

SPECIJALIZOVANI ČASOPIS POSVEĆEN GRAĐEVINARSTVU, ARHITEKTURI I ENTERIJERU

ISSN 2738-1986



9 772738 198007

MATERIJALI

Izdanje broj **02**

DECEMBAR 2021

CENA > 750 RSD

TEMA BROJA

EKO STORY

Kisele kiše i gladni medvedi



AUTOR JELENA DRAGAŠ DIPL.ING

ZELENI BETON, BLAH, BLAH, BLAH? ■■■

"Build back better, blah, blah, blah. Green economy, blah, blah, blah. Net-zero by 2050, blah, blah, blah. Climate-neutral, blah, blah, blah... This is all we hear from our so-called leaders. Words that sound great but so far have not led to action. Our hopes and ambitions drown in their empty promises.", rekla je mlada švedska aktivistkinja, Greta Thunberg, na samitu Youth4Climate održanom u Milanu u septembru 2021. godine.



Moramo se složiti sa Gretom da se u javnom prostoru sve češće mogu čuti razna obećanja koja se odnose na odluke, promene i strategije smanjenja ljudskog uticaja na klimatske promene. Mnoga od tih obećanja i kampanja predstavljaju ekomanipulacije (eng. greenwashing) koje nemaju konkretnih reakcija na klimatske promene. Slična praksa može se primetiti i u svetskoj građevinskoj industriji. Veliki je broj net zero materijala, zelenih praksi, zelenih betona, CO2 neutralnih objekata, pametnih materijala i betona sa bakterijama koji mogu sami sebe da poprave nakon stvaranja prslina. Neke od tih praksi neće se pomeriti sa papira, dok će druge promeniti tokove graditeljstva iz temelja.

Sigurno ste već čuli da je beton, posle vode, najčešće korišćeni materijal na svetu! Beton je veštački materijal koji se proizvodi mešanjem vode (više od 785 miliona ljudi na svetu nema pristup vodi za zadovoljavanje osnovnih ljudskih potreba), prirodnog kamena-agregata (ekstrakcijom prirodnog agregata iz kamenoloma ili rečnih korita uništa-

