

SAMOČISTEĆI BETON

# Zanimljivo projektno rješenje mladih inovatora

PRIPREMILA:  
Anđela Bogdan

**U sklopu stručne prakse mladi inovatori proveli su ispitivanja samočistećeg betona, koji bi mogao biti koristan izum za primjenu u izgradnji stepenica, rampi i ulaza u more ili bazene kad bi se dokazalo da njegov sastav sprječava pojavu algi, klizanje i onečišćenje takvih površina**

## Uvodne napomene

Suvremeni se svijet brzo mijenja, što sa sobom donosi nove izazove u graditeljstvu i industriji građevnih materijala: demografski rast, urbanizaciju, klimatske promjene te potrebu za očuvanjem okoliša. Danas kada beton kao građevni materijal pokriva više od 70 posto potreba građenja i primjenjuje se u najrazličitijim i sve složenijim konstrukcijama proizvodnja i primjena betona postaju predmetom visoke tehnologije i znanosti koja zahtijeva dobro poznavanje i strogu kontrolu svojstva komponenata i svih faza proizvodnje i primjene. Istraživanja betona vrlo su intenzivna i njima se bavi velik broj istraživača. Pristup istraživanja utemeljen je na proučavanju svojstava kao što su sigurnost, trajnost i uporabljivost za određeni životni vijek betona. Filozofija takvog pristupa svodi se na to da mikrostruktura, procesi i svojstva betona u uporabi moraju biti razvijeni i projektirani tako da zadovolje konačnu uporabu. Iako na tržištu postoji više od 150 vrsta betona, istraživači stalno pronalaze nova rješenja, a jedan od najzanimljivijih novih proizvoda jest samočisteći beton. U traženju odgovora o čemu se zapravo radi, doznali smo da se radi o betonu s određenim aditivom gdje se uz pomoć UV zračenja i vode čisti beton i okolni zrak. Kako bi se preciznije ustanovilo o kakvom je betonu riječ, posjetili smo tvrtku *Holcim* koja provodi ispitivanja takvog betona. Ugodno smo se iznenadili kada nam je bilo rečeno da

su na istraživanju nove vrste betona radili mladi hrvatski studenti građevinarstva i kemijskog inženjerstva, što nam je poslužilo kao povod da ih u ovome prilogu predstavimo i doznamo nešto više o tome specifičnom građevnom materijalu.

## Mladi inovatori kojima odlazak nije opcija

Na projektu pod nazivom *Samočisteći beton* studenti Lena Vozila i Dominik Načinović radili su u sklopu stručne prakse u *Holcimu*. Ideja za projekt rodila se iz sve veće potrebe za novim, inovativnim

i ekološki osviještenim proizvodima, posebno jer na hrvatskome tržištu nema takvog proizvoda. Točnije, ideja o stvaranju samočistećeg betona pojavila se 2015. kada su hotelske grupacije počele istraživati postoji li na tržištu beton koji može spriječiti pojavu algi (koje uzrokuju klizanje), a koji bi se mogao koristiti pri izgradnji stepenica za ulazak u more te stepenica u bazenima, čime bi se smanjila mogućnost ozljeda ljudi koji koriste prilaze moru i bazenu.

Tada su u *Holcimu* došli do ideje kako bi mogli početi istraživati recepture betona koje bi odgovarale spomenutim primjenama. S obzirom da se slovenska *Cinkarna Celje*, između ostalog, bavi proizvodnjom nano titanijevog dioksida, bio je to razlog za početak suradnje *Holcima* i *Cinkarne Celje*.

Projekt istraživanja optimalne recepture samočistećeg betona zahtijeva dulji vremenski period, zbog čega su u *Holcimu* željeli angažirati studente - stipendiste,



Testiranje uzoraka samočistećeg betona



Lena i Dominik snimljeni tijekom laboratorijskog ispitivanja uzoraka nove vrste betona

koji su u projektu sudjelovali tijekom ljetne stručne prakse. Pod nazivom *Ostavi trag* pokrenut je program za studente u akademskoj godini 2014./2015., a sastojao se od tri elementa: prakse, osobnog razvoja i financijske potpore.

Lena Vozila i Dominik Načinović su kroz praksu u *Holcimovoj* tvornici cementa u Koromačnu stekli iskustvo rada u međunarodnoj, inovativnoj i poticajnoj sredini. Za njihov uspješan rad, osim znanja i iskustva, važan je osobni razvoj na kojemu su studenti radili sa svojim mentorima. Postavili su radne ciljeve, naučili važnost davanja i primanja povratne informacije te prošli kroz procjenu učinka,

a za to su dobili i financijsku potporu kroz godišnju stipendiju.

