

Dr. sc. Lana Lovrenčić Butković

Docentica
Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet
E-mail: llovrencic@grad.hr
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7276-1851>

Mirta Mihaljević, mag. ing. aedif.

Art-graditeljstvo d. o. o.
E-mail: mirta.mihaljevic@art-grad.hr
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4505-3811>

POZNAVANJE KONCEPTA KRUŽNE EKONOMIJE U GRAĐEVINSKOM SEKTORU

UDK / UDC: 330.1:502.1]:624

JEL klasifikacija / JEL classification: L25, L74, Q01, Q52, Q56

DOI: 10.17818/EMIP/2021/2.14

Pregledni rad / Review

Primljeno / Received: 30. rujna 2021. / September 30, 2021

Prihvaćeno za tisak / Accepted for publishing: 8. prosinca 2021. / December 8, 2021

Sažetak

Građevinska industrija dugi niz godina posluje prema principu linearne ekonomije koja na svojem kraju ostavlja otpad kao zadnji proizvod. Značajan porast cijena, povećana nestabilnost globalnih robnih tržišta i štetni nusproizvodi doveli su do preispitivanja takve ekonomije u pogledu potrošnje sirovina i energije. Kružna ekonomija (engl. Circular Economy) predstavlja novi ekonomski model koji nastoji odvojiti ekonomski rast i razvoj od potrošnje ograničenih resursa. U građevinskom sektoru prijelaz s linearne na kružnu ekonomiju zahtijeva usredotočenost na složeno i sistematično razmišljanje održivosti i korištenja obnovljivim materijalima, uzimajući u obzir cjelokupan životni vijek građevine i građevinski lanac vrijednosti. Kružna ekonomija temelji se na principu kruženja materijala u procesu korištenja i nestvaranju novog, nepotrebnog otpada na osnovi aktivnosti kojima se korištenim materijalima „vraćaju“ njihova svojstva te oni i dalje ostaju u uporabi. Cilj je ovog rada ispitati poznavanje i primjenu koncepta kružne ekonomije u građevinskom sektoru Republike Hrvatske na temelju postojećih okvira na europskoj i nacionalnoj razini te identificirati pokazatelje cirkularnosti. U tu svrhu provedeno je istraživanje s pomoću anketnog upitnika koje je pokazalo kako su zaposleni u građevinskim poduzećima, primarno u sektoru visokogradnje, još uvijek nedovoljno upoznati s pojmom kružne ekonomije, ali je istaknulo koji pokazatelji cirkularnosti u građevinarstvu mogu biti važni za definiranje budućih

okvira i smjernica te poslovnih strategija građevinskih poduzeća u kontekstu kružnoga gospodarstva.

Ključne riječi: kružna ekonomija, građevinski sektor, visokogradnje, pokazatelji cirkularnosti.

1. UVOD

Građevinska industrija oduvijek ima značajan utjecaj na svaku nacionalnu ekonomiju, što se vidi iz njezina sudjelovanja u strukturi BDP-a i zapošljavanja velikog broja radnika. Na europskoj razini, upravo je ona jedan od najvećih industrijskih sektora, odgovorna za otprilike 10% bruto domaćeg proizvoda (BDP) i 18 milijuna radnih mjesta (EK, 2020). Međutim, ona je i najveći potrošač prirodnih sirovina. Prema nekim procjenama, građevinski je sektor potrošač ukupno 1/3 svjetske energije i proizvođač jednake količine ugljičnog dioksida (Zimmann i sur., 2016), dok su zgrade odgovorne za 40% ukupne potrošnje energije Europske unije (EK, 2010), što pokazuje koliko je ovaj sektor ključan na globalnoj razini. U razvoju globalne ekonomije ističe se linearni poslovni model kao dominantan u proizvodnji i potrošnji. Linearnim se modelom proizvodi dobivaju preradom sirovina, prodaju, koriste i na kraju odlaze kao otpad. Međutim, značajan porast cijena, povećana nestabilnost globalnih robnih tržišta i štetni nusproizvodi doveli su do preispitivanja takve ekonomije, ponajprije u pogledu potrošnje sirovina i energije. U takvoj poslovnoj klimi pojavio se koncept kružne ekonomije kao novi ekonomski model koji nastoji odvojiti ekonomski rast i razvoj od potrošnje ograničenih resursa. Koncept kružne ekonomije podrazumijeva korištenje obnovljivim i regenerativnim materijalima i proizvodima, s ciljem zadržavanja njihove uporabne i korisne vrijednosti na najvišoj razini (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Optimizacija potencijala kružne ekonomije povezana je s održivijom proizvodnjom i porastom vrijednosti tehnoloških i prirodnih ciklusa kroz koje sirovine prolaze u cirkularnoj strategiji, poput ponovne uporabe, smanjivanja, prerade i recikliranja (tzv. 4R princip) proizvoda, materijala i njegovih sastavnica (Hieminga, 2015).

U građevinskom sektoru prijelaz s linearne na kružnu ekonomiju zahtijeva usredotočenost na složeno i sistematično razmišljanje održivosti i korištenja obnovljivim materijalima, uzimajući u obzir cjelokupan životni vijek građevine i građevinski lanac vrijednosti, što podrazumijeva bolju uključenost svih dionika u proces. Glavne prednosti koje kružna ekonomija nudi temelje se na prihvaćanju fleksibilnosti i modularnosti koncepata, korištenju efektivnijim resursima, smanjenju otpada i izgradnji održive građevinske klime te ulaganju u digitalnu tehnologiju i inovativne prakse koje stvaraju dodanu vrijednost sektora (Zimmann i sur., 2016).

Cilj je ovog rada ispitati poznavanje i primjenu koncepta kružne ekonomije u građevinskom sektoru Republike Hrvatske na temelju postojećih okvira na europskoj i nacionalnoj razini. Također, ovim istraživanjem žele se

identificirati pokazatelji koji bi pridonijeli razvoju smjernica i okvira za buduću primjenu koncepta kružne ekonomije u građevinskim poduzećima, ali i u građevinskom sektoru kao cjelini. U tu svrhu provedeno je istraživanje s pomoću anketnog upitnika među ispitanicima koji rade u građevinskim poduzećima, čija je primarna djelatnost visokogradnja. U nastavku rada najprije se prikazuje teorijska podloga razvoja koncepta CE s osvrtom na građevinsku industriju te pravni okviri njezine provedbe, zatim metodologija i rezultati provedenog istraživanja. Na samom kraju rada donose se zaključci i smjernice za buduća istraživanja.