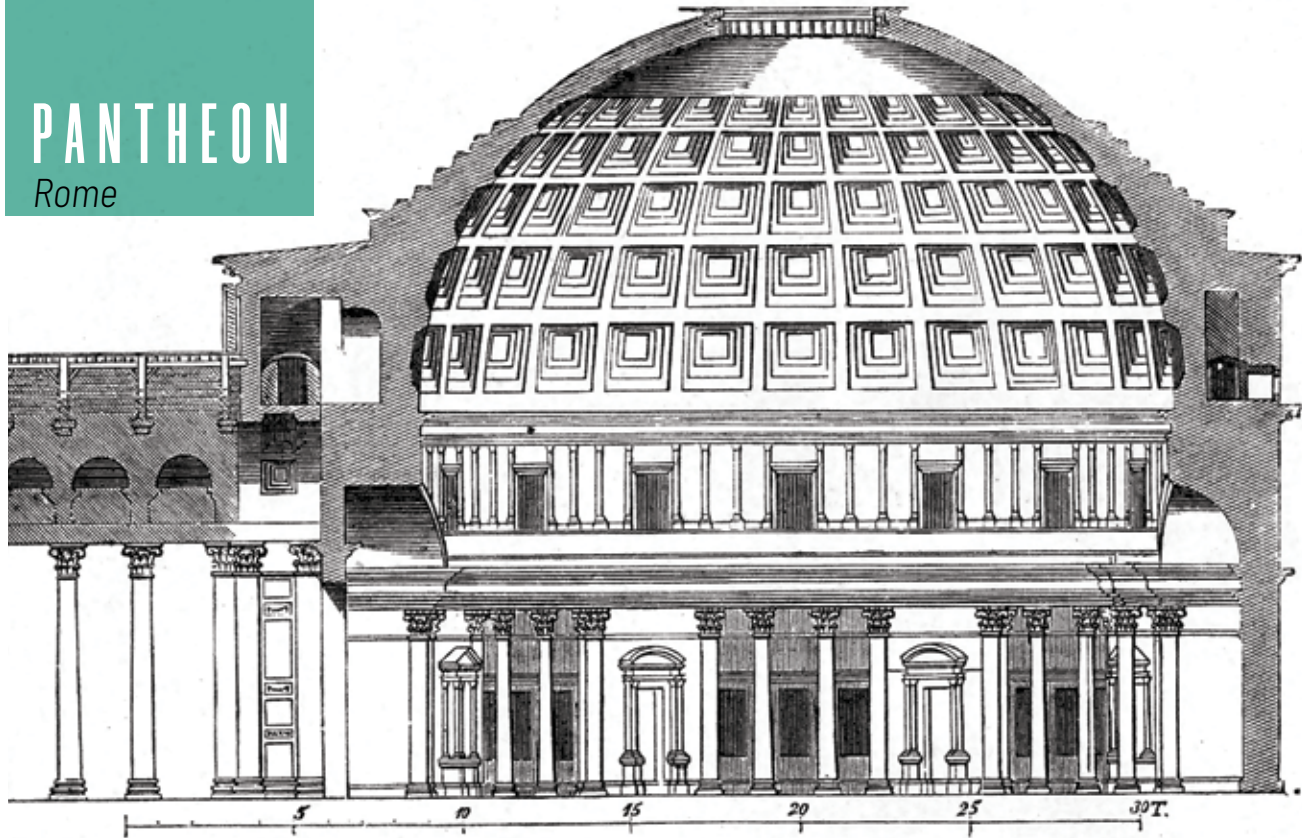


vaju se prirodna staništa mnogih biljnih i životinjskih vrsta smanjujući biodiverzitet tih područja) i cementa (proizvodnja cementa odgovorna je za 5% ukupne količine emitovanog CO2). Dakle, ne treba da nas čudi veliki pritisak koji se vrši na cementnu industriju i industriju betona da hitno, i značajno, smanji emisije CO2 koje nastaju tokom proizvodnje ovih materijala.

Kako bi najbolje razumeli sveobuhvatnost problema, potrebno je osvrnuti se na istoriju primene betona. Neke od prvih zabeleženih primena veštačkog materijala za izgradnju datiraju iz 7600 godine pne i potvrđene su u Lepenskom viru. Većina starih civilizacija je koristila neku vrstu veziva sa krečom da poveže prirodni kamen ili opeku i na taj način sagradi prva skloništa (Sirija i Jordan 6500 godine pne, Kina i Egipat 3000 godine pne, Grška 600 godine pne...). Italijani su od 300-200 godine pne počeli sa primenom jedne vrste vulkanskog pepela u izgradnji njihovih objekata. Svedok tome je, između ostalog, i Panteon u Rimu.

PANTHEON

Rome



Panteon je uspeo da odoli svim izazovima tokom prethodnih devetnaest vekova, i i dalje je najveća nearmirana betonska kupola ikada napravljena.

Zajednički imenitelj svih ovih betona je bila najefikasnija upotreba lokalno dostupnih materijala. Ovaj princip korišćenja lokalnih materijala se polako gubi od XVIII veka sa sve većom primenom industrijski proizvedenog portland cemeneta u proizvodnji betona. Industrijska revolucija je donela masovnu primenu industrijskog čelika i armiranog betona kakve danas znamo. Povećanje proizvodnja cementa je pratilo povećanje broja ljudi na planeti, ali je rast količina cementa značajno premašio trend rasta populacije početkom XXI veka.

Sa jedne strane su industrializacija i globalizacija doprinele ogromnom povećanju upotrebe cementa i betona (a rast je poslednjih decenija posebno izražen), ali je sa druge strane beton jedini materijal koji je uspeo da odgovori potrebama nastalim tokom razvoja moderne civilizacije. Neograničenom mogućnošću oblikovanja, robusnošću, trajnošću, ot-

pornošću na dejstvo požara, dejstvo zemljotresa ili poplava, mogućnošću da menja rečne tokove, i mogućnošću da bude dobar temelj svim konstrukcijama napravljenim od ostalih materijala, opravdava činjenicu da je beton najčešće korišćeni građevinski materijal na svetu. Jasno je da je kapitalizam doveo do toga da se zarad kapitala odstupa od prirodnih principa, ali je jasno i da se mora uspostaviti balans sa prirodom kako bi civilizacijski napredak (opstanak) bio moguć.

Prema podacima iz izveštaja Ujedinjenih nacija: 2020 Global Status Report For Buildings And Construction, globalne emisije CO2 koje potiču iz građevinskog sektora dostigle su 38% od ukupnih emisija CO2, a očekuje se da će samo proizvodnja betona biti zaslužna za 12% emisija CO2 do 2060. Kako bi se ispoštovali ciljevi Pariskog sporazuma i strategija koje ga prate, svaki segment građevinarstva mora doprineti drastičnom smanjenju štetnih emisija. Pregled odabranih zelenih praksi koje se odnose na primenu betona, na globalnom i lokalnom nivou, prikazan je u nastavku teksta.

GRADEVINA+

Cement je jedan od najvećih problema betona (90-95% emisija od proizvodnje betona potiče od cementa), ali i deo koji mu donosi dobru trajnost. Od ukupne količine emitivnog CO₂, 40% potiče od potrošnje energije tokom procesa proizvodnje cementa, dok je preostalih 60% posledica hemijske reakcije koja se odvija tokom zagrevanja krečnjaka (sirovine za dobijanje cementa). Cementna industrija se trudi da smanji deo koji potiče od proizvodnje energije primenom alternativnih vrsta goriva koja imaju manje štetnih uticaja. Veći deo CO₂, koji potiče od kalcinacije koja je još uvek neizbežan deo proizvodnje cementa, predstavlja veliki izazov i za cementnu industriju i za istraživače koji se ovom temom bave. Kako bi se dostigli globalni ciljevi, potrebno smanjenje emisija koje nastaju proizvodnjom cementa procenjeno je na 16% do 2030. godine ili 24% do 2050. godine. Pored poboljšanja procesa proizvodnje cementa u fabrikama, metode koje se najčešće primenjuju kako bi se ovo ostvarilo su: **(1)** veća upotreba mineralnih dodataka koji poseduju pucolanska ili hidraulička svojstva kao delimične zamene cementa, **(2)** efikasnija upotreba cementa, i **(3)** primena sistema za prikupljanje i skladištenje CO₂.

(1) Jedan od, još uvek, najefikasnijih načina smanjenja štetnog dejstva proizvodnje cementa predstavlja njegova delimična/potpuna zamena nekim

zamenjujućih cementnim materijalom (eng. Supplementary cementitious materials-SCM). Današnji cementi sadrže u proseku 20% SCM (80% klinkera) koji zamenjuju cement. Najčešće se koriste krečnjak, granulirana zgura iz visokih peći i leteći pepeo dobijen sagorevanjem uglja u termoelektranama. Na globalnom nivou su količine zgure i letećeg pepela, koji mogu da se primene u betonu, ograničene na 15-25% potrošnje cementa. Imajući u vidu procene da bi smanjenje klinkera sa sadašnjih prosečnih 80% na 60% moglo dovesti do smanjenja emisija CO₂ od 400 miliona tona/godini, veliki deo aktuelnih istraživanja je okrenut ka mogućnosti primene kalcinirane gline i traženju drugih, održivih, mogućnosti za zamenu cementnog klinkera u betonu. U Republici Srbiji, još uvek, postoje velike količine deponovanih nus-proizvoda, zgure iz viskih peći i letećeg pepela. Više od 70% električne energije u Republici Srbiji se i dalje proizvodi u termoelektrana. Tom prilikom se svake godine generiše više od 7 miliona tona letećeg pepela koji se deponuje na velikim površinama obradivog zemljišta (trenutno deponovano više od 300 miliona tona). Imajući ovo u vidu, primena ovog nus-proizvoda u proizvodnji betona u Republici Srbiji doprinela bi ne samo smanjenju količine cementnog klinkera u betonu, već i smanjenju količina ovog otpadnog materijala koji predstavlja veliki izvor zagađenja.

