

**UNIVERZITET U NIŠU
INOVACIONI CENTAR**

CIRKULARNA EKONOMIJA



Urednici
Dragoljub Živković
Zorana Stanković
Milena Rajić

Niš, 2024.

Naslov publikacije: **CIRKULARNA EKONOMIJA**

Autori: Ana Kitić, Ana Milijić, Anastasija Gorgiev Stojanović, Andreja Todorović, Andrija Popović, , Gordana Janković, Jovan Conić, Maja Koračević, , Marija Kodrić, Marko Mančić, Maša Randelović, Mihajlo Stojanović, Milena Rajić, Milan Marković, Milenko Tanović, Milica Đokić, Miloš Golubović, Miljana Talić, Peđa Milosavljević, Žarko Rađenović, Žarko Vranjanac, Zorana Stanković.

Urednici: dr Dragoljub Živković, redovni profesor
Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu, u penziji
dr Zorana Stanković, docent
Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu
dr Milena Rajić, docent
Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu

Recenzenti: dr Gordana Stefanović, redovni profesor
Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu,
dr Snežana Radukić, redovni profesor
Ekonomskog fakulteta Univerziteta u Nišu.

Izdavač: Inovacioni centar Univerziteta u Nišu
Univerzitetski Trg 2, 18000 Niš

Lektura i korektura: Aleksandra Spasić

Korice: Dragana Dimitrijević Jovanović, master arhitekture

Tehnička obrada: Saša Đorđević, inž. elektrotehnike i računarstva

Štampa: „Unigraf X-copy”, Niš

Tiraž: 150 primeraka

ISBN 978-86-81840-02-3

PREDGOVOR

U svetu koji se ubrzano transformiše i prihvata značaj održivog razvoja, principi cirkularne ekonomije postaju jedan od fundamentalnih pokretača privrednog rasta. Potreba da se postojeći modeli proizvodnje i potrošnje prilagode novoj paradigmi razvoja postaje sve prisutnija. Tehno-ekonomska tema cirkularne ekonomije suštinski promoviše multidisciplinarni pristup i postaje sve značajnija kako za proizvodne tako i za uslužne sisteme. Verujemo da je oblast cirkularne ekonomije povoljna za sinergiju inženjerskih i ekonomskih znanja a takođe i za transfer tehnologije koja će omogućiti efikasnije korićenje resursa i optimalno upravljanje na mikro i makronivou. U tom smislu, ovaj rukopis je rezultat potrebe da se mladi istraživači, koji se direktno ili indirektno bave ovom temom, motivišu da predlažu inovativna rešenja za realne probleme u industriji.

Zbornik radova „Cirkularna ekonomija” predstavlja doprinos objašnjenju aktuelne problematike cirkularne ekonomije, kojoj se u poslednje vreme pridaje veliki značaj. Rukopis je prevashodno namenjen domaćoj naučnoj publici, studentima i široj stručnoj javnosti. Grupu autora čine istraživači Inovacionog centra Univerziteta u Nišu i istraživački tim sa Katedre za menadžment u mašinskom inženjerstvu Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Sveobuhvatan pristup analizi interdisciplinarnog fenomena od strane velikog broja autora sa ekonomskim, menadžerskim, inženjerskim, pravnim i medicinskim kompetencijama, omogućio je zaokruživanje znanja iz ove oblasti. Bilo bi korisno da čitalac, radi razumevanja sadržaja, osim ekonomskih, poseduje i određena inženjerska i menadžerska znanja.

Rukopis čine tri poglavlja. Svako se sastoji od četiri rada, koji su logički i funkcionalno strukturirani i usaglašeni sa predmetom istraživanja, i koji su bazirani na relevantnoj domaćoj i inostranoj literaturi. Prvo poglavlje, pod nazivom „Cirkularna ekonomija i održivi razvoj”, sagledava međuzavisnost ova dva pojma, pri čemu je prvi predstavljen kao imperativ opstanka savremenog društva. U ovom poglavlju se mapiraju potencijali za tranziciju od linearnog ka cirkularnom modelu privrednog razvoja, koji s jedne strane promoviše smanjenje otpada i zagađenja, a sa druge strane ističe povećanje produktivnosti resursa. S tim u vezi, objašnjen je i cilj ostvarivanja pravedne raspodele resursa u održivom društvu. Na kraju prvog poglavlja prikazano je dubinsko razumevanje načina na koji filozofija i pravo oblikuju i reflektuju naše koncepte pravednosti u kontekstu upotrebe ograničenih resursa.

U drugom poglavlju, koje nosi naziv „Merenje i analiza cirkularne ekonomije”, fokus je na kvantitativnim metodama za merenje i evaluaciju performansi iste. Uz razumevanje kontekstualne prirode institucionalnih, regulatorinih i metodoloških okvira za njen razvoj, predloženi su pravci daljih istraživanja kako bi se razumela njihova prilagodljivost različitim scenarijima.

Ovaj deo Zbornika nudi uvide za donosiocce javnih politika, industrijske lidere i istraživače koji teže održivim i inkluzivnim ekonomskim promenama. Obrađeni su i indikatori relevantni na nacionalnom i na nivou preduzeća, kojima se meri napredak u implementaciji cirkularnih strategija. Načelno, indikatori cirkularne ekonomije se mogu klasifikovati na ekonomske indikatore, indikatore održivog razvoja i indikatore zaštite životne sredine. Bolje razumevanje indikatora ima za cilj da istakne mogućnosti za njihovu primenu i modeliranje primenom savremenih softverskih rešenja u teoriji i praksi.

Treći deo monografije „Primena principa cirkularne ekonomije u industriji” je aplikativnog karaktera i osvetljava pitanja kao što su optimalno upravljanje komunalnim i industrijskim otpadom i njihov uticaj na ekosistem. Sve veća industrijalizacija dovela je do povećanja proizvodnje otpada koji predstavlja trošak i veliki ekološki izazov. Posebna pažnja je skrenuta na neophodnost investiranja u infrastrukturu kao preduslovu za sprovođenje principa cirkularne ekonomije. Na kraju su predstavljene zelene javne nabavke koje se mogu posmatrati kao važan instrument za promovisanje zelenog rasta u budućem periodu.

Hronološki na kraju, ali ne i po značaju, posebnu zahvalnost dugujemo recenzentima: dr Gordani Stefanović, redovnom profesoru Mašinskog fakulteta u Nišu, i dr Snežani Radukić, redovnom profesoru Ekonomskog fakulteta u Nišu, na konstruktivnim predlozima i sugestijama koje su suštinski i formalno poboljšale kvalitet rukopisa koji je pred Vama. Odgovornost za eventualne nedostatke i nejasnoće imaju isključivo autori radova. Kritičko mišljenje vas čitalaca je neophodno kako bismo mogli da unapredimo sledeće izdanje na ovu temu.