Dominik Načinović student je prve godine diplomskog studija kemijskog inženjstva i tehnologije, smjera Kemijsko inženjerstvo. Već dvije godine (dva mjeseca godišnje) odrađuje praksu u *Holcimu*. Dobitnik je nekoliko nagrada i priznanja. Godine 2013. dobio je nagradu *Oskar znanja* koju dodjeljuje Agencija za odgoj i obrazovanje za prvo mjesto osvojeno na državnome natjecanju, te je osvojio prvo mjesto na državnome natjecanju iz kemije, u kategoriji samostalnog istraživačkog rada *Živi stroj* (biljni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda), a 2011. zajedno

s Mojcom Žitnik treće mjesto na državnome natjecanju iz biologije, u kategoriji istraživačkih radova za rad *Komparacija sorti autohtonog terana crnog i refoška na području Labinštine*, te u timu s još dva učenika nagradu za najbolji projekt na Državnoj smotri i natjecanju hrvatskih GLOBE škola.

Lena Vozila donedavna je studentica diplomskoga sveučilišnog studija, smjera Hidrotehnika na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci. Lena je na preddiplomskome sveučilišnom studiju bila demonstratorica iz kolegija Linearne algebra, a njezin završni rad na temu *Analiza vodnoga režima izvora Kožljak i Plomin* objavljen je u XVIII. Zborniku Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci. Lena je u srpnju 2017. završila studij građevinarstva na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci te je svoje prvo radno mjesto, zahvaljujući upravo stručnoj praksi, našla u tvrtci *Holcim*. Tijekom studentske prakse, osim što je stekla iskustvo u pripremi projekata u suradnji s investitorima, arhitektima, projektantima i izvođačima te u terenskom radu, Lena je stekla iskustvo u postavljanju radnih ciljeva kako bi stekla uvid u važnost osobnog razvoja.

### Ideja o stvaranju samočišćećeg betona

I Načinović i Vozila kažu kako su vrlo zadovoljni praksom koju su odradili u ljetnim mjesecima te da ne razmišljaju o odlasku iz Hrvatske, jer imaju još puno ideja koje žele provesti u stvarnost i svoju budućnost žele graditi u vlastitoj domovini. Načinovića smo zamolili da nam ukratko opiše projekt na kojemu trenutačno radi. Samočišćeći beton jest beton s fotokatalitičkim djelovanjem čija je fotokatalitička komponenta titanijev dioksid koji uz pomoć UV zračenja i vode razara organske molekule, dušične okside i hlapljive organske spojeve te čisti beton i okolni zrak. Titanijev dioksid ( $\text{TiO}_2$ ) jest anorganska molekula koja služi kao fotokatalizator. Drugim riječima, uz pomoć UV zračenja i vlage u zraku stvara radikale koji reagiraju s molekulama (npr. raznim organskim molekulama,



Uzorci samočišćećeg betona izloženi UV zračenju

dušičnim oksidima – NOx ili membrana bakterija itd.). Ti radikali spojeve pretvaraju u netoksične spojeve ili uništavaju bakterije koje se pojavljuju na površini betona. Organske se molekule razaraju superoksidnim i hidroksilnim radikalima te kao produkti razgradnje nastaju voda i ugljikov dioksid (CO<sub>2</sub>).

Samočišćeći beton mogao bi se koristiti za izgradnju betonskih konstrukcija, prefabriciranih betonskih elemenata, pločnika, staza, prilaza moru, stepeništa, ulaza u more, dječjih igrališta i betonskih klupa, a takav bi materijal sprječio nastanak skliskih površina, smanjio mogućnost ozljeda prilikom ulaska u more, a i vizualni dojam bio bi ljepši za razliku od konvencionalnog betona koji je podložan promjenama u boji i sastavu zbog atmosferilija ili utjecaja mora.

Cilj je projekta ispitivanje učinkovitosti samočišćenja i utjecaja na svojstva betona, pri čemu su dobiveni rezultati razmatrani iz aspekta jednostavnosti proizvodnje, ugradnje takve vrste betona, ali i ekonomske isplativosti. U sklopu projekta obrađene su razne recepture betona i načini dodavanja titanijeva dioksida za dobivanje betonskih ispitnih uzoraka. Na tim uzorcima laboratorijski su ispitana mehanička svojstva betona.

Aktivna komponenta s kojom se radi konačni beton jest proizvod koji se razvija u

suradnji s *Cinkarnom Celje*. Cilj je *Holcima* mjerenjem dokazati i kvantificirati fotokatalitičku aktivnost u raznim uvjetima ispitivanja.

Tijekom prvog ispitivanja, nove vrste betona testirane su na efekt samočišćenja površine. Testovi su se provodili u određenim vremenskim razmacima kroz period od mjesec dana te su se bilježile promjene na betonskim uzorcima koji su bili izloženi UV zračenju. Najbolji su

rezultati bili vidljivi na uzorku U2K1, na kojemu je obojenje nakon 30 dana gotovo neprimjetno. To je uzorak pripremljen s najmanjom koncentracijom suspenzije titanijeva dioksida koja ima veće čestice. Na tome uzorku provedeno je ispitivanje čvrstoće betona koje pokazuje isti razred čvrstoće C45/55 kao i kontrolni uzorak. Osim toga, terenska su ispitivanja provedena na ukupno sedam betonskih uzoraka u moru (ispitivanje utjecaja na



Problem stvaranja algi na betonskim površinama koji bi se mogao riječiti samočišćećim betonom



Ispitivanje tlačne čvrstoće uzorka samočišćećeg betona

Nova generacija stipendista programa *Ostavi trag*

razvoj algi) i sedam betonskih uzoraka izloženih vanjskim uvjetima. Načinović nam je napomenuo to da su betonske ploče namjerno postavljene na mjestima gdje je najvidljiviji razvoj morskih algi, a to su mjesta na kojima se izmjenjuju plima i oseka. Već nakon tri mjeseca alge su bile vidljive na pločama od običnog betona, dok ih na pločama od samočišćećeg betona gotovo uopće nije bilo. Ipak, obzirom da je za potpuno ispitivanje ovog tipa potreban dulji vremenski period, u toj ovoj fazi projekta nisu obrađeni ti rezultati.

Pri izradi novih receptura betona osobita je pozornost posvećena zadovoljavanju sljedećih kriterija:

- funkcije betona, čvrstoće, trajnosti, konstrukcijskih svojstava
- postizanje maksimalnog učinka fotokatalitične aktivnosti (u pogledu samočišćenja i sprječavanja stvaranja algi)
- optimalnom trošku proizvodnje kroz životni vijek
- jednostavnosti proizvodnje.

Dosadašnja su ispitivanja pokazala to da samočišćeći beton ima minimalna odstupanja u reološkim svojstvima u odnosu na konvencionalni beton. Prednost samočišćećeg betona u odnosu na konvencionalni beton znatna je u pogledu održavanja takvih konstrukcija. Zbog razvoja algi i gljivica te nastanka tamnih mrlja površine od konvencionalnog betona treba čistiti, a većina sredstava koja se pritom koriste razara strukturu betona, a ni učinak čišćenja ne zadovo-

ljava jer se nakon čišćenja javljaju različite nijanse betona. Uz to kroz ukupan životni vijek manji su troškovi čišćenja samočišćećeg betona.

Sada slijedi druga faza ispitivanja i dokazivanja učinkovitosti koja će se provoditi do kraja 2018. godine. Ako sve bude po planu, samočišćeći beton mogao bi se naći na tržištu već 2019. godine.

### Umjesto zaključka

Sljedeći je izazov za ovaj mladi projektni tim stvaranje svjetlećeg betona, odnosno betona s dodatkom posebnog agregata koji izložen sunčevoj svjetlosti upija energiju, a potom u mraku svijetli. Takav će se beton ugrađivati na biciklističkim stazama i šetnicama te na mjestima gdje nema odgovarajuće javne rasvjete. U budućnosti očekuje se razvoj novih specifičnih vrsta betona, koje će također imati svojstvo samočišćenja, a sljedeći je izazov stvaranje recepture betona koja neće ovisiti o UV zračenju pa bi takav beton mogao naći primjenu i u unutrašnjim prostorima, naprimjer u izgradnji podova javnih garaža, industrijskih hala i drugog. Već treću godinu zaredom nastavlja se program stipendiranja *Ostavi trag*, a ove godine stipendije su dodijeljene Domagoju Antiću iz Labina, koji trenutačno studira na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Katiji Grabar iz Roča, koja studira na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci, te Luciji Jakopović iz Lepoglave, koja studira na Geotehničkom fakultetu u Varaždinu. Novi stipendisti imat će priliku provesti

dva mjeseca na praksi i na taj način steći iskustvo rada u struci. Grabar i Antić praksu će odraditi u *Holcimovoj* tvornici cementa u Koromačnu, a Jakopović u kamenolomu u Očuri.

Lucija Jakopović prvostupnica je preddiplomskog studija Geotehničkog fakulteta, smjera Inženjerstvo okoliša, a uskoro će upisati diplomski studij smjera Geoinženjerstvo okoliša. Na natječaj se prijavila s ciljem kako bi stečeno znanje na fakultetu mogla primijeniti u praksi. Očekuje da će kroz praksu steći iskustvo koje bi joj bilo neprocjenjivo u daljnjem obrazovanju i napredovanju. Praksu smatra dobrom prilikom tijekom koje bi mogla obogatiti svoje znanje, krenuvši od miniranja pa do ispitivanja provedenih u laboratoriju, što bi joj jednoga dana zasigurno moglo pomoći prilikom zapošljavanja.

Svrha je stručnih praksi obrazovati ljude koji su poduzetni u životu, koji imaju razvijenu empatiju i koji mogu sudjelovati u razvoju inovativnog poduzetništva, što je ključni gospodarski resurs. Razvoj kreativnosti u obrazovanju neophodan je za stvaranje dugoročnog resursa za kreativno, inovativno društvo, razvijenu kulturu, gospodarstvo te suvremene tehnologije, a stipendiranje mladih inovatora jedan je od načina da se to ostvari. Baš zbog toga smo ovim prilogom željeli prikazati pozitivne aspekte takvih praksi, a usput predstaviti naše mlade inovatore. Beton koji se sam čisti – zašto ne! Nadamo se da će taj proizvod biti prepoznat na domaćem i inozemnom tržištu, a mladim inženjerima želimo puno uspjeha u daljnjem radu.