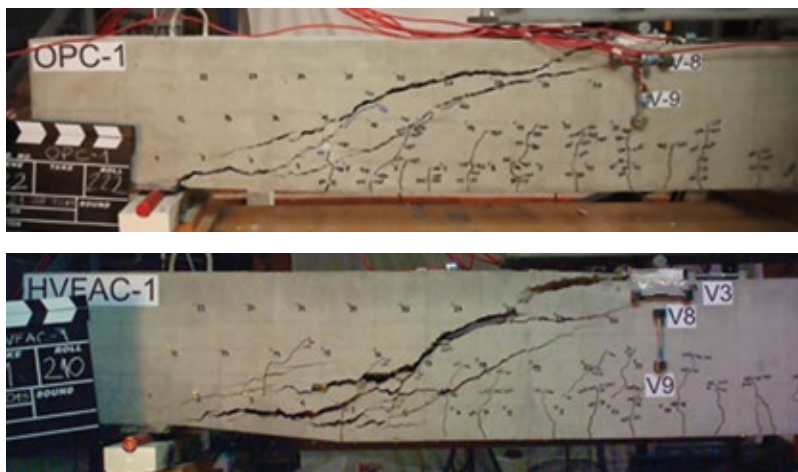
Leteći pepeo (LP) se koristi kao dodatak određenim tipovima cementa, ali u količinama koje najčešće nisu veće od 30%. Da bi leteći pepeo mogao da se koristi u betonima, potrebno je da ispunjava sve uslove propisane standardom SRPS EN 450-1:2010. Važeći standard SRPS EN 206:2017 definiše kriterijume koji se odnose na projektovanje betonske mešavine i maksimalne količine letećeg pepela (koncept

k-vrednosti) i dva koncepta koji dozvoljavaju primenu većih količina letećeg pepela, ali uz obavezno eksperimentalno dokazivanje karakteristika ovakvih betona (koncept ekvivalentnih performansi betona). voda u proizvodnji betona u Republici Srbiji doprinela bi ne samo smanjenju količine cementnog klinkera u betonu, već i smanjenju količina ovog otpadnog materijala koji predstavlja veliki izvor zagađenja.

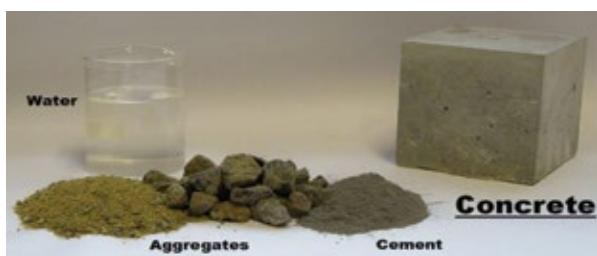
Ako se koriste sitnije frakcije letećeg pepela, moguće je zameniti 50% (i više) cementnog klinkera i na taj način dobiti betone sa velikim sadržajem letećeg pepela (eng. **high-volume fly ash concrete-HVFAC**).



Ovi betoni imaju manju toplotu hidratacije, manju poroznost, bolju otpornost na dejstvo hlorida, manje skupljanje i tečenje i značajno manje količine emitovanog CO₂. Zbog manje količine cementa, potrebno je ispitati otpornost na karbonatizaciju i dejstvo mraza i soli, i imati u vidu da će prirast čvrstoće biti sporiji nego kod cementnih betona. Ponašanje grednih elemenata napravljenih od betona sa



Postalo je jasno da je cement glavna negativna komponenta betona, pa su istraživanja otišla korak dalje razvijajući betone koji nemaju cement. Vezivni materijal se može dobiti, ne samo hemijskom reakcijom između vode i cementa, već i alkalnom aktivacijom određenih pucolanskih materijala (letećeg pepela, zgure visokih peći, metakaolina, crvenog blata). Na ovaj način su razvijeni **alkalno aktivirani betoni i geopolimer betoni**. Kao alkalni aktivator najčešće se koriste natrijum silikat, natrijum hidroksid ili kalijum hidroksid. Proizvodnja ovih materijala može biti vrlo štetna sa aspekta emisije CO₂, ali su količine ovih materijala u betonu značajno manje nego, na primer, količine cementa, pa se može



velikim sadržajem letećeg pepela iz termoelektrane Nikola Tesla B detaljno je ispitano u okviru dve doktorske disertacije na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu: (1) Granična nosivost armiranobetonskih grednih nosača od betona sa velikim sadržajem letećeg pepela, dr Jelena Dragaš, i (2) Ponašanje armiranobetonskih grednih elemenata od betona sa recikliranim i otpadnim materijalima pod dugotrajnim opterećenjem, dr Nikola Tošić. Rezultati ispitivanja, između ostalog, pokazuju da je granična nosivost armiranobetonskih grednih nosača napravljenih sa betonom sa velikim sadržajem letećeg pepela (HVFA grede na slici) ista kao i gređa napravljenih od cementnog betona (OPC grede na slici).

očekivati smanjenje emisija CO₂ u odnosu na tradicionalne cementne betone. Pored štetnog efekta alkalnih aktivatora, još jedan negativan ekološki aspekt koji je karakterističan za mnoge tipove alkalno aktiviranih betona je neophodno zagrevanje na temperaturama od 60-90° kako bi se dostigle projektovane čvrstoće betona. Mnoga istraživanja su usmerena upravo ka analizi betonske mešavine kako bi se proizveli alkalno aktivirani betoni koji mogu postići adekvatne čvrstoće pri sobnim temperaturama, ili manjim. Ova vrsta betona još uvek nije dostigla širu praktičnu primenu, ali postoje mnogi primeri izvedenih objekata u svetu.

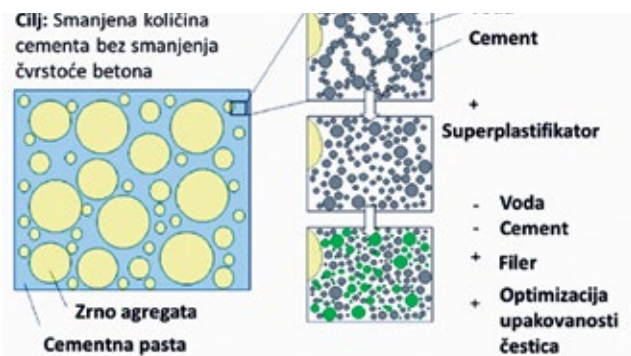


(2) Efikasnija upotreba cementnog klinkera u proizvodnji betona podrazumeva: optimizaciju mešavine; poboljšanu upakovanost čestica unutar betonske matrice primenom filera; korišćenje većih klasa čvrstoće betona kako bi se omogućilo projektovanje efikasnijih konstrukcija koje će globalno koristiti manje količine materijala; veći stepen industrijalizacije procesa proizvodnje betona kako bi se smanjile količine rasutog betona. Ako se tokom projektovanja betonske mešavine primeni jedna od brojnih metoda za povećanje upakovanosti čestica primenom nekog od lokalno dostupnih i ekološki prihvatljivih materijala - filera,

moguće je smanjiti količinu primenjenog portland cementa bez kompromitovanja čvrstoće pri pritisku i ugradljivosti betona. U zavisnosti od tipa i finoće mliva samog filera, moguće je uz nešto veći sadržaj superplastifikatora dobiti ugradljiv beton srednjih čvrstoća (klase do C35/45) koji ima i do 55% manju količinu cementa. Trenutno se u proizvodnji betona koristi u proseku 6% filera, što je čak 5 puta manje od vrednosti dopuštene propisima (35%). Dostupna globalna količina filera je značajno veća od drugih lokalno dostupnih SCM. U Republici Srbiji takođe postoje značajne količine krečnjačkog filera koji predstavlja prirodni resurs koji nastaje tokom procesa ekstrakcije krečnjačkog kamena.