U Nišu, 2024. godine

Urednici

SADRŽAJ

DEO 1: CIRKULARNA EKONOMIJA I ODRŽIVI RAZVOJ

1. MEĐUZAVISNOST CIRKULARNE EKONOMIJE I ODRŽIVOG RAZVOJA.....	1
Milan Marković, Milica Đokić	
2. CIRKULARNA EKONOMIJA KAO IMPERATIV OPSTANKA SAVREMENOG DRUŠTVA	27
Miloš Golubović, Gordan Janković	
3. MAPIRANJE POTENCIJALA ZA TRANZICIJU – OD LINEARNOG KA CIRKULARNOM MODELU PRIVREDNOG RAZVOJA	51
Gordan Janković, Miloš Golubović	
4. PRAVEDNA RASPODELA RESURSA U ODRŽIVOM DRUŠTVU.....	71
Mihailo Stojanović, Anastasija Gorgiev Stojanović, Jovan Conić	

DEO 2: MERENJE I ANALIZA CIRKULARNE EKONOMIJE

1. INSTITUCIONALNI OKVIR ZA RAZVOJ CIRKULARNE EKONOMIJE.....	93
Andrija Popović, Andreja Todorović, Zorana Z. Stanković	
2. METODOLOŠKI OKVIRI ZA MERENJE I PROCENU STEPENA RAZVOJA CIRKULARNE EKONOMIJE.....	119
Andrija Popović, Milenko Tanović	
3. INDIKATORI CIRKULARNE EKONOMIJE U EKOSOCIJALNOM SISTEMU	145
Žarko Vranjanac, Zorana Z Stanković, Milena Rajić, Marko Mančić	
4. PRIMENA METODA ZA VIŠEKRITERIJUMSKO ODLUČIVANJE U EVALUACIJI PERFORMANSI INDIKATORA CIRKULARNE EKONOMIJE.....	171
Žarko Rađenović, Milena Rajić	

DEO 3: PRIMENA PRINCIPA CIRKULARNE EKONOMIJE U INDUSTRIJI

- 1. UPRAVLJANJE KOMUNALNIM OTPADOM U
REPUBLICI SRBIJI – STANJE I PERSPEKTIVE.....199**
Peđa Milosavljević, Maša Randelović, Milenko Tanović
- 2. PROCENA UTICAJA INDUSTRIJSKOG OTPADA NA EKOSISTEM221**
Marija Kodrić, Maja Koraćević, Maša Randelović
- 3. INVESTICIJE U INFRASTRUKTURU KAO PREDUSLOV ZA
SPROVOĐENJE PRINCIPA CIRKULARNE EKONOMIJE.....249**
Milijić Ana, Miloš Golubović, Gordan Janković
- 4. ZELENE JAVNE NABAVKE – TEORIJA I PRAKSA267**
Andreja Todorović, Miljana Talić, Zorana Z. Stanković, Ana Kitić

DEO 1

CIRKULARNA
EKONOMIJA I
ODRŽIVI RAZVOJ

1. MEĐUZAVISNOST CIRKULARNE EKONOMIJE I ODRŽIVOG RAZVOJA

Milan Marković*, Milica Đokić

Inovacioni centar, Univerzitet u Nišu, Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, Srbija

Rezime: Cilj rada jeste utvrđivanje relacije između koncepta cirkularne ekonomije i paradigme održivog razvoja, na osnovu pregleda naučne literature, osnovnih determinanti ovih problema i sprovedene korelacione analize. U praktičnom smislu, za sagledavanje nivoa razvoja cirkularne ekonomije korišćen je Globalni indeks otpada (GIO), dok je za procenu stepena održivog razvoja upotrebljena grupa indikatora: Indeks ciljeva održivog razvoja (ICOR) koji obuhvata svih 17 ciljeva, Indeks humanog razvoja (IHR) i Indeks ekoloških performansi (IEP). Istraživanje, na primeru 38 zemalja Organizacije za ekonomsku saradnju i razvoj (OESR), pokazuje srednje jaku korelaciju između cirkularne ekonomije i održivog razvoja, pri čemu je najjača povezanost cirkularne ekonomije i Indeksa humanog razvoja. Zaključuje se da visoko razvijena društva imaju bolje uslove za razvoj i primenu prakse i principa cirkularne ekonomije, koji rezultiraju smanjenjem otpada i ostvarenjem ciljeva održivog razvoja.

Ključne reči: cirkularna ekonomija, održivi razvoj, upravljanje otpadom, humani razvoj, životna sredina, zemlje OESR-a

Uvod

Dugi niz godina ekonomski ciljevi i privredni razvoj bili su globalni prioritet. Nakon ratnih sukoba, koji su imali katastrofalne posledice po privredu mnogih zemalja i međunarodnu ekonomiju uopšte, polovinu prošlog veka obeležila su nastojanja za stabilizacijom ratom razorenih privreda, a zatim i ubrzanje ekonomskog rasta i poboljšanje životnog standarda stanovništva. Međutim, intenzivan privredni rast i razvoj je ostavljao sve više posledica po životnu sredinu, uništavanjem prirodnih resursa, zagađivanjem vazduha, vode i zemljišta i ugrožavanjem opstanka pojedinih vrsta. Povećana emisija štetnih gasova, globalno zagrevanje, uništavanje prirodnih ekosistema i sve turbulentnije

* Kontakt mejl: markovicmilan89@gmail.com

klimatske promene, postale su očigledan dokaz da resursi planete Zemlje nisu beskrajni i neiscrpn i da je ljudski faktor osnovni uzrok takvih promena. Osim toga, ekonomski napredak često je bio praćen sve većim nejednakostima i društvenim jazom, dok su dispariteti u distribuciji dohotka postajali sve veći. Ovako ozbiljne posledice po okolinu i društvo nisu mogle biti zanemarene i pretile su da u potpunosti neutrališu pozitivne efekte ekonomskog razvoja. Uništavanje prirodne sredine i siromaštvo su zapravo blisko povezani. Siromaštvo dovodi do neke vrste ekološkog pritiska zbog nedovoljne zainteresovanosti za ekološke ciljeve, a glavni uzrok stalnog pogoršanja životne sredine je neodrživ obrazac proizvodnje i potrošnje, posebno u zemljama u razvoju, koji predstavlja razlog za ozbiljnu zabrinutost, s obzirom na sve veće siromaštvo i nejednakost [1]. Upotreba obnovljivih resursa i energije u proizvodnji, maksimalno iskorišćavanje proizvoda i recikliranje postali su imperativ današnjice i upravo u tome se ogleda ogroman značaj cirkularne ekonomije kao podrške održivom razvoju. Jasno je da se ekonomski ciljevi ne mogu posmatrati odvojeno od uticaja koji će njihovo ispunjavanje imati na zajednicu i prirodnu sredinu, a da se prosperitet današnjeg društva ne sme favorizovati po svaku cenu, koju bi plaćale buduće generacije.

Cirkularna ekonomija i održivi razvoj su neke od vrlo aktualnih tema današnjice. Naučna zajednica sve više proučava ove probleme i pri razmatranju razvoja savremenih ekonomija svrstava ih u sam vrh. Globalna dešavanja poput pandemije, nestašice energenata i zastoja u lancima snabdevanja dodatno su pospešili interesovanje za cirkularnu ekonomiju i održivi razvoj. Evropska unija, Japan i Kina dosta sredstava i napora ulažu u razvijanje prakse cirkularne ekonomije u cilju postizanja održivog društveno-ekonomskog razvoja. Zato se i ovo istraživanje bavi teorijskim određenjem koncepta cirkularne ekonomije i utvrđivanjem veze sa različitim dimenzijama održivog razvoja društva. Ekološka dimenzija održivosti se u velikoj meri može ostvariti adekvatnim implementiranjem principa cirkularnosti u svim sferama, kako u proizvodnji, tako i u potrošnji.

Održivi razvoj podrazumeva da se trenutno društveno blagostanje ne smanjuje tokom vremena. Cilj je da i buduće generacije priušte sebi najmanje istu resursnu bazu, kako u pogledu obima tako i sa stanovišta kvaliteta. Društva su još u prošlom veku uvidela da favorizovanje ekonomskog razvoja nije dovoljno za očuvanje kvaliteta života ljudi. Naročito je izražen problem očuvanja ekološkog kapaciteta, kao i prirodnih resursa, tako da je zaštita životne sredine ključno pitanje koje će se postavljati u budućem održivom društvu.

Na putu ka održivosti, istraživačka zajednica je dokazala nedostatak prethodnog modela linearne ekonomije. Raniji model imao je za cilj povećanje efikasnosti u upravljanju resursima i nije vodio računa o problemu sve većeg stvaranja otpada. Rastuća količina hrane, koja se baca u razvijenim zemljama, neadekvatne poljoprivredne prakse, brzi urbani razvoj i buran razvoj industrije jesu ključne determinante nastanka novog, alternativnog koncepta cirkularne

ekonomije. Koncept cirkularne ekonomije razvio se iz ekološke ekonomije, ekonomije životne sredine i industrijske ekologije, kako bi se smanjio ekološki teret razvijenih zemalja [2].

Glavna hipoteza istraživanja jeste da cirkularna ekonomija doprinosi održivom razvoju u svakom smislu – ekonomskom, ekološkom i društvenom. Takođe, poglavlje polazi od činjenice da razvijene zemlje imaju višu društvenu svest o potrebi za primenom cirkularne ekonomije, te se očekuje pozitivna veza između cirkularne ekonomije i ljudskog razvoja. Ovaj rad značajan je za teoretičare, kako bi ustanovili osnovne principe održivog razvoja na kojima se temelji cirkularna ekonomija, ali i za praktičare, kako bi sagledali značaj cirkularnih rešenja u održivom društvu. Takođe, s obzirom na značaj pitanja održivosti među kreatorima ekonomske politike, studija može doprineti dubljem razumevanju koncepta cirkularne ekonomije u funkciji održivog razvoja, imajući u vidu sve dimenzije ukupnog razvoja društva – ekonomsku, ekološku i socijalnu.

Rad se, nakon uvoda, sastoji od nekoliko celina. Najpre, je prikazan koncept cirkularne ekonomije, zajedno sa njenim karakteristikama, elementima i principima. Dalje, ukazano je na mesto cirkularne ekonomije u održivom razvoju društva. Zatim, predstavljeni su najistaknutiji pokazatelji održivog razvoja i, potom, određene njihove veze sa *Globalnim indeksom otpada*, koji je korišćen kao indikator cirkularne ekonomije. Međuzavisnost cirkularne ekonomije i održivog razvoja dovedena je u vezu sa najrelevantnijim dosadašnjim istraživanjima. U zaključnim razmatranjima date su preporuke i opravdanost prelaska na novi model ekonomskog razvoja koji će u fokusu u potpunosti imati cirkularnu ekonomiju.

1. Cirkularna ekonomija – nastanak, principi i elementi

U naučnoj i stručnoj zajednici, smatra se da su pojam cirkularne ekonomije među prvima predložili ekonomisti Pearce i Turner [3] kako bi (sa ekonomskog stanovišta) istakli glavne funkcije životne okoline: prirodna lepota, baza resursa za ekonomiju, odlaganje otpada i omogućavanje opstanka ekosistema [4], [5]. Iako je teorijski koncept cirkularne ekonomije nastao još krajem dvadesetog veka, radovi na ovu temu intenziviraju se tek poslednjih nekoliko godina. Naučnici su počeli da istražuju cirkularnu ekonomiju i stepen njenog razvoja na nacionalnom nivou tek sa povećanom primenom principa iste u privrednoj praksi. Tada dolazi do istraživanja na nadnacionalnom nivou (primer Evropske unije). Odgovorno korišćenje materijala, prirodnih i drugih resursa jeste nešto što najbolje opisuje temelje cirkularne ekonomije. Time se resursi duže čuvaju u procesu što:

- smanjuje upotrebu prirodnih resursa (sirovina) u narednim procesima proizvodnje,
- poboljšava stanje u trgovinskim bilansima zemalja zavisnih od uvoza,

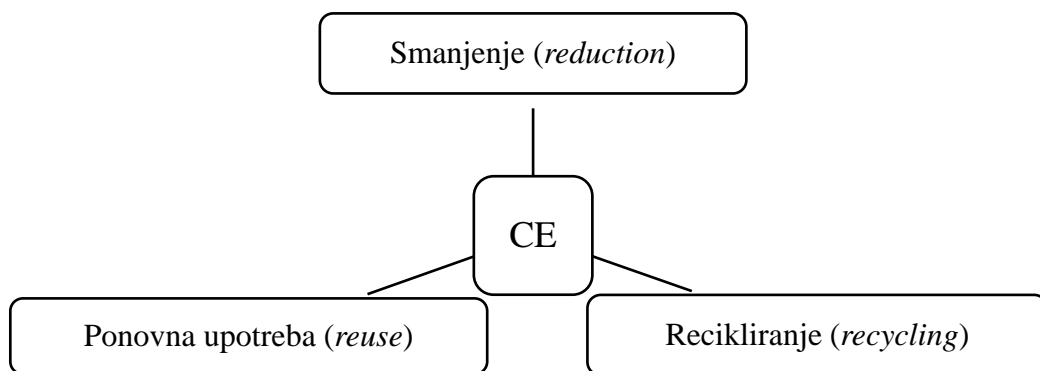
- unapređuje kvalitet života ljudi očuvanjem prirodne (životne) sredine i čitavog ekosistema.

Iako se vezuje uglavnom za zaštitu okruženja, cirkularna ekonomija svoj uticaj ostvaruje i u drugim oblastima (ekonomija, mašinstvo, poljoprivreda, biotehnologija), tako da se radi o multidisciplinarnoj temi, koja je povezana sa većinom ciljeva održivog razvoja. Predložena definicija cirkularne ekonomije koju su dali Kirchherr, Reike i Hekkert [6, str. 229] najbolje opisuje povezanost sa održivim razvojem: „Ekonomski sistem koji zamenjuje koncept kraja životnog veka smanjenjem, alternativnom ponovnom upotrebom, recikliranjem i obnavljanjem materijala u procesima proizvodnje/korišćenja i potrošnje. Svoj uticaj ostvaruje na mikronivou (proizvodi, kompanije, potrošači), mezonivou (eko-industrijski parkovi) i makronivou (grad, region, država i šire) sa ciljem ostvarenja održivog razvoja, istovremeno stvarajući kvalitet životne sredine, ekonomski prosperitet i društvenu jednakost u cilju korišćenja sadašnjim i budućim generacijama”.

Morseletto [7] u svojoj studiji ističe nekoliko načela na kojima se cirkularna ekonomija zasniva:

- smanjenje upotrebe resursa kao ulaznih elemenata u proizvodnji, kao i redukcija otpadnih materija,
- što duže očuvanje resursa unutar sistema,
- ponovno uključenje resursa u sistem nakon okončanja njihovog životnog ciklusa.

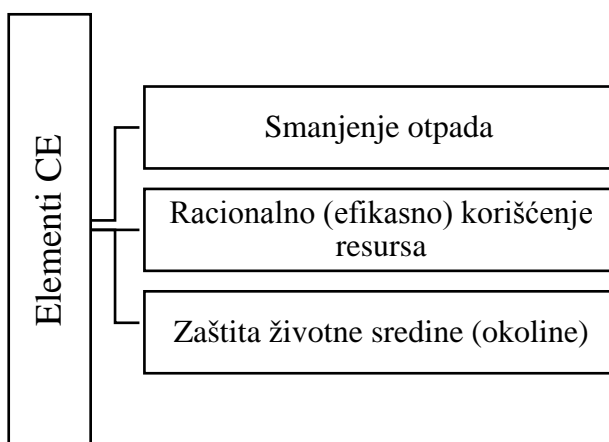
Na slici 1 prikazani su široko prihvaćeni principi cirkularne ekonomije: smanjenje (otpada ili potrošnje resursa/sirovina), ponovna upotreba i recikliranje. Oni se mogu definisati skraćenicom 3R, imajući u vidu početna slova navedenih principa na engleskom jeziku (*reduction, reuse, recycling*).



Slika 1. Principi cirkularne ekonomije – 3R
 Izvor: prezentacija autora na osnovu [8] i [9]
 Napomena: CE – cirkularna ekonomija

Prvi princip odnosi se na smanjenje otpada koji je krajnji rezultat nekog proizvodnog procesa. Otpad može biti različite vrste: ambalažni, komunalni, biološki, elektronski i sl. Radi se o osnovnom principu ovog koncepta. Drugi princip podrazumeva ponovno korišćenje resursa. On je u funkciji prethodnog principa. Zahteva da se resursi ponovo vraćaju u proces proizvodnje, čime dobijaju novu svrhu, a otpad se, pritom, značajno minimizira. Konačno, treći princip je, može se reći, srž koncepta cirkularne ekonomije. Podrazumeva recikliranje proizvoda koji se na taj način ponovo vraćaju u proces proizvodnje kao inputi (sirovine). Zapravo, u širem smislu, cirkularna ekonomija na otpad ne gleda kao na problem, već kao na resurs [10]. Time se vrši odgovorno korišćenje resursa, jer se mogu značajno smanjiti nove potrebne sirovine, koje bi se koristile u novom ciklusu proizvodnje. Radi se o bitnoj funkciji cirkularne ekonomije sa stanovišta zaštite životne sredine, ali i čisto ekonomskom smislu (potrošnja resursa se smanjuje jer isti duže ostaju u proizvodnji/ekonomiji). Bitno je naglasiti da cirkularna ekonomija ne podrazumeva samo reciklažu materijala, već i kreiranje dodatne vrednosti kroz razvoj usluga i inteligentnih rešenja [11]. Time se mogu obezbediti dinamične i održive stope privrednog rasta, uz istovremeno očuvanje neobnovljivih resursa. To dalje utiče na povećanje zaposlenosti, kvalitet okruženja, ali i ukupni kvalitet života ljudi, imajući u vidu i zdravstvene benefite.

Cirkularna ekonomija je u prvom redu indikator održivosti životne sredine. Međutim, ovaj koncept prouzrokuje šire društvene koristi. Direktno omogućava osnivanje preduzeća u oblasti reciklažne industrije, što doprinosi otvaranju novih radnih mesta, utiče na tehnološki razvoj i unapređenje strukture privrede. Socijalne koristi reflektuju se na zdravstveno stanje stanovništva, usled smanjenja zagađenja, kao i opstanak čovečanstva u krajnjoj instanci. Koncept se bazira na novim poslovnim modelima, kao i odgovornim pojedincima/potrošačima.



Slika 2. Elementi koncepta cirkularne ekonomije

Izvor: [12].

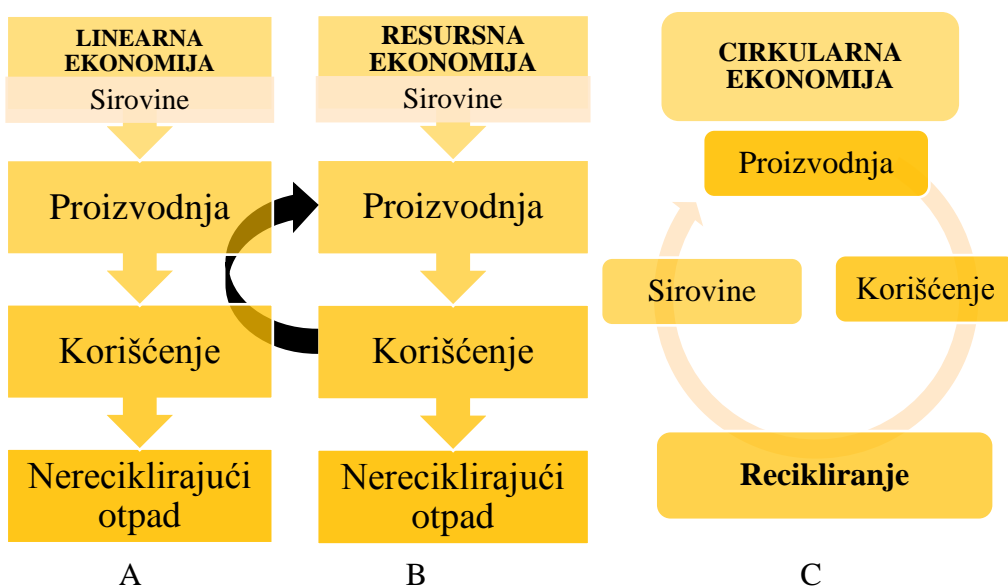
Napomena: CE – cirkularna ekonomija

Osnovni elementi koncepta cirkularne ekonomije prikazani su na slici 2. Redukovanje otpada, racionalna upotreba svih resursa (pre svega prirodnih) i zaštita životne okoline jesu najvažniji elementi koji oslikavaju ovaj inovativni koncept.

Njihov dominantni cilj jeste da doprinesu zaštiti ekosistema smanjenjem otpada i povećanjem produktivnosti resursa. Za to su neophodne sledeće aktivnosti [13]:

- primena naprednih i inovativnih tehnologija,
- korišćenje obnovljivih resursa i izvora energije,
- unapređenje efikasnosti proizvodnog procesa kroz nova tehnološka rešenja,
- razvoj industrije reciklaže,
- uključenje naučnoistraživačkih organizacija, organizovanje stručnih skupova, povezivanje nauke i privrede i edukovanje potrošača radi podizanja njihove svesti o ovom problemu.

Slika 3 ilustrativno opisuje tranziciju od linearne ka cirkularnoj ekonomiji. Osnovna težnja u linearnoj ekonomiji jeste ekonomski efikasna, odnosno, racionalna upotreba resursa. Poštovanje samo tog pravila često implicira stvaranje otpada koji se ne može reciklirati. Matrica „uzmi–iskoristi–baci” najbolje opisuje model linearne ekonomije koji je jednosmeran (A).



Slika 3. Tranzicija od linearne ka cirkularnoj ekonomiji

Izvor: prilagođeno prema [14]

Primena linearne ekonomije je prouzrokovala sledeće [15]:

- izgublenu vrednost, imajući u vidu resurse koji se nisu ponovo koristili,

- zavisnost od (uvoza) sirovina, što izaziva skuplje sirovine u uslovima njihovog otežanog uvoza, ukoliko se ne mogu obezbediti u zemlji,
- povećani otpad koji negativno utiče na životnu sredinu, dovodi do klimatskih promena i povećava efekat staklene bašte.

Stoga je linearna ekonomija zamenjena alternativnim konceptom cirkularne ekonomije, koja je po svojoj prirodi regenerativna (C). Zbog toga se neretko u naučnoj i stručnoj literaturi upotrebljava sinonim „kružna ekonomija”. Vraćanje materijala u ponovnu proizvodnju uz pomoć procesa reciklaže doprinosi da se potrošnja materijala, energije i vode značajno smanjuje. Na putu između linearnog i cirkularnog modela, stoji model koji se zasniva na ponovnoj upotrebi resursa, gde se resursi vraćaju u proces proizvodnje, ali bez korišćenja istih kao sirovine (B). I ovaj model stvara nereciklirajući otpad koji značajno uvećava ekološki pritisak, odnosno zagađenje životne sredine.

Energetska zavisnost, nedostatak sirovina i gomilanje nerekiclirajućeg otpada nameću potrebu za cirkularnom ekonomijom. Kako je upravljanje otpadom, odnosno, smanjenje otpada, ključna odrednica cirkularne ekonomije, u tom kontekstu u predstojećoj korelacionoj analizi upotrebljen je *Globalni indeks otpada* [16]. Indeks je razvijen od strane slovačke kompanije *Sensoneo*, koja nudi usluge pametnog upravljanja otpadom [17]. Pomoću ovog indeksa vrši se rangiranje 38 zemalja članica OESR-a prema efikasnosti upravljanja otpadom. Ovaj globalni indeks je relativno novi pokazatelj jer je nastao 2019. godine. U razvijanju indeksa korišćeni su sledeći indikatori: generisani otpad, reciklirani otpad, otpad koji se spaljuje, otpad na deponiji, otpad na otvorenom prostoru, neobračunati (ostali) otpad, procenat reciklaže. Prvih šest pokazatelja jesu apsolutni, budući da se izražavaju u kilogramima po glavi stanovnika (*kg per capita*), dok je poslednji u relativnim brojevima (procentima). Autori su mišljenja da prikazani indeks predstavlja dobru, krajnju meru uspeha zemalja u razvoju cirkularne ekonomije. Zemlje sa višim performansama cirkularne ekonomije imaju manju količinu generisanog otpada, kao i veću količinu recikliranog otpada. U daljem tekstu će se opisati održivi razvoj, kao paradigma u kojoj je nastao koncept cirkularne ekonomije.

2. Održivi razvoj kao paradigma savremenog društva i uloga cirkularne ekonomije

Održivi razvoj je u literaturi često označen kao jedini način opstanka i daljeg razvoja savremenog društva. Stoga i ne čudi što je to koncept koji poslednjih par decenija privlači ogromnu pažnju kako akademske zajednice tako i političkih struktura, nevladinih organizacija, ali i pojedinaca. I dok se jedni trude da daju što obuhvatnije objašnjenje samog koncepta, drugi se zalažu za njegovu primenu u praksi, kroz donošenje konkretnih strategija i primenu odgovarajućih mera.

Verovatno najpoznatiju definiciju održivog razvoja je dala Svetska komisija Ujedinjenih nacija za životnu sredinu i razvoj u svom izveštaju „Naša zajednička budućnost” iz 1987. godine. U ovom dokumentu se pri definisanju koncepta održivog razvoja navodi da isti podrazumeva zadovoljavanje potreba današnjice bez ugrožavanja mogućnosti budućih generacija da zadovolje svoje potrebe [18]. Ovaj izveštaj smatra se prekretnicom u podizanju svesti o važnosti i neophodnosti primene održivih rešenja na globalnom nivou, i o brizi za budućnost planete i narednih generacija. Pomenuta definicija pretrpela je razne modifikacije od strane brojnih autora, tako da je održivi razvoj jednostavno shvaćen i kao „razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjosti, štiteći istovremeno sistem za održavanje života na Zemlji, od kojeg zavisi blagostanje sadašnjih i budućih generacija” [19, str. 306]. Održivi razvoj može se definisati i kao program koji menja proces ekonomskog razvoja kako bi se obezbedio osnovni kvalitet života, štiteći istovremeno ekosisteme i ostale zajednice [20]. Takođe, može se posmatrati i kao „pomirenje” između ekonomije i životne sredine na novom putu razvoja koji bi podržao ljudski napredak, i to ne samo na nekim područjima i na nekoliko godina, već na celoj planeti i dugo u budućnosti [21]. Jednom rečju, održivi razvoj se može definisati i kao „neopadajuće ljudsko blagostanje tokom vremena”, pri čemu se svako društvo, koje se zalaže za međugeneracijsku pravdu, mora razvijati uz minimizaciju aktivnosti čije bi troškove snosile buduće generacije [22, str. 470].

Bez obzira na definiciju, ono što je relevantno za savremeno shvatanje ovog koncepta jeste da on počiva na tri stuba – ljudi, profit i planeta, odnosno na društvenoj ravnopravnosti, ekonomskom prosperitetu i kvalitetu životne sredine [23]. Krajnji rezultat u postignutom nivou održivog razvoja posmatra se kao integrisanost ekonomskog, ekološkog i društvenog učinka. U skladu sa tim, osnovne komponente održivog razvoja koje se najčešće izdvajaju u literaturi jesu: *ekonomska*, *socijalna* i *ekološka* [24]. Ove tri dimenzije su međusobno usko povezane i zavisne i ukazuju na neophodnost usklađivanja ciljeva razvoja sa svakom od njih, odnosno postizanja ravnoteže između ekonomskih i socijalnih potreba društva i prirodnog okruženja i resursa. *Ekonomska* dimenzija održivog razvoja se odnosi na mogućnost neprekidne proizvodnje potrebnih proizvoda i usluga, maksimizaciju blagostanja, održavanje prihvatljivog nivoa javnog duga i sektorsku ravnotežu. Ekonomski rast i razvoj moraju biti takvi da je negativan uticaj na životnu sredinu minimiziran, da se podstiče smanjenje nejednakosti, kao i suzbijanje siromaštva. *Društveni (socijalni)* aspekt podrazumeva ravnomernu raspodelu, pružanje odgovarajućih javnih usluga poput obrazovanja i zdravstvene zaštite, jednaka prava za sve, ravnopravnost polova, adekvatan sistem kulturnih vrednosti i omogućavanje političkog učešća. Razvoj društva ne sme narušavati prirodnu okolinu i trebalo bi da je takav da omogućava stvaranje i održavanje blagostanja ne samo sadašnjih, već i budućih generacija. *Ekološka* održivost sistema obuhvata očuvanje prirodnih ekosistema, biodiverziteta, odgovarajućih

klimatskih uslova i raspoloživosti prirodnih resursa, uz kontrolisanu eksploataciju. Funkcionisanje i napredak celokupnog društva ne sme se ostvarivati na račun prirode, već podrazumeva fizičke i biološke karakteristike svakog područja, obezbeđivanje zaštite i obnove prirodnih resursa i očuvanje njihovih kapaciteta na duže staze. U praksi, ove tri dimenzije održivog razvoja najčešće su u suprotnosti jedna sa drugom, što je glavna poteškoća u realizaciji održivih rezultata. Naime, orijentisanost isključivo ka ekonomskim ciljevima i težnja ka maksimizaciji profita, često vode ka eksploataciji prirodnih resursa, narušavanju prirodnog balansa i zagađenju životne sredine, uz manjak brige o zajednici i jednakosti u društvu. S druge strane, briga o životnoj sredini može značiti i veće troškove u poslovanju, koji će na kraju više opteretiti siromašnije slojeve društva. A kako bi se zadovoljile osnovne potrebe zajednice i omogućili odgovarajući uslovi života, ponekad je teško ne ugroziti ekosistem određenog područja. Iz tih razloga, koncept održivog razvoja zahteva obuhvatanje prostorne („gde”) i vremenske („kada”) dimenzije, komponente sistema (ekonomski, socijalni i ekološki aspekti) i, posebno, interakcije između ovih komponenti („zašto, ko, kako, koliko”) [25]. Slika 4 daje ilustrativni pregled ciljeva koncepta održivog razvoja.



Slika 4. Održivi razvoj i njegove komponente
Napomena: OR – održivi razvoj

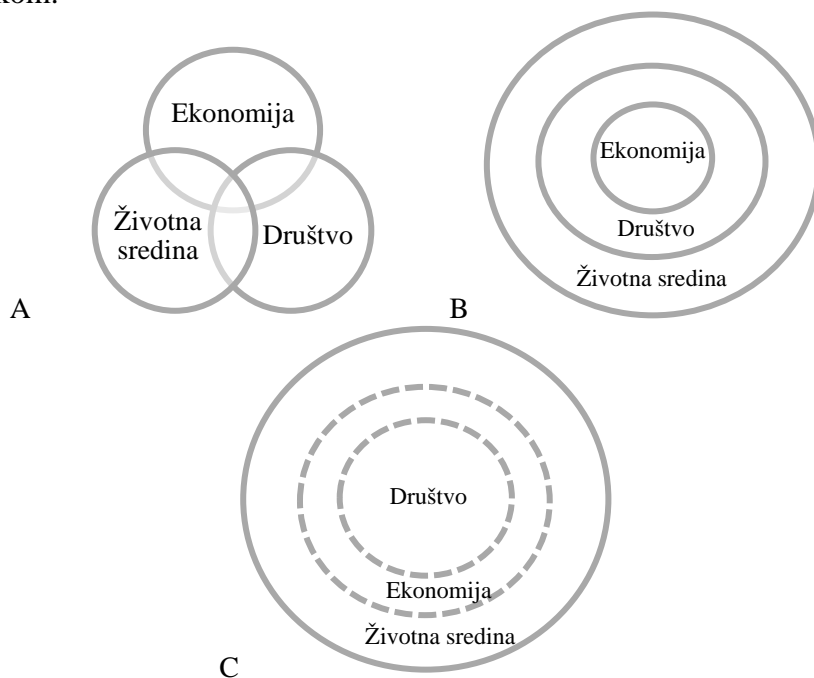
Neophodnost postizanja ekonomskih ciljeva na održivi način dovela je do razvoja cirkularne ekonomije, koja je ponudila rešenja za održivi razvoj i prevazilaženje ograničenja linearanog modela ekonomije. Dok se OR može posmatrati kao dosta širi koncept, definisan na makronivou, koji postavlja međugeneracijske ciljeve, ali često bez konkretnih načina za njihovo ostvarenje,

model cirkularne ekonomije pruža pristup koji je više orijentisan ka nižim nivoima, i fokusira se na sisteme proizvodnje i potrošnje i pružajući konkretne alate za održivo funkcionisanje [26]. Prepoznajući nedostatke linearnog modela, cirkularna ekonomija pruža odgovarajući ekonomski okvir za njihovo ublažavanje i podršku održivom razvoju, uzimajući u obzir ekološke aspekte, ali je često zanemarena društvena dimenzija. U cilju boljeg usklađivanja sa konceptom održivosti u budućnosti, razvoj cirkularne ekonomije će zahtevati da se proširi pristup i veća pažnja usmeri ka socijalnoj dimenziji. Ekonomski održiv razvoj na duži rok ne može biti ostvaren bez radnog okruženja koje omogućava bezbedan i siguran posao, dostojanstven rad, zaštitu ljudskih i radnih prava, ravnopravnost, priliku za učenje, i u kome ne postoji prinudni rad [27]. Sasvim je moguće da će, u određenom trenutku, potencijali daljeg poboljšanja i iskorišćavanja prednosti kružne proizvodnje i potrošnje dostići svoj limit, a dodatni troškovi premašiti koristi koje društvo (kao i životna sredina) time ostvaruju. Iz tog razloga se od mera cirkularne ekonomije očekuje da budu efikasna i društveno poželjna rešenja. Kako bi se to postiglo, nužno je uključiti sve učesnike u društvu i podsticati njihovu međusobnu saradnju. Pritom, poslovni subjekti igraju ključnu ulogu, naročito uzimajući u obzir tehnološki napredak, koji omogućava inovativna rešenja i njihovu sve lakšu primenu, pa će poslovni modeli zasnovani na inovacijama predstavljati preduslov uspešnog i održivog poslovanja. S druge strane, od državnih institucija očekuje se da uz pomoć odgovarajuće regulative i mera podrške stvore okvir koji će podsticati održivo ponašanje svih društvenih subjekata.

Iako se koncepti cirkularne ekonomije i održivog razvoja velikim delom preklapaju, među njima postoje i određene razlike koje proističu upravo iz njihove sveobuhvatnosti (kompleksnosti). Primarna orijentisanost cirkularne ekonomije je ka ekonomskom sistemu, uz praćenje ekoloških efekata kao prioritarnih, pa su i ciljevi ka kojima teži usmereni ka smanjenju i eliminaciji štetnih efekata po okolinu. Održivi razvoj, kao znatno širi koncept, uključuje sve tri dimenzije i pridaje im podjednak značaj, pa je i skup ciljeva znatno veći, a prioriteti se utvrđuju na osnovu potreba određenog područja. Rezultati primene cirkularne ekonomije gotovo su trenutni, u smislu prednosti koje se ostvaruju kroz povećanu efikasnost, bolju iskorišćenost resursa i redukovanje otpada. Najveće koristi od toga imaju poslovni entiteti, dok se strategije održivog razvoja više orijentišu na duži vremenski period i rešenja koja će na duže staze doprineti napretku celog društva.

Istraživanje naučne literature iz oblasti održivog razvoja i cirkularne ekonomije pokazuje da se mogu izdvojiti tri osnovna pravca kretanja njihovog međusobnog odnosa: *uslovni*, *korisni* i *kompromisni*, koji se dalje mogu razložiti na ukupno osam tipova odnosa [28]. Kada se radi o uslovnoj vezi između cirkularne ekonomije i održivog razvoja, cirkularna ekonomija se, kroz stvaranje održive proizvodnje i lanaca snabdevanja, može posmatrati kao jedan od uslova za

stvaranje održivih sistema i bitan element održivog razvoja. Prema mišljenju druge grupe autora, ovaj odnos je još jači, a primena rešenja cirkularne ekonomije je apsolutno neophodan uslov za stvaranje održivog ekonomskog rasta. Treći tip uslovnog odnosa bazira se na shvatanju da cirkularna ekonomija jeste neophodan, ali ne i dovoljan uslov za održivi sistem na dugi rok. Kada se veza između cirkularne ekonomije i održivog razvoja definiše kao korisna, cirkularni ekonomski sistemi doprinose održivosti kroz povećanje produktivnosti resursa, stvaranje novih poslova ili povećanje bruto domaćeg proizvoda, bez obzira da li su dovoljan ili neophodan uslov. Prema drugom stavu, implementacija strategija cirkularne ekonomije je samo jedna od opcija za poboljšanje i podršku održivosti sistema i može biti kombinovana sa ostalim rešenjima za još bolje rezultate. Treći pristup kojim se opisuje povoljan odnos cirkularne ekonomije i održivog razvoja zasniva se na gradaciji, pri čemu se cirkularni proizvodni sistemi upoređuju sa ostalim konceptima proizvodnje i ekološkim okvirima po nivou održivosti. Suprotno ovim shvatanjima, u radovima pojedinih autora naglašava se da odnos cirkularne ekonomije i održivosti ne mora uvek biti pozitivan. Stoga, pored prednosti koje cirkularni sistemi pružaju, moraju se uzeti u obzir i nedostaci i troškovi koji nastaju njihovom primenom, kako bi se izbegao sveukupan (neto) negativan efekat. Osim toga, ističe se i selektivnost međusobnog odnosa, pri čemu cirkularni ekonomski sistemi, iako podržavaju pojedine aspekte održivosti, ne uključuju sve dimenzije, posebno ne socijalnu, što se smatra najvećim nedostatkom.



Slika 5. Razvoj perspektive održivosti
Izvor: [29]

Kako bi podržala održivi razvoj, i cirkularna ekonomija bi trebalo da teži ka skupu ekoloških, ekonomskih i društvenih vrednosti, u kome njihovi međusobni odnosi evoluiraju ka novijoj perspektivi održivosti, prema kojoj ekonomija postaje sredstvo za reorganizaciju društva i životne sredine, a ne sredstvo samo po sebi [29]. Zapravo, razvoj perspektiva o održivosti kretao se od toga da su ekonomija, ekologija i društvo smatrani jednako važnima (A), preko shvatanja ekonomije kao organizacije društva, pri čemu su i ekonomija i društvo zavisni od životne sredine (B), do toga da se ekonomija može smatrati sredstvom za organizaciju resursa s ciljem održanja ili poboljšanja društvenog blagostanja, kvaliteta životne sredine i ekonomskog prosperiteta (Slika 5).

Iskustvo Kine, države koja je jedna od pionira u usvajanju modela cirkularne ekonomije kao dela strategije razvoja, pokazalo je da se u praksi mogu izdvojiti tri nivoa organizacije i implementacije: mikro, mezo i makronivo [30]. Sprovođenje cirkularne ekonomije na najnižem, mikronivou, podrazumeva inicijative i aktivnosti kompanija koje su usmerene ka čistijoj proizvodnji, minimizaciji otpada, formiranju odgovarajućih proizvodnih postrojenja koja su u skladu sa zahtevima očuvanja životne sredine i ekoloških sistema upravljanja. Srednji nivo obuhvata interakcije različitih firmi ili industrija koje se odvijaju najčešće u okviru eko-industrijskih parkova, pri čemu se nusprodukt ili sekundarni proizvodi jedne kompanije mogu koristiti kao sirovine za druge. Međusobna saradnja se zasniva na uspostavljanju integrisanih sistema za upravljanje resursima, otpadom i energijom, kroz podršku zelenim lancima snabdevanja i povratnoj logistici. Makronivo karakteriše formiranje čitavih eko-gradova i provincija, pri čemu se jednaka pažnja posvećuje proizvodnji i potrošnji, ohrabrujući optimalnu upotrebu resursa i smanjenje prekomerne potrošnje, kao i očuvanje okoline u svakodnevnom životu. Sprovođenje mera cirkularne ekonomije je kompleksno i, iako je neizbežna njihova lokalna primena, neophodna je harmonizacija na regionalnom i nacionalnom nivou. Međutim, trebalo bi imati u vidu i to da rešenja koje pruža cirkularna ekonomija nisu u potpunosti univerzalna i da se prilikom njihove primene ne može zanemariti skup ekoloških, socijalnih i ekonomskih izazova sa kojima se određeno područje suočava, a koji može značajno varirati [31].

3. Indikatori održivog razvoja

Iako postoji veliki broj definicija održivog razvoja, suštinu samog koncepta nije teško shvatiti. Znatno veći „problem” predstavlja prevođenje koncepta u konkretne strategije i programe, njihovo sprovođenje u praksi, kao i merenje ostvarenih rezultata. Uprkos tome što se održivost karakteriše kao ukrštanje društvenih, ekonomskih i ekoloških interesa i inicijativa, kada je u pitanju razvijanje odgovarajućih pristupa i mera za rešavanje problema, politike se često definišu tako da posmatraju ova tri sektora odvojeno i izolovano što dovodi do neodrživih rezultata [32]. Multidimenzionalni karakter održivog razvoja i njegova

kompleksnost zahteva sagledavanje različitih oblasti, utvrđivanje njihove međusobne povezanosti i međuzavisnosti, kao i sinergiju delovanja celokupnog društva – od pojedinca u lokalnom okruženju do međunarodnih organizacija. U nastavku slede relevantni indeksi koji će se u praktičnom delu analize koristiti kao pokazatelji održivog razvoja: *Indeks ciljeva održivog razvoja* (engl. *Sustainable Development Goals Index*), *Indeks humanog ljudskog razvoja* (engl. *Human Development Index*) i *Indeks ekoloških performansi* (engl. *Environmental Performance Index*).

Prepoznajući značaj koji održivi razvoj ima za budućnost planete, kao i potrebu definisanja jedinstvenog globalnog plana, Ujedinjene nacije su 2015. godine usvojile Agendu 2030 kao strategiju za održivi napredak društva. Ona obuhvata 17 ciljeva održivog razvoja (engl. *Sustainable Development Goals*), poznatih i kao globalni ciljevi, kojima se podstiče borba protiv siromaštva i nejednakosti i pronalazak rešenja za ublažavanje klimatskih promena. Svaki od 17 ciljeva razložen je na targete (indikatore) kojih ima ukupno 169 (kao posebno određenih ciljeva koje bi trebalo dostići do 2030. godine) [33].

Kako se ciljevi različitih oblasti često posmatraju pojedinačno i nezavisno, neretko se ostvaruju na štetu drugih, pa tako izostaje potreban balans koji je uslov za održivost. Integrišući ekološku, ekonomsku i društvenu dimenziju, ovaj okvir upravo pruža osnovu za ostvarivanje sinergije između ciljeva i upravljanje kompromisnim rešenjima, a daje smernice za dalji napredak i razvoj čovečanstva. Dati set indikatora održivosti se razmatra i poboljšava godišnje, uz mogućnost dopunjavanja pokazateljima na nacionalnom i regionalnom nivou, koje razvijaju zemlje članice.

Tabela 1. 17 globalnih ciljeva održivog razvoja

Izvor: [34]

Globalni ciljevi održivog razvoja	
1. Svet bez siromaštva	Iskoreniti siromaštvo u svim oblicima i svuda
2. Svet bez gladi	Iskoreniti glad, osigurati dostupnost hrane i poboljšanu ishranu i promovisati održivu poljoprivredu
3. Dobro zdravlje i blagostanje	Obezbediti zdrav život i poboljšati blagostanje za sve ljude svih uzrasta
4. Kvalitetno obrazovanje	Osigurati inkluzivno i jednako kvalitetno obrazovanje i promovisati mogućnosti doživotnog učenja za sve
5. Rodna ravnopravnost	Ostvariti rodnu ravnopravnost i osnaživati sve žene i devojke
6. Čista voda i sanitarni uslovi	Osigurati dostupnost i održivo upravljanje vodom i sanitacijama za sve
7. Dostupna i obnovljiva energija	Osigurati pristup dostupnoj, pouzdanoj, održivoj i modernoj energiji za sve

Globalni ciljevi održivog razvoja	
8. Dostojanstven rad i ekonomski rast	Promovisati neprekidan, inkluzivan i održiv ekonomski rast, punu i produktivnu zaposlenost i dostojanstven rad za sve
9. Industrija, inovacije i infrastruktura	Izgraditi otpornu infrastrukturu, promovisati inkluzivnu i održivu industrijalizaciju i podsticati inovacije
10. Smanjenje nejednakosti	Smanjiti nejednakost između i unutar država
11. Održivi gradovi i zajednice	Učiniti gradove i ljudska naselja inkluzivnim, bezbednim, otpornim i održivim
12. Odgovorna potrošnja i proizvodnja	Osigurati održive obrasce potrošnje i proizvodnje
13. Klimatske akcije	Preduzeti hitnu akciju u borbi protiv klimatskih promena i njihovih posledica
14. Život pod vodom	Očuvati i održivo koristiti okeane, mora i morske resurse za održivi razvoj
15. Život na kopnu	Zaštiti, obnovljati i promovisati održivo korišćenje kopnenih ekosistema, održivo upravljati šumama, boriti se protiv dezertifikacije, zaustaviti i preokrenuti proces degradacije zemljišta i onemogućiti gubitak biodiverziteta
16. Mir, pravda i snažne institucije	Promovisati miroljubiva i inkluzivna društva za održivi razvoj, obezbediti pristup pravdi za sve i izgraditi delotvorne, odgovorne i inkluzivne institucije na svim nivoima
17. Partnerstvom do ciljeva	Ojačati sredstva primene i revitalizovati globalno partnerstvo za održivi razvoj

Na osnovu ostvarenih vrednosti indikatora u okviru svakog od sedamnaest ciljeva, utvrđuje se konačni ukupni rezultat koji pokazuje ostvareni procenat optimalnog učinka, odnosno koliko je država odmakla na svom putu održivog razvoja i koju poziciju na osnovu toga zauzima u svetu. Uz pomoć ovih pokazatelja dobija se jasna slika u kojim oblastima je učinjen napredak, a u kojima je razvoj još uvek na nedovoljnom nivou.

Iako dati okvir ciljeva održivog razvoja predstavlja najobuhvatniji način merenja napretka zemalja koji je usvojen i prihvaćen na globalnom nivou, postoji čitav niz drugih pokazatelja koji se tiču održivog razvoja ili pojedinih njegovih dimenzija. Mnogi ekonomisti smatraju da je pitanje razvoja šire društveno pitanje i da bruto domaći proizvod ne može biti isključivi (jedini) pokazatelj društveno-ekonomskog razvoja. Upravo sa tim razmišljanjem nastao je *Indeks humanog razvoja*, u kome je bruto domaći proizvod jedan od tri pokazatelja (održivog) ljudskog razvoja. Pokazatelji pismenosti i siromaštva jesu takođe sadržani u *Indeksu humanog razvoja*, tako da se odnosi ne samo na ekonomsku, već i na socijalnu sferu ukupnog razvoja. Zapravo, navedeni indeks sadrži i obrazovnu i zdravstvenu dimenziju društvenog razvoja. Zato je *Indeks humanog razvoja*

osnovni pokazatelj društveno-ekonomskog razvoja zemalja, koji je uveden sa ciljem da istakne značaj koji ljudi, njihove sposobnosti i mogućnosti imaju prilikom procene razvoja jedne zemlje. Ovakav pokazatelj je bio neophodan kako bi se fokus vlasti, institucija i kreatora politika proširio sa vrednovanja isključivo ekonomskog napretka, na uzimanje u obzir uslova života i blagostanja ljudi. Prvobitni *Indeks humanog razvoja* razvijen je 1990. godine od strane Programa za razvoj Ujedinjenih nacija (*United Nations Development Programme*) i tokom godina modifikovan, da bi 2010. godine bila usvojena nova, nešto drugačija metodologija njegovog proračuna.

Sadašnji *Indeks humanog razvoja* predstavlja zbirnu meru prosečnog dostignuća u tri ključne dimenzije – dug i zdrav život, znanje i „pristojan” životni standard. Indeks se sastoji iz tri pokazatelja [35]:

- zdravstveni podindeks koji se reprezentuje kroz očekivanu dužinu života,
- očekivