. Kontroliranim uzgojem i ispitivanjem svojstava više ratarskih kultura bit će određena prirodna vlakna za strateško ojačavanje zidova od nabijene zemlje.

Eksperimentalno će biti ispitana mehanička svojstva stabljika različitih ratarskih kultura za mikroarmaturu, a analogija armiranja betonskih zidova bit će primijenjena na nabijenu zemlju. U laboratorijima bit će određena svojstva tradicijskih zemljanih uzoraka prikupljenih na terenu te poboljšanih i prirodnim vlaknima ojačanih zemljanih mješavina. Eksperimentalnim ispitivanjima zidova i modela kuća od nabijene zemlje bit će istraženo njihovo toplinsko ponašanje te ponašanje na simulirano potresno djelovanje. Mjereni podaci bit će korišteni za studije primjenom nelinearnih računalnih simulacija. Projekt RE-forMS zamišljen je kao transformacijski projekt s očekivanim učinkom na očuvanje kulturne baštine, poticanje održivoga građenja te izradu normi za projektiranje kuća od nabijene zemlje u potresno aktivnim područjima.

Napomena:

Autor priloga izvanredni je profesor na Građevinskom i arhitektonskom fakultetu Osijek Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

Izvor: <http://www.gfos.unios.hr/re-forms>
Fotografije: Ivan Kraus