Primena jednog od tih krečnjačkih filera (na primer Omya Venčac, d.o.o.), koji može biti znatno finiji od cementa omogućava proizvodnju konstrukcijskih betona sa redukovanom količinom cementa što pozitivno utiče na smanjenje emisije CO₂. Opsežno ispitivanje fizičkih i mehaničkih karakteristika ovakvog betona, kao i ponašanje konstrukcijskih elemenata napravljenih od ove vrste betona sprovodi se trenutno na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu (doktorska disertacija Andrije Radovića: Konstrukcijski betoni sa redukovanim sadržajem cementa i velikim sadržajem krečnjačkog brašna). Kako bi ovaj beton prešao dug put od laboratorije do gradilišta, potrebno je sprovesti adekvatna ispitivanja kojima se potvrđuju njegove fizičko-mehaničke karakteristike i trajnost. Posebnu pažnju treba posvetiti ispitivanju trajnosti, imajući u vidu količine cementa koje su manje od minimalno dozvoljenih količina definisanih važećim standardima za beton (SRPS EN 206:2017 i SRPS EN 1992-1:2015).

(3) Koliko je pitanje sakupljanja i skladištenja CO₂ (eng. Carbon capture and storage-CSS) aktuelno pokazuje i inicijativa Elon Maska da donira 100 miliona dolara za najbolje rešenje ovog problema. Cementna industrija je takođe počela sa intenzivnim istraživanjem ove teme. U teoriji je ideja sakupljanja CO₂ iz vazduha, ili iz sistema koji proizvodi CO₂, i njegovog skladištenja najrealnije rešenje problema. Sa druge strane, ova tehnologija se tek razvija i za sada se njena praktična primena ne nazire. Procene su da bi, uz ogromne investicije, do 2030. godine mogla početi industrijska primena CSS tehnologija. Postoje razni sistemi koji se razvijaju kako bi se izvršilo efikasno sakupljanje CO₂, a nakon toga je veliko pitanje kako upotrebiti ili gde skladištiti uhvaćeni CO₂. Sve ove tehnologije su još uvek energetski vrlo zahtevne. Ako se uzme u obzir i transport i energija potrebna za skladištenje, jasno je da je puno izazova ispred CSS pionira. Kada se i stigne do industrijske primene ovi metoda u cementnoj industriji, pitanje je socio-ekonomskih posledica koje će tako skupa tehnologija imati na cementnu industriju. Ako smo optimisti, verovaćemo da će posledice klimatskih promena ubrzati primenu ovih tehnologija na prihvatljivom nivou.



Pored emisija koje potiču od cementa, beton je problematičan i sa aspekta korišćenja prirodnih resursa i generisanja velikih količina otpada. Proizvodnja betona podrazumeva korišćenje prirodnog drobljenog ili rečnog agregata. Imajući u vidu ogromne količine betona koji se proizvede svake godine (prosečno globalno: 3.8 tona betona po čoveku), jasno je da ne postoji održivo rešenje koje podrazumeva upotrebu samo prirodnog kamena. Pored toga, velike količine betonskog otpada se generišu tokom izgradnja (18–33 kg/m²) i rušenja (840 kg/m²) objekata. Dakle, jasno je da betonski otpad treba reciklirati i upotrebiti kao potpunu ili delimičnu zamenu prirodnog agregata u

betonima. Reciklaža betona podrazmeva sistemski pristup upravljanu otpadom na lokalnom nivou, separaciji, dekontaminaciju i drobljenje tog otpada uz kontrolu kvaliteta na svakom nivou. Drobljenje recikliranog agregata se može vršiti u mobilnim drobilicamam (postoji nekoliko njih u Republici Srbiji) ili u stacionarnim reciklažnim postrojenjima (bolje rešenje, ali još uvek ne postoji ni jedno u Republici Srbiji). Ako se uspostavi sistem razdvajanja betonskog otpada, može se dobiti kvalitetan reciklirani agregat koji može zameniti prirodni kamen uz minimalna odstupanja u performansama betona (u zavisnosti od upotrebjene količine i kvaliteta betona).

Važeći standard SRPS EN 206:2017 dozvoljava upotrebu recikliranog agregata kao 20–50% zamene prirodnog agregata. Procenti zamene zavise od kvaliteta recikliranog agregata i klase izloženosti betona koji će biti napravljen od tog agregata. Zrno recikliranog agregata se sastoji od dela prirodnog kamena i dela cementne paste ili maltera. Dakle, njegove karakteristike u mnogome zavise od kvaliteta betona od koga je dobijen drobljenjem. Generalno gledano, beton napravljen sa određenom količinom recikliranog agregata ima veću poroznost pa i nešto slabiju trajnost, veću otpornost na habanje i veće skupljanje i tečenje. Opsežna ispitivanja betona napravljenih sa 50% i 100% recikliranog agregata sprovedena su na Građevinskom fakultetu u

Beogradu u okviru dve doktorske disertacije: (1) Granična nosivost armiranobetonskih grednih nosača od betona sa recikliranim agregatom, dr Ivan Ignjatović, i (2) Ponašanje armiranobetonskih grednih elemenata od betona sa recikliranim i otpadnim materijalima pod dugotrajnim opterećenjem, dr Nikola Tošić. Rezultati ispitivanja pokazuju da je moguće napraviti beton sa 50% recikliranog agregata koji ima iste mehaničke karakteristike i ponašanje grednih elemenata kao beton napravljen sa prirodnim agregatom. U slučaju betona napravljenih u potpunosti sa recikliranim agregatom, potrebno je upotrebiti 3% veću količinu cementa da bi se dobili uporedni rezultati.



Reciklirani agregat



Zrno recikliranog agregata

GRADEVINA+

Prema evropskoj direktivi iz 2008. godine koja se odnosi na građevinski otpad, najmanje 70% građevinskog otpada se mora ponovo upotrebiti, reciklirati ili valorizovati na neki način do 2020. godine. Mnoge zemlje u svetu uspele su da dostignu, ili se približe ovom procentu. Posebno se o tome vodi računa u zemljama koje nemaju dovoljno prirodnih resursa, kao što je na primer Holandija. Za razliku od njih, u Republici Srbiji (još uvek!) postoji određena količina neiskorišćenog drobljenog i rečnog prirodnog kamena koji ima relativno nisku cenu, a reciklira se manje od 5% otpada. Ako se nastavi sa ovakvim trendom, rezerve prirodnog kamena koji se može koristiti će nestati. U Republici Srbiji još uvek ne postoji adekvatna zakonska regulativa ni strategije za upravljanje i odlaganje otpada koje odvajaju građevinski otpad. Sa druge strane, da bi reciklirani agregat mogao

da bude konkurentan prirodnom agregatu neophodno je obezbediti subvencije za korišćenje recikliranog agregata i uvesti adekvatne takse za odlaganje otpada i ekskavaciju prirodnog agregata. Na taj način će se cena recikliranog agregata izjednačiti sa cenom prirodnog i učiniti ga i ekonomski opravdanim rešenjem. Pored cene, važan aspekt koji može demotivisati primenu recikliranog agregata je i transportna udaljenost. Analize celokupnog životnog ciklusa različitih vrsta betona napravljenih sa recikliranim agregatom sprovedene su za lokalni koncept (prof. dr Snežana Marinkvić i ostali: Comparative environmental assessment of natural and recycled aggregate concrete). Rezultati tih analiza pokazuju da beton sa recikliranim agregatom može biti ekološki prihvatljiviji ako se koriste manje transportne udaljenosti.

Ekološki aspekt betonskih konstrukcija podrazumeva i poboljšanje trajnosti, pored smanjenja štetnog uticaja usled proizvodnje materijala. Trajnost armiranobetonskih konstrukcija je do sada tretirana kroz zadovoljenje minimalnih zaštitnih slojeva. Zub vremena je pokazao da pristup analizi trajnosti i njenom obezbeđivanju tokom projektovanja konstrukcija mora biti sveobuhvatniji. U fib Model Code 2010, koji je prethodio Evrokod standardima, definišu se modeli predikcije i projektovanje prema upotrebnom veku. Analiza trajnosti je posebno važna sada kada je primena otpadnih i recikliranih materijala u betonima neizbežna. Analiza otpornosti armiranobetonskih konstrukcija sa prslinama pri dejstvu karbonatizacije je bila tema doktorske disertacije dr Vedrana Carevića: Uticaj prslina na mehanizme deterioracije i trajnost armiranobetonskih konstrukcija. Analiza je, između ostalog, dala preporuke za određivanje otpornosti na karbonatizaciju betona napravljenih sa letećim pepelom i recikliranim agregatom.

Kako bi građevinarstvo krenulo efikasnim putem ka CO2 neutralnosti, potrebno je eko gradnju započeti u fazi idejnog rešenja i projektovanja same konstrukcije.

Ekološke principe je neophodno postaviti kao osnovne principe projektovanja, i konstrukciju koncipirati tako da



bude optimizovana u smislu oblika elemenata, materijala koji se biraju tako da budu najefikasniji za konkretnu primenu, odabiru lokalno dostupnih materijala, korišćenju viskokvalitetnih materijala koji omogućavaju projektovanje lakših konstrukcija, automatizaciji, primeni hibridnih konstrukcija... Poboljšanje efikasnosti materijala je jedna od najaktuelnijih smernica za eko gradnju. Kada su armiranobetonske konstrukcije u pitanju, efikasnost materijala se može postići primenom predhodno napregnutih ošupljenih ploča, izbegavanjem predimenzionisanja elemenata, primenom prefabrikovanih elemenata ili upotrebom betona ultra viskoih performansi koji će omogućiti projektovanje lakših konstrukcija.

Važeći standardi u Republici Srbiji dozvoljavaju sve ove mogućnosti, a od nedavno je dostupan i prvi beton ultra visokih performansi (Fortcrete, Spajić d.o.o.).

Digitalizacija je takođe jedan od načina koji omogućava optimizaciju procesa proizvodnje betona. Primena 3D štampe u betonskoj industriji omogućava izgradnju objekata uz značajno smanjenje korišćenja oplata, omogućava bržu gradnju, koristi manje energije za proizvodnju betona u odnosu na klasične tehnologije proizvodnje, omogućava primenu alternativnih načina dobijanja energije tokom procesa štampanja betona (3D štampač koji koristi solarne panele). 3D štampani betoni su nedavno postali glavna tema svetskih istraživanja u oblasti betona, a u Republici Srbiji već postoji starup koji je na pragu štampanja prve kuće (NaturaEco). Primena novih tehnologija i svest o neophodnosti eko gradnje pokazuju da će se i domaće građevinarstvo uskoro prilagoditi svetskim zelenim tokovima.



Armirani beton jeste veštački materijal, ali njegov razvoj prati se može razumeti i kroz prirodnu Maslovljeve hijerarhije zadovoljenja (ljudskih) potreba. Nakon što je višedecenijskim istraživanjem i praktičnom primenom dokazana, i u standardima definisana njegova nosivost i upotrebljivost, poslednjih decenija se više pažnje posvetilo ispitivanju trajnosti armiranog betona. Budući standardi se razvijaju sa idejom uvođenja graničnog stanja koje će se odnositi na održivost armiranobetonskih konstrukcija. Dakle, održivo projektovanje armiranobetonskih konstrukcija podrazumevaće u budućnosti zadovoljenje ovih osnovnih funkcija betona uz primenu zelenih praksi, digitalizacije i monitoringa objekata.



15.09.2019. godine je 1.5 miliona đaka i studenata izašlo na ulice u okviru School Strike for Climate pokreta, koje je započela Greta Thunberg, zahtevajući hitne mere protiv ubrzanih klimatskih promena. Došli smo do trenutka u kom se najmlađi bore za svoju budućnost na Zemlji dok stariji i dalje traže nove načine da ostvare još veći kapital. Danas prosto više nije dozvoljeno ne razmišljati o klimatskim promenama. Svako od nas ima odgovornost na ličnom, stručnom i društvenom nivou da doprinese borbi protiv klimatskih promena.