2. TEORIJSKA PODLOGA

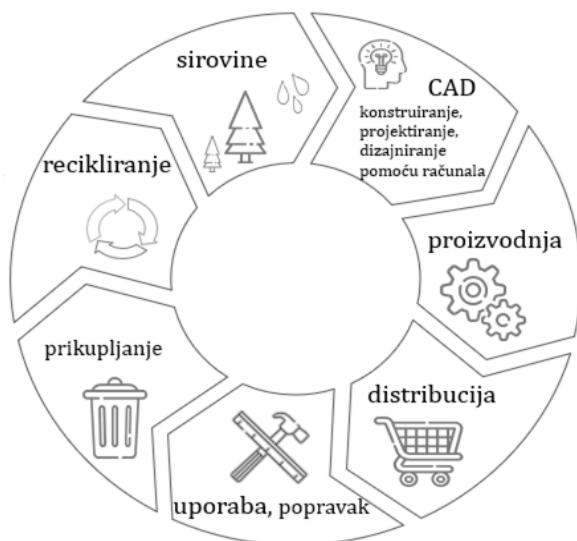
Kružna ekonomija vrsta je ekonomskog sustava koja se zasniva na poslovnom modelu koji zamjenjuje upotrebu koncepta *end-of-life* recikliranjem, ponovnom uporabom, obnovom te smanjenjem korištenja materijalom u proizvodnji i postupcima uporabe i potrošnje (Kirchherr i sur., 2017). Model ovakve ekonomije nastoji održati proizvode i materijale „u protoku“ (engl. *in flow*) s pomoću strategija ponovnog korištenja, a s ciljem smanjenja uporabe novih sirovina te smanjenjem negativnih utjecaja na okoliš (Mirata, 2004). Drugim riječima, kružna ekonomija zahtjeva razdvajanje ekonomskih aktivnosti od potrošnje ograničenih resursa, zajedno s implementacijom efektivnog rješenja za otpad. Takva se ekonomija također opisuje kao „obnavljajući industrijski sustav prema svojoj namjeni i dizajnu“, a cilj joj je „održavanje proizvoda, njegovih sastavnica i korištenih materijala na najvišoj razini korisnosti i vrijednosti u cijelom njihovu vijeku trajanja“ (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Koncept kružne ekonomije dobiva sve veće značenje kako u akademskoj zajednici tako i u praksi. Također je i vrlo aktualna tema među političarima i zakonodavnim tijelima jer utječe na vlade i javne organe na svim razinama – lokalnim, regionalnim, nacionalnim i internacionalnim. Važnost samog koncepta najbolje je vidljiva u radu Kirchherr i sur. (2017), koji su identificirali 114 definicija kružne ekonomije u postojećoj literaturi, a koje se mogu promatrati kroz 17 različitih dimenzija. No, najčešće se kružno gospodarstvo odnosi na tzv. 3R aktivnosti *reduce-reuse-recycle*, koje su kasnije proširene dodatnim aktivnostima, npr. 4R *reduce-reuse-remanufacture-recycle*. Glavni je cilj uvođenja kružnoga gospodarstva napuštanje postojećeg koncepta linearne ekonomije, kako bi se smanjio negativan utjecaj na okoliš, društvo i gospodarstvo u svakoj industriji. Sve su veća očekivanja u svim sektorima društva za korištenje održivijim modelima, u kojima se resursi obnavljaju i ponovno koriste da bi se što duže sačuvali u optjecaju, a što je postalo poznato pod pojmom kružne ekonomije (British Standards Institution, 2014). Kružna ekonomija može se također razmatrati iz različitih perspektiva, objektivne (u odnosu na zgrade, strukturu i njezine dijelove) ili subjektivne (u odnosu na organizaciju poduzeća, zaposlenike i sl.) (Gorecki, 2019).

Prijelaz s linearne na kružnu ekonomiju neizbježan je jer se linearna proizvodnja veže s masovnom proizvodnjom i potrošnjom sirovina, bez brige o mogućim ograničenjima dostupnosti istih sirovina (Geissdoerfer i sur., 2017). Kao inovativan ekonomski i proizvodni model, kružna ekonomija prvenstveno podrazumijeva promjenu u načinu razmišljanja koji otpad smatra potencijalno korisnim resursom, a ne kao problem gdje će se i kako njime upravljati i odlagati ga, kao što je slučaj u linearnoj ekonomiji (Andrews, 2015). Koncept kružne ekonomije nastoji zamijeniti još uvijek dominantniju, linearnu ekonomiju (Slika 1) koja se temelji na principu *napravi-iskoristi-odbaci*. Prema Palafox-Alcantar i sur. (2020), kružna ekonomija skup je principa i alata kojima je cilj pridonijeti održivosti planeta smanjenjem eksploatacije i razgradnje materijala, promicanjem očuvanja resursa i energije (*smanjiti, ponovno upotrijebiti, oporaviti i reciklirati*) te potaknuti njegovu obnovu (Slika 2).



Slika 1. Prikaz koncepta linearne ekonomije, izvor: izrada autora



Slika 2. Prikaz koncepta kružne ekonomije, izvor: izrada autora

2. 1. Primjena kružne ekonomije u građevinarstvu

Građevinarstvo je bilo održiv sektor od davnina. I materijali i tehnike gradnje koje su se koristile u prošlosti predstavljale su efektivnu gradnju, stvarajući ekološki dizajnirane građevine i pri tome koristeći se ekološki prihvatljivim materijalima koji su imali veliku mogućnost ponovne uporabljivosti i reciklažnosti. Takav je model građenja bio cirkularan. Ipak, u 20. stoljeću pojavljuje se trend gradnje otpornijim i trajnijim materijalima. Uporaba takvih materijala građevinski je sektor učinila jednim od ekološki najštetnijeg, najneodrživijeg sektora na svijetu, pridodajući mu još i činjenicu da uzrokuje najveće stvaranje otpada (Núñez-Cacho i sur., 2018). Moderni materijali koji se koriste u gradnji, iako imaju odlične građevinske karakteristike, imaju i negativne nuspojave na okoliš. Faza održavanja građevina također ostavlja svoj ekološki otisak na planet, kao i faza koja dolazi nakon nje – rušenje građevine. Esa i sur. (2017) smatraju kako bi se, u pogledu smanjivanja negativnih ekoloških prilika, trebalo najviše fokusirati na stvaranje efektivnije strategije demoliranja (rušenja) građevina. Ponovna uporaba elemenata (npr. dijelovi zgrade) zahtijeva detaljnu analizu njihove kvalitete, njihovu iskoristivost glede dimenzija (bi li se dijelovi iz stare zgrade uklapali u novu) te marketinška pitanja (bi li ljudi htjeli upotrebljavati/kupiti već korištene materijale). Zbog navedenih razloga, uvođenje kružne ekonomije može se promatrati kao izuzetno koristan i potreban poslovni model u građevinskom sektoru (Núñez-Cacho i sur., 2018).

Neosporno je kako bi implementacija kružne ekonomije u sektor građevinarstva pridonijela razvoju cjelokupnog sektora. Prema Akaindeu (2019), konkretne prednosti koje bi se stvorile implementacijom jesu:

- a) poboljšanje svojstava recikliranih materijala
- b) unapređenje korištenja održivih materijala kolaboracijom svih dionika gradnje
- c) reduciranje nepotrebnog otpada.

Između navedenih triju glavnih prednosti kao najvažnija ističe se prva. Oporavak svojstava materijala, nakon korištenja njime, ključ je uspjeha prelaska s linearne na kružnu ekonomiju. Postizanjem takve prednosti znatno bi se reducirala potreba korištenja novim resursima (sirovinama) te bi reducirao proizvedeni građevinski otpad. Samim time ostvarile bi se i druge dvije spomenute prednosti. Iako građevinski sektor upotrebljava puno sirovina i energije za proizvodnju građevinskih materijala, većina njih dobivala bi se recikliranjem. Međutim, trenutno se jako malen postotak materijala može reciklirati tako da ekonomska vrijednost i trajnost recikliranog materijala bude jednaka vrijednostima koje nudi novi materijal. Upravo u ovakvim problemima uviđa se važnost (i korist) implementacije kružne ekonomije. Ona bi za ovakav problem ponudila rješenje upravljanjem cirkulacijom materijala. Primjerice, kada bi se već pri gradnji građevine razmišljalo o demontaži, tada bi se koristili mehanički zglobovi na konstrukciji, koji bi onda mogli produljiti život konstrukcijskim sastavnicama koje bi se nakon demontaže na primarnom objektu

dalje montirale na sljedeći ili čak kasnije u potpuno drugačijoj ulozi (Eberhard i sur., 2019; Schiller i sur., 2019).

Za prijelaz s linearne na kružnu ekonomiju Stephan i Athanassiadis (2018) nude nekoliko strategija:

- a) korištenje održivim i trajnijim materijalima
- b) usvajanje koncepta za demontažu
- c) uporaba modularnih i predgotovljenih elemenata
- d) razvoj postupaka za oporabu elemenata.

Nadalje, Høiby i Sand (2018) predlažu tri načina kako bi se olakšao i ubrzao prijelaz na CE:

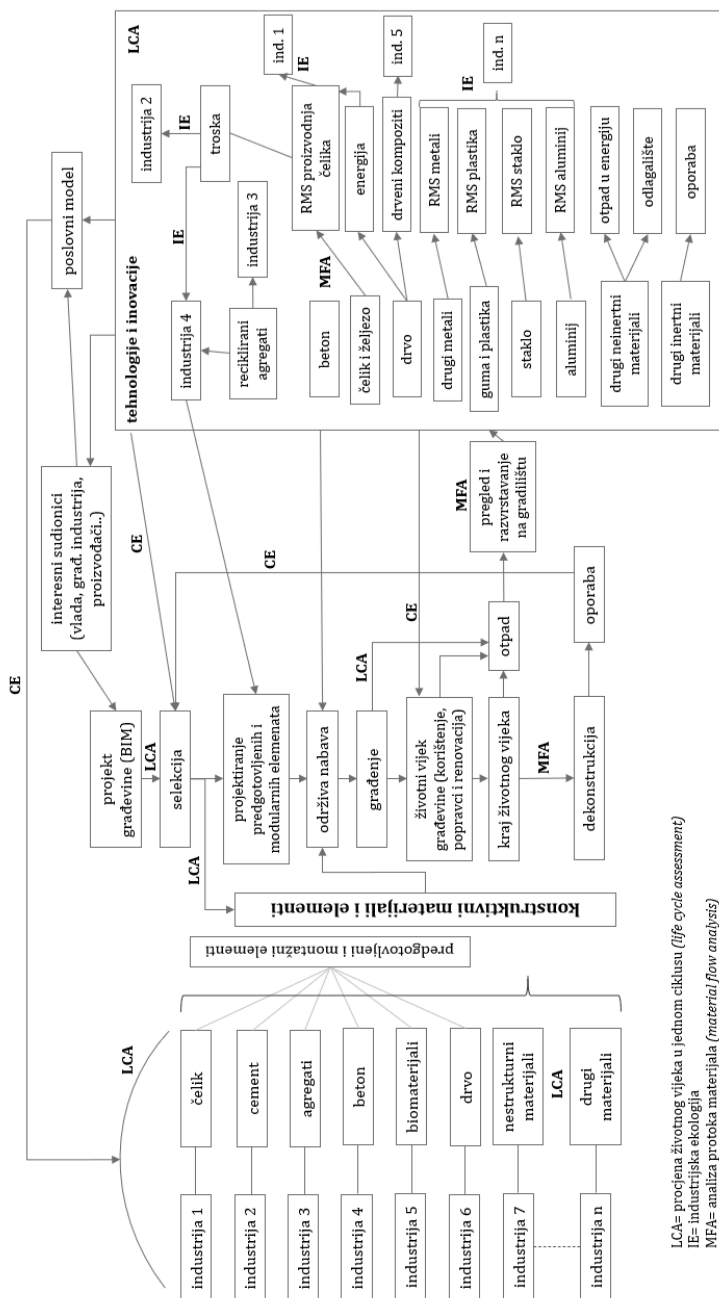
- a) utvrđivanje zahtjeva i dokumentacije za kvalitetu materijala – dijeljenje informacija, tehničkih svojstava, razine reciklabilnosti i poboljšanje praćenja građevnih materijala
- b) razvoj smjernica za: preuporabu građevinskih proizvoda, uporabu proizvoda načinjenih od recikliranih materijala, ispunjenje minimalnih kriterija, ekološke kriterije, dijeljenje korištenih građevnih proizvoda načinjenih od recikliranih materijala
- c) razvoj zahtjeva za otpad i procese demoliranja građevina – provjera, mapiranje i sortiranje vrijednih građevnih proizvoda za daljnju uporabu, određivanje njihove reciklabilnosti i provođenje kriterija *end-of-waste*, osiguranje smjernica i potrebne edukacije za poduzeća koja se bave rušenjem građevina.

Za cirkularnu, predgotovljenu gradnju, prema gore navedenim strategijama i načinima, Minunno i sur. (2018) predlažu sedam strategija. Prva je strategija redukcija otpada zasnovana na čistom proizvodnom lancu (engl. *lean production chain*). Ponovna uporaba materijala, druga se strategija fokusira na iskorištavanje nusproizvoda u proizvodnji materijala ili sastavnica građevina. Ponovna uporaba zamjenskih dijelova građevina spada u treću strategiju, a četvrta podrazumijeva poticanje proizvodnje prilagodljivih materijala i proizvoda. Peta je strategija implementacija BIM (engl. *Building Information Modeling*) *softwarea* za razvoj projekata rušenja objekta, kako bi se unaprijedila *end-of-life* dekonstrukcija. Šesta se strategija bavi osiguranjem reciklabilnosti korištenih materijala. Naposljetku, zadnja se strategija bavi prikupljanjem podataka korištenjem sustavom za praćenje, prateći lokacije i životne cikluse, kako bi se olakšalo stavljanje materijala ili građevinskih produkata u drugi ciklus nakon demontaže ili dekonstrukcije iz prvog ciklusa.

Stvaranje okvira kružne ekonomije u sektoru građevinarstva vrlo je zahtjevno s obzirom na individualnost svake građevine. U obzir je potrebno uzeti ekološku i ekonomsku održivost koja pri svakoj građevini pojedinačno ovisi o brojnim faktorima – vrsti građevine, njezinu dizajnu, vrsti korištenih materijala, gradivnim elementima, prijevoznju udaljenosti, lokalnoj ekonomiji i političkom

kontekstu (Ghisellini, 2018). Analogno cirkularnom konceptu, taj model završava tek kada se posljednji dio materijala reciklira. Nadalje, korištenje BIM *softwareom* omogućilo bi odabir održivih materijala i građevnih sastavnica još u fazi projektiranja te racionalnije kvantificiranje količine materijala koji će se moći reciklirati na kraju životnog vijeka i građevine (Helander i sur., 2019). Održiva nabava i cjelokupan lanac nabave materijala i produkata trebali bi biti srž cijelog prelaska na kružnu ekonomiju u građevinskom sektoru jer sâm proces nabave i prijevoz uvelike pridonose ekološkom otisku građevinskog sektora (Pauliuk i sur., 2017). Tijekom faze korištenja građevinom, obnavljani ili popravljani materijali iz prijašnjih ciklusa trebali bi se koristiti prilikom renovacije građevine, kako bi se promovirala cirkularnost materijala. No, kada se promatra kraj životnog vijeka građevine, potrebno je implementirati održive strategije upravljanja otpadom. Neke od metoda upravljanja otpadom, koje su se pokazale učinkovitima u praksi, jesu: smanjenje stvaranja otpada i prijevoznog utjecaja, povećanje ponovne uporabe i recikliranja materijala poboljšanjem svojstava sekundarnim materijalima, optimiziranje ekološkog učinka metoda uporabe kako bi se promovirala kružna ekonomija u okvirima upravljanja otpadom prilikom građenja i rušenja. Uzimajući kao pretpostavku korištenje BIM *softwareom* prilikom projektiranja, rušenje građevine bilo bi već uključeno u projekt. Prema tome, u fazi rušenja montažni bi se elementi i oporavljivi materijali trebali vraćati u ciklus uporabe i zatim ponovno koristiti u novom ciklusu gradnje (Hossain i sur., 2020).

Održiva strategija upravljanja otpadom trebala bi se implementirati i zbog otpada ostalih materijala koji se generiraju prilikom dekonstrukcije građevine na kraju njezina životnog vijeka. Nakon sortiranja i pregleda otpada na samom gradilištu, materijali se trebaju reciklirati i ponovno koristiti kao sekundarni materijali ili u proizvodnji građevnih elemenata. Na primjer, čelični se otpad može koristiti umjesto željezne rude za proizvodnju sekundarnog čelika; reciklirani se beton može koristiti za proizvodnju recikliranog agregata koji se onda ponovno može koristiti u proizvodnji betona; neki materijali, poput drveta, mogu se reciklirati samo tako da ih se iskoristi u proizvodnji drvenih kompozita ili za uporabu energije, ali i to ovisi o kvaliteti materijala. Generirana bi se energija onda mogla dalje koristiti u procesu proizvodnje čelika ili cementa – sa svrhom poboljšanja industrijske ekologije. Troska koja nastaje kao nusproizvod u proizvodnji čelika može se dalje koristiti kao sirovina za proizvodnju kompozitnog cementa ili u proizvodnji betona. Svi se ovi održivi materijali dalje mogu koristiti u novim ciklusima drugih građevina kada u svojem primarnom ciklusu (prvoj građevini) odsluže svrsi. U sljedećim ciklusima mogu ponovno služiti kao samostalni materijal ili u sklopu montažnih ili modularnih komponenti, a sve to poštujući koncept CE i cirkularnost elemenata (Slika 3).



Slika 3. Predložak okvira kružne ekonomije za građevinski sektor, izvor: izrada autora, prema: Hossain i sur. (2020)

2. 2. Pravni okviri primjene kružne ekonomije u građevinarstvu

Europska unija posvećuje mnogo pozornosti primjeni i implementaciji kružne ekonomije u cjelokupnom gospodarstvu, pa tako i u sektoru građevinarstva, razvijajući postojeće okvire te ih predstavlja javnosti tako da budu što intuitivniji za uporabu i primjenu. Jedna je od značajnijih aktivnosti u tom pogledu razvoj okvira politike za održive proizvode kojom se djelomično određuju aspekti održivosti proizvoda, na obveznoj i dobrovoljnoj razini (EK, 2020). Direktivom o ekološkom dizajnu (Europski parlament, 2018) uređene su energetska učinkovitost i određene cirkularne značajke proizvoda, koji u svojem radu ili korištenju upotrebljavaju energiju. Također, koriste se instrumenti poput znaka za okoliš EU-a i kriterij EU-a za zelenu javnu nabavu, koji imaju šire područje primjene, ali budući da se koriste dobrovoljno, imaju ograničen utjecaj. Ne postoji sveobuhvatan skup zahtjeva kojima bi se osiguravalo da proizvodi koji dopijevaju na tržište EU-a budu sve održiviji i u skladu s načelom cirkularnosti (Europska komisija, 2020). Europska komisija također djeluje u smjeru identificiranja lanaca vrijednosti ključnih proizvoda u građevinarstvu. Zbog izazova koje lanci vrijednosti zadaju problemu očuvanja održivosti, nužno je poduzeti hitne, sveobuhvatne i usklađene mjere. Te će mjere biti sastavni dio okvira održive politike za održive proizvode te će pridonijeti traženju odgovora na klimatske promjene u industrijskoj strategiji EU-a (EK, 2020). U okviru upravljanja sektorskim mjerama (u ovom slučaju sektora građevinarstva), Europska će komisija blisko surađivati s ključnim dionicima lanaca vrijednosti kako bi se prepoznale i otklonile sve prepreke širenja tržišta za cirkularne proizvode.

Sektor građevinarstva koristi se velikim količinama prirodnih resursa – oko 50% svih resursa. Također, u pogledu otpada, upravo je ovaj sektor odgovoran za proizvodnju 35% i više ukupnog otpada Europske unije. Nadalje, procijenjeno je da se 5 – 12% ukupnih emisija štetnih plinova u atmosferu ispušta također kao nusproizvod građevinskog sektora. Kada bi se povećala učinkovitost i obnovljivost korištenih materijala u gradnji, takve emisije smanjile bi se za čak 80% (Benachio i sur., 2020). Da bi se postiglo povećanje učinkovitosti materijala i posljedično smanjili utjecaji na klimu, EK planira razvoj sveobuhvatne strategije za održivi izgrađeni okoliš. Takvom strategijom osigurat će usklađenost srodnih područja politike, kao što su klima, energetika i učinkovitost resursa, gospodarenje građevinskim otpadom i otpadom od rušenja, pristupačnost, digitalizacija i vještine.

Konkretno smjernice s ciljem održive gradnje Europska komisija predstavila je na temelju Okvira *Level(s)* (EK, 2021). Taj okvir predstavlja mogućnost dobrovoljnog prikupljanja podataka o građevinama visokogradnje (zgrade) kako bi se povećala njihova održivost. *Level(s)* obuhvaća najčešće pokazatelje za mjerenje performansi zgrada s obzirom na učinak koji zgrade ostavljaju na okoliš, a pri tome promatra puni životni vijek zgrade. Fokusira se na šest ključnih područja: (1) emitiranje stakleničkih plinova, (2) učinkovitost resursa, (3) uporabu vode, (4) zdravlje i ugodnost, (5) otpornost i prilagodbu, (6)

trošak i vrijednost. No, postoje i neki drugi okviri, npr. *BREEAM* koji se koristi u Velikoj Britaniji ili *LEEDS* u SAD-u.

Iako je Republika Hrvatska članica Europske unije te ima zadatak pratiti i poštovati sve smjernice koje Europska komisija donese, u pokušaju zadovoljavanja zahtjeva cirkularnosti najviše se približila donošenjem *Zakona o održivom gospodarenju otpadom* 2014. (NN 84/21). U sklopu navedenog Zakona donesen je i *Plan gospodarenja otpadom RH*. Tim se planom „određuje i usmjerava gospodarenje otpadom te na temelju analiza postojećeg stanja na području gospodarenja otpadom i ciljeva gospodarenja otpadom, ..., određuje mjere za unaprjeđivanje postupaka pripreme za ponovnu uporabu, recikliranje i drugih postupaka oporabe i zbrinjavanja otpada na kopnenom i morskom prostoru pod suverenitetom RH...“ U pogledu građevinarstva, kao djelatnosti koja je zaslužna za značajan udio u stvaranju otpada, spomenutim planom pokušavaju se definirati opći tehnički zahtjevi za građevine i uređaje za gospodarenje otpadom. Međutim, još uvijek ne postoje, niti su preuzete jasne smjernice za definiranje okvira i primjenu koncepta CE unutar građevinske industrije u RH.

3. METODOLOGIJA I REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Istraživanje o poznavanju koncepta CE u građevinskom sektoru Republike Hrvatske provedeno je na prigodnom namjernom uzorku od 14 građevinskih poduzeća, čija je primarna djelatnost visokogradnja. Ovo je istraživanje prikupljalo mišljenja i stavove pojedinaca pa je iz tog razloga anketni upitnik poslan na više adresa unutar jednog poduzeća. Ukupno je prikupljeno 37 ispravno popunjenih anketnih upitnika te su se oni koristili u daljnjoj analizi.

Anketni se upitnik sastojao od triju dijelova:

- a) osnovni podaci o ispitaniku i poduzeću u kojem radi
- b) općenita pitanja o poznavanju koncepta kružne ekonomije
- c) stavovi o implementaciji kružne ekonomije u poduzeću ispitanika.

Prvi dio obuhvatio je osnovne podatke o poduzeću, kao što su broj zaposlenih, djelatnost poduzeća, razdoblje u kojem poduzeće posluje i na koliko je projekata u posljednjih 5 godina poduzeće sudjelovalo. Nakon osnovnih podataka o poduzeću, prikupljeni su i podaci o ispitaniku, kao što su broj godina radnog iskustva i koji položaj/funkciju ispitanik vrši. Drugi dio anketnog upitnika odnosio se na poznavanje ispitanika o konceptu kružne ekonomije, kao i o pravnim okvirima razvijenima na razini Europske unije i Republike Hrvatske. Ispitanicima je bilo ponuđeno i 10 pokazatelja cirkularnosti, preuzetih iz prijašnjih istraživanja, za koja su ispitanici ocjenjivali njihovu važnost koristeći se Likertovom ljestvicom od pet stupnjeva (1 = apsolutno nevažno; 5 = apsolutno važno). U trećem dijelu anketnog upitnika ispitanicima su bile ponuđene 43 izjave s pomoću kojih se, prema istraživanju Nuñez-Cacho i sur. (2018), može odrediti stupanj cirkularnosti u nekom poduzeću. Ispitanici su se također koristili Likertovom ljestvicom od pet stupnjeva (1 = apsolutno se ne slažem; 5 =

apsolutno se slažem) za stupanj slaganja s pojedinim tvrdnjama, koje se odnose na poduzeća u kojima rade.

Za analizu rezultata, u prvom dijelu istraživanja primijenjena je deskriptivna statistika kako bi se utvrdio profil ispitanika i demografske karakteristike, dok se u nastavku za rangiranje pokazatelja i varijabli cirkularnosti koristio izračun *s-factora*.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Prema rezultatima dobivenima iz 37 ispravno popunjenih anketnih upitnika, 67,58% ispitanika radi u srednjim i velikim hrvatskim građevinskim poduzećima. S obzirom na razdoblje poslovanja građevinskog poduzeća, najveći udio čine poduzeća koja imaju više od 20 godina iskustva poslovanja na građevinskom tržištu (56,67%). Više od polovine poduzeća iz istraživanja, 54,05%, kao glavni izvođači sudjelovali su na 10 ili manje projekata. Ako se pogleda profil samih ispitanika, 43,24% ima manje od 5 godina radnog iskustva, između 5 i 20 godina radnog iskustva ima 37,83% ispitanika, dok njih 18,92% ima više od 20 godina iskustva.

Tablica 1.

Opći podaci o ispitanicima i poduzećima

<i>Varijable</i>	<i>frekvencija</i>	<i>postotak</i>
<i>broj zaposlenika</i>		
manje od 10	9	24,32%
10-50	3	8,11%
51-250	13	35,14%
251-500	2	5,41%
više od 500	10	27,03%
<i>djelatnost poduzeća*</i>		
visokogradnja	25	67,57%
niskogradnja	18	48,65%
specijalizirane djelatnosti	9	24,32%
projektiranje	15	40,54%
<i>vremenski period poslovanja poduzeća</i>		
manje od 5 godina	8	21,62%
5-10 godina	3	8,11%
11-20 godina	5	13,51%
više od 20 godina	21	56,76%
<i>broj projekata poduzeća kao glavnog izvođača unutar 5 godina</i>		

0	9	24,32%
1-10	11	29,73%
11-30	8	21,62%
31-50	6	16,22%
51-100	1	2,70%
više od 100	2	5,41%
godine radnog iskustva ispitanika		
manje od 5	16	43,24%
5-10 godina	5	13,51%
11-20 godina	9	24,32%
više od 20 godina	7	18,92%
položaj/funkcija u poduzeću		
direktor	4	10,81%
građevinski kalkulant	14	37,84%
projektant	10	27,03%
voditelj gradilišta	9	24,32%

* svako poduzeće registrirano je za više djelatnosti pa zbroj ne odgovara ukupnom broju ispitanika

Izvor: istraživanje autora

Na početku drugog dijela anketnog upitnika ispitanike se pitalo jesu li upoznati s konceptom CE te njegovim pravnim okvirima na razini Europske unije i Republike Hrvatske. Odgovori su prikazani u Tablici 2. Dvadeset (54%) ispitanika izjasnilo se da je upoznato s navedenim pojmom, no samo je jedan ispitanik potvrdno odgovorio na pitanje o poznavanju pravnih okvira EU-a i RH, dok 97% ispitanika nije upoznato s pravnim okvirima niti u EU-u niti u RH. Sljedeće pitanje anketnog upitnika oblikovano je s ponuđenim odgovorima te su ispitanici mogli označiti jedan od triju nabrojanih okvira za ocjenu održivosti/cirkularnosti zgrada. Okviri koji su bili ponuđeni jesu *Level(s)*, *LEEDS* I *BREEAM*. Nitko od ispitanika nije naveo dodatan okvir koji poznaje, a čak 19 ispitanika (51%) navodi kako ne poznaje niti jedan od ponuđenih okvira. Nadalje, okvir *LEEDS* pokazao se kao najpoznatiji među trima ponuđenim okvirima (s 10 odgovora), nakon njega slijedi *Level(s)* sa 7 odgovora te naposljetku *BREEAM* s 2 odgovora. Na pitanje jesu li se ikad koristili nekim od navedenih okvira, svih 37 ispitanika (100%) odgovorilo je negativno.

Tablica 2.

Poznavanje koncepta CE

<i>Pitanja</i>	<i>DA</i>		<i>NE</i>	
	frekvencija	postotak	frekvencija	postotak
<i>Upoznat(a) sam s pojmom kružne ekonomije</i>	20	54 %	17	46 %
<i>Upoznat(a) sam s pravnim okvirima primjene kružne ekonomije Europske unije</i>	1	3 %	36	97 %
<i>Upoznat(a) sam s pravnim okvirima primjene kružne ekonomije Republike Hrvatske</i>	1	3 %	36	97 %
<i>Upoznat(a) sam s navedenim okvirima</i>				
<i>LEEDS</i>	10	27 %	-	-
<i>LEVEL(S)</i>	7	19 %	-	-
<i>BREEAM</i>	2	5 %	-	-
<i>nisam upoznat(a)</i>	19	51 %	-	-
<i>Koristio(la) sam se nekim od navedenih okvira</i>	0	0 %	37	100 %

Izvor: istraživanje autora

Na kraju drugog dijela anketnog upitnika ispitanici su zamoljeni da ocijene važnost 10 pokazatelja cirkularnosti koristeći se Likertovom ljestvicom od 5 stupnjeva (1 = apsolutno nevažno; 5 = apsolutno važno), a rezultati su prikazani u Tablici 3. Za ocjenu važnosti svakog pokazatelja koristio se *s-factor*. Navedena metodologija koristila se u sličnim istraživanjima (npr. Edum-Fotwe i McCaffera, 2000; Mathar i sur., 2020), gdje se pokušavalo rangirati određene varijable na temelju ocjena ispitanika. Za izračun *s-factora* koristila se formula:

$$s\text{-factor} = 100 * \sum x_i f_i / (x_{\max} * \sum f_i) \quad (1)$$

gdje je: *i* vrijednost između 1 i 5 na temelju usvojene nominalne ljestvice; x_i predstavlja kategorije ocjene ispitanika; x_{\max} je najveća vrijednost koju poprima x_i ; f_i predstavlja frekvenciju svake kategorije x_i ; $\sum f_i$ predstavlja ukupni broj odgovora. Vrijednosti *s-factora* kreću se između 0 i 100, viša vrijednost predstavlja višu razinu važnosti.

Tablica 3.

Pokazatelji cirkularnosti građevinskog sektora

Kod	POKAZATELJI CIRKULARNOSTI U GRAĐEVINSKOM SEKTORU	prosječna ocjena	standardna devijacija	s-factor	rank
IC-1	korištenje BIM-om (<i>Building Information Modeling</i>)	3.486486	0.926403	70	10
IC-2	odabir prerađenih materijala	3.972973	0.673562	79	1
IC-3	lanac dobave	3.810811	0.653622	76	7
IC-4	korištenje održivim poslovnim modelima	3.891892	0.780189	78	4
IC-5	relevantne nacionalne politike/okviri	3.891892	0.946589	78	4
IC-6	rizici i nesigurnosti	3.756757	0.815724	75	8
IC-7	suradnja među svim sudionicima	3.972973	0.978019	79	1
IC-8	znanje o CE-u	3.891892	0.845314	78	4
IC-9	integracija urbanizacije	3.756757	0.960466	75	8
IC-10	razvijena metodologija za ocjenu cirkularnosti	3.972973	0.653622	79	1

Izvor: istraživanje autora

Na temelju ocjena ispitanika i izračunatih *s-factora*, može se zaključiti kako svi identificirani indikatori imaju *s-factor* veći od 70. Čak tri pokazatelja imaju identičnu ocjenu (3,97), što znači da su korištenje i odabir prerađenih materijala, suradnja između svih sudionika u procesu razvoja cirkularnosti unutar poduzeća i razvijena metodologija za ocjenu cirkularnosti najvažniji pokazatelji u razvoju svijesti i korištenja konceptom CE unutar građevinskih poduzeća. Nakon njih, također tri pokazatelja dijele isti rezultat – korištenje održivim poslovnim modelima, relevantne nacionalne politike/okviri i znanje o CE-u dobili su prosječnu ocjenu 3,89. Ono što je iznenađujuće pri dobivenim rezultatima jest to da su ispitanici pokazatelj korištenje BIM-om (engl. *Building Information Modeling*) stavili na zadnje mjesto (prosječna ocjena 3,49).

U trećem dijelu anketnog upitnika ispitanicima su bile ponuđene 43 izjave koje se odnose na poslovanje prema načelima CE-a unutar njihova poduzeća, a koje su preuzete iz rada Nuñez-Cacho i sur. (2018). Ispitanici su se također koristili Likertovom ljestvicom od pet stupnjeva (1 = apsolutno se ne slažem; 5 = apsolutno se slažem), a njihovi rezultati prikazani su u Tablici 4.

Tablica 4.

Izjave za određivanje razine cirkularnosti poduzeća

IZJAVA	prosječna ocjena	standardna devijacija	rank
Naši proizvodi/usluge mogu se popraviti.	3.783784	0.999054	1
Imamo detaljan popis materijala i sastojaka proizvoda.	3.432432	0.924361	2
Naše usluge/proizvodi mogu se ponovno iskoristiti.	3.378378	1.087826	3
Naši proizvodi ne proizvode otpad tijekom svojeg vijeka trajanja.	3.351351	1.057872	4
Naše se poduzeće planira prilagoditi modelu cirkularne ekonomije .	3.324324	1.030719	5
Naši proizvodi/usluge mogu se redizajnirati.	3.324324	1.13544	6
Naše se poduzeće bavi ekološkim pitanjima.	3.27027	0.960466	7
Koristimo se mjerama za prevenciju, recikliranje i smanjenje količine otpada.	3.216216	0.719693	8
Naši su zaposlenici ekološki osviješteni.	3.189189	0.960466	9
Naše poduzeće ekološki osviješteno koristi se materijalima za rad.	3.162162	1.10164	10
Radimo na stalnom povećanju stope recikliranja otpada.	3.162162	0.792212	11
Povećavamo uporabu nove, obnovljive i tzv. čiste energije.	3.108108	1.048899	12
Uspješno upravljamo proizvedenim otpadom.	3.108108	0.991457	13
Smanjujemo utrošak energije prilikom rada.	3.081081	0.79697	14
Smanjujemo neopasni otpad koji se reciklira.	3.081081	0.806402	15
Naša tvrtka ima za cilj poboljšanje omjera: uporaba recikliranog proizvoda – proizvodnja.	3.027027	0.928442	16
Smanjujemo proizvodnju opasnog otpada.	3.000000	1.021508	17
Naše poduzeće koristi se učinkovitim tehnologijama za oporabu materijala.	2.972973	0.974146	18
Raspolažemo pokazateljima poboljšanja energetske učinkovitosti.	2.945946	1.099923	19
Smanjujemo utrošak energije prilikom rada.	2.945946	1.006595	20
Koristimo se pokazateljima za praćenje produktivnosti resursa.	2.918919	1.122042	21
Isprobavamo načine manje potrošnje goriva (pri radu strojeva).	2.837838	1.127085	22
U procesu gradnje koristimo se sastavnicama čvrstog otpada.	2.837838	0.952561	23
Imamo pokazatelje za poboljšanje upotrebe materijala.	2.810811	0.946589	24
Naše poduzeće povećava stopu recikliranja glomaznog otpada.	2.810811	1.06144	25
Vraćamo materijale proizvoda u opskrbi lanac.	2.783784	1.231287	26

Naše poduzeće smanjuje svoj ugljični „otisak“.	2.783784	0.930475	27
Smanjujemo količine proizvodnje ugljičnog dioksida.	2.783784	1.047095	28
Smanjujemo izravan unos materijala.	2.756757	0.856422	29
Naše je poduzeće oblikovano prema načelima kružne ekonomije.	2.702703	0.673562	30
Imamo pokazatelje kojima upravljamo materijalima.	2.621622	1.150327	31
Naše poduzeće ima plan (shemu) uporabe materijala.	2.621622	1.014079	32
Smanjujemo proizvodnju/korištenje primarnim mineralnim sirovinama.	2.594595	1.056083	33
Naša tvrtka ispituje učinkovitost resursa željeza.	2.459459	1.158514	34
Naša proizvodnja/korištenje sirovim čelikom veliko je.	2.405405	1.406171	35
Naše poduzeće koristi se BIM (<i>Building Information Modeling</i>) softwareom.	2.243243	1.23894	36
Koristimo se recikliranim asfaltom kako bismo dobili asfaltski bitumen.	2.216216	1.034381	37
Koristimo se pokazateljima poboljšanja učinkovitosti vode.	2.189189	1.075593	38
Koristimo se pokazateljima omjera ponovne uporabe vode u industriji.	2.027027	0.946589	39
Smanjujemo potrebnu količinu energije svakom proizvedenom tonom asfaltne mješavine.	2.000000	0.831788	40
Naše poduzeće reciklira vodu.	1.945946	0.895272	41
Kemikalijama iz okoliša koristimo se u procesu obrade vode.	1.918919	0.849775	42
Koristimo se agroindustrijskom energijom (šećer, biomasa etanola...).	1.648649	0.820346	43

Izvor: istraživanje autora

Tablica 4 prikazuje poredak 43 ponuđene izjave koje označavaju razinu cirkularnosti u građevinskim poduzećima koja su sudjelovala u ovom istraživanju. Iz navedene tablice izjava *Naši proizvodi/usluge mogu se popraviti* dobila je najveću prosječnu ocjenu (3,78). Slijede izjave *Imamo detaljan popis materijala i sastojaka proizvoda* (3,43) te *Naše usluge/proizvodi mogu se ponovno iskoristiti* (3,38). Posljednje je mjesto na tablici zauzela izjava o korištenju agroindustrijskom energijom (prosječna ocjena 1,64 sa standardnom devijacijom 0,82). Ono što je indikativno u rezultatima ovog istraživanja jest činjenica da je većina ispitanika na ponuđene pokazatelje i izjave o cirkularnosti odgovarala ocjenom 3 na većini pitanja. Ocjena 3 označava stav niti je važno niti je nevažno, što može značiti kako ispitanik nema mišljenje o određenom pitanju ili izjavi koja je bila iznesena u anketnom upitniku. Upravo to pokazuje nedovoljno poznavanje koncepta CE od strane građevinskih struka, koje bi trebale što prije preuzeti određena načela CE i početi ih primjenjivati u poslovanju građevinskih poduzeća i realizaciji građevinskih projekata.

5. ZAKLJUČAK

Kružna ekonomija predstavlja novi ekonomski model koji nastoji odvojiti ekonomski rast i razvoj od potrošnje ograničenih resursa. U građevinskom sektoru prijelaz s linearne na kružnu ekonomiju zahtijeva koncentraciju na sistematičnom razmišljanju, kako bi se shvatio cjelokupan životni vijek građevine i građevinski lanac vrijednosti. Taj prijelaz trebat će biti sistematičan i detaljan, kako na području EU-a tako i unutar granica RH. Zahtijevat će usklađivanje i surađivanje svih interesnih dionika na svim razinama – EU-u, nacionalnoj, regionalnoj, lokalnoj, ali i na internacionalnoj razini.

Istraživanje predstavljeno u ovom radu imalo je za cilj proučiti poznavanje ispitanika s pojmom CE i njegovih okvira u građevinskom sektoru. Ograničenje ovog istraživanja relativno je malen uzorak, no obzirom na još uvijek nedovoljno razvijen koncept kružne ekonomije u sektoru građevinarstva, ali i općenito u Republici Hrvatskoj, za buduća istraživanja definitivno se mora odabrati reprezentativni uzorak. Kao glavni rezultat istraživanja pokazalo se kako zaposlenici građevinskog sektora imaju vrlo malo saznanja o konceptu CE općenito, ali i u građevinarstvu. Međutim, na temelju analiziranih rezultata dobiven je popis pokazatelja cirkularnosti koji su važni prilikom korištenja i primjene CE-a u građevinskom sektoru. To su, prije svega, korištenje prerađenim materijalima, suradnja među sudionicima i razvoj metodologije za ocjenu cirkularnosti. Kao najmanje bitnu varijablu ispitanici su ocijenili korištenje informatičkim modeliranjem gradnje (engl. *Building Information Modeling* – BIM), što može biti dosta zabrinjavajuće s obzirom na to da je BIM metodologija koja se ističe kao budućnost i temelj digitalizacije građevinske industrije. No, upravo svi identificirani indikatori mogli bi predstavljati smjernice za definiranje i razvoj okvira za reguliranje primjene koncepta građevinske industrije u RH.

Rezultati trećeg dijela anketnog upitnika rangirali su 43 izjave koje su karakteristične za njihova poduzeća, a kojima se može odrediti razina cirkularnosti u nekom poduzeću. Prema dobivenim rezultatima, ispitanici su najboljom ocjenom ocijenili izjavu da se *naši proizvodi/usluge mogu popraviti*. Slijedi izjava *Imamo detaljan popis materijala i sastojaka proizvoda*, a najlošiju ocjenu dobila je izjava o korištenju agroindustrijskom energijom. Iz prikazanih podataka jasno je na kojim područjima građevinska poduzeća trebaju napredovati i u koja područja trebaju više usmjeriti svoj razvoj kako bi se približili cirkularnosti. Rezultati istraživanja pokazuju i nepoznavanje/nekoristištenje pokazateljima vezanima za obradu i recikliranje vode te poboljšanja učinkovitosti vode od strane ispitanika. Također, potrebno je poraditi na smanjenju utroška energije prilikom proizvodnje asfaltnih mješavina i koristiti se recikliranim asfaltom prilikom proizvodnje bitumena.

Nakon provedenog istraživanja, nameće se zaključak da hrvatska građevinska poduzeća nisu dovoljno upoznata s pojmom kružne ekonomije te je potrebno krenuti prije svega s edukacijom svih dionika gradnje. Tek kada se svi dionici gradnje upoznaju s nužnošću primjene kružne ekonomije, a samim time i

kružne gradnje, moći će se razmišljati o okvirima ocjene održivosti zgrada te koji od dostupnih okvira preuzeti i implementirati u svako poduzeće. Iako je koncept kružnoga gospodarstva još uvijek općenito površan i neorganiziran, njegova važnost i implementacija neupitne su u svim sektorima gospodarstva, pa tako i u građevinarstvu. U kontekstu hrvatskoga građevinarstva bilo bi poželjno da svi dionici gradnje budu educirani o nužnosti primjene cirkularne gradnje i sveopće kružne ekonomije, što bi predstavljalo značajan korak prema ekološki osvještenijoj gradnji, industriji, a naposljetku i cijelom gospodarstvu. Naravno, treba uzeti u obzir potrebnu količinu vremena koja treba proći kako bi se ideja cirkularnosti upoznala, usvojila i u praksi primijenila. Upravo iz razloga što je promjena nužna, ali i dugotrajna, potrebno je djelovati odmah i pokrenuti što raniji proces edukacije dionika gradnje o nužnosti implementacije načela CE u sve aspekte gradnje – od projektiranja pa do rušenja građevine. Ako se želi stvoriti cirkularna građevina, kao i sektor u cijelosti, potrebno je educirati izravne i neizravne dionike gradnje, predstaviti načine i principe implementacije te kontinuirano raditi na poboljšanjima i prednostima koje kružno gospodarstvo donosi sa sobom.

LITERATURA

Akinade, O. O.; Oyedele, L. O. (2019). "Integrating construction supply chains within a circular economy: an ANFIS-based waste analytics system (A-WAS)". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 229, str. 863-873. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.232>.

Andrews, D. (2015). "The circular economy, design thinking and education for sustainability". *Local Economy*, Vol. 30, No. 3, str. 305-315. <https://doi.org/10.1177/0269094215578226>

Benachio, G. L. F.; Freitas, M. dC. D.; Tavares, S. F. (2020). "Circular economy in the construction industry: A systematic literature review". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 260, str. 121046. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121046>

CEN, Europska komisija za standardizaciju (2017). CEN/TC 442 Business Plan. Building information modelling (BIM). Dostupno na: standards.cen.eu/BP/1991542.pdf [pristup: 31/1/2021]

Eberhardt, L.; Birgisdottir, H.; Birkved, M. (2019). "Comparing life cycle assessment modelling of linear vs. circular building components". *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, Vol. 225, str. 012039. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012039>

Edum-Fotwe, F. T.; McCaffer, R. (2000). "Developing project management competency: perspectives from the construction industry". *International Journal of Project Management*, Vol. 18, No. 2, str. 111-124. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(98\)90075-8](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(98)90075-8)

Ellen MacArthur Foundation (2015). *Delivering the circular economy - a toolkit for policy makers*. UK. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_PolicyMakerToolkit.pdf [pristup: 16/2/2021]

Esa, M. R.; Halog, A.; Rigamonti, L. (2017). "Developing strategies for managing construction and demolition wastes in Malaysia based on the concept of circular economy". *Journal of Material Cycles and Waste Management*, Vol. 19, No. 3, str. 1144-1154. <https://doi.org/10.1007/s10163-016-0516-x>

European Commission - Environment. (n. d). Level (S): a Guide To Europe's New Reporting Framework, str. 1-12. https://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/Level_publication_EN.pdf [pristup: 16/2/2021]

Europska komisija (2020). Komunikacija komisije europskom parlamentu, vijeću, europskom gospodarskom i socijalnom odboru i odboru regija. Novi akcijski plan za kružno gospodarstvo za čišću i konkurentniju Europu. Bruxelles. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0098&from=DA> [pristup: 12/2/2021]

Europski parlament (2018). Direktiva o ekološkom dizajnu. <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20180522STO04021/direktiva-o-ekoloskom-dizajnu-za-energetsku-ucinkovitost-i-vise-recikliranja> [pristup: 12/2/2021]

Geissdoerfer, M.; Savaget, P.; Bocken, N. M. P.; Jan, E. (2017). "The Circular Economy e A new sustainability paradigm?". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 143, str. 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

Ghisellini, P.; Ripa, M.; Ulgiati, S. (2018). "Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 178, str. 618-643. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.207>

Helander, H.; Petit-Boix, A.; Leipold, S.; Bringezu, S. (2019). "How to monitor environmental pressures of a circular economy: an assessment of indicators". *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 23, No. 5, str. 1278-1291. <https://doi.org/10.1111/jiec.12924>

Hieminga, G. (2015). Rethinking Finance in a Circular Economy - Financial Implications of Circular Business Model. ING Economics Department, The Netherlands. Dostupno na: www.ing.nl/media/ing_ezb_financing-the-circular-economy_tcm162-84762.pdf [pristup: 31/1/2021]

Hossain, M. U.; Ng, S. T.; Antwi-Afari, P.; Amor, B. (2020). "Circular economy and the construction industry: Existing trends, challenges and prospective framework for sustainable construction". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 130, str. 109948. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109948>

Højbye, L.; Sand, H. (2018). Circular economy in the Nordic construction sector: identification and assessment of potential policy instruments that can accelerate a transition toward a circular economy. Nordisk Ministerråd, Denmark. <https://doi.org/10.6027/TN2018-517>

Kirchherr, J.; Reike, D.; Hekkert, M. (2017). "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions". *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 127, str. 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

Mathar, H.; Assaf, S.; Hassanain, M. A.; Abdallah, A.; Sayed, A. M. Z. (2020). "Critical success factors for large building construction projects: Perception of consultants and contractors". *Built Environment Project and Asset Management*, Vol. 10, No. 3, str. 349-367. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-07-2019-0057>

Minunno, R.; O'Grady, T.; Morrison, G.; Gruner, R.; Colling, M. (2018). "Strategies for applying the circular economy to prefabricated buildings". *Buildings*, Vol. 8, No. 9, str. 125. <https://doi.org/10.3390/buildings8090125>

Mirata, M. (2004). "Experiences from early stages of a national industrial symbiosis programme in the UK: Determinants and coordination challenges". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 12, No. 8-10, str. 967-983. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2004.02.031>

NN 84/21. Zakon o održivom gospodarenju otpadom.

Núñez-Cacho, P.; Górecki, J.; Molina, V.; Corpas-Iglesias, F. A. (2018). "New Measures of Circular Economy Thinking In Construction Companies". *Journal of EU Research in Business*, str. 1-16. <https://doi.org/10.5171/2018.909360>

Núñez-Cacho, P.; Górecki, J.; Molina-Moreno, V.; Corpas-Iglesias, F. A. (2018) "What Gets Measured, Gets Done: Development of a Circular Economy Measurement Scale for Building Industry". *Sustainability*, Vol. 10, str. 2340. <https://doi.org/10.3390/su10072340>

Palafox-Alcantar, P. G.; Hunt, D. V. L.; Rogers, C. D. F. (2020). "The complementary use of game theory for the circular economy: A review of waste management decision-making methods in civil engineering". *Waste Management*, Vol. 102, str. 598-612. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.11.014>

Pauliuk, S.; Arvesen, A.; Stadler, K.; Hertwich, E. G. (2017). "Industrial ecology in integrated assessment models". *Nature Clim Change*, Vol. 7, str. 13-20. <https://doi.org/10.1038/nclimate3148>

Schiller, G.; Lützkendorf, T.; Gruhler, K.; Lehmann, I.; Mörmann, K.; Knappe, F.; Muchow, N. (2019). "Material flows in buildings' life cycle and regions-material inventories to support planning towards circular economy". *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.*, Vol. 290, str. 012031. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/290/1/012031>

Stephan, A.; Athanassiadis, A. (2018). "Towards a more circular construction sector: estimating and spatialising current and future non-structural material replacement flows to maintain urban building stocks". *Resour Conserv Recycl*, Vol. 129, str. 248-262. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.022>

Zimmann, R.; O'Brien, H.; Hargrave, J.; Morrell, M. (2016). *The Circular Economy in the Built Environment*. London, UK: Arup.

Lana Lovrenčić Butković, PhD

Assistant Professor

University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering

E-mail: llovrencic@grad.hr

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7276-1851>**Mirta Mihaljević, mag. ing. aedif.**

Art-graditeljstvo d. o. o.

E-mail: mirta.mihaljevic@art-grad.hrOrcid: <https://orcid.org/0000-0003-4505-3811>**UNDERSTANDING THE CONCEPT OF CIRCULAR ECONOMY IN THE CONSTRUCTION SECTOR*****Abstract***

For many years, the construction industry has been operating according to the principle of a linear economy with products used and then discarded as waste. Significant price rise, increased instability in global commodity markets and harmful by-products have led to a re-examination of such an economy in terms of raw material and energy consumption. Circular Economy is a new economic model that seeks to separate economic growth and development from the consumption of limited resources. In the construction sector, the transition from a linear to a circular economy requires a focus on complex and systematic thinking about the sustainability and use of renewable materials, taking into account the life span and the value chain of a building. Circular economy is based on the principle of circulation of materials in the process of using and preventing the generation of new, unnecessary waste through activities that "restore" the properties of materials that remain in use. The aim of this paper is to examine the knowledge and application of the concept of circular economy in the construction sector of the Republic of Croatia on the basis of the existing frameworks both at the European and national levels and to identify the indicators of circularity. To this end, a survey was conducted using a questionnaire showing that employees in construction companies, primarily in the building construction sector, are still insufficiently familiar with the concept of circular economy. However, the survey pointed to the circularity indicators in construction that may be important for defining future frameworks, guidelines, and business strategies of construction companies in the context of the circular economy.

Keywords: *circular economy, construction sector, building construction, circularity indicators*

JEL classification: *L25, L74, Q01, Q52, Q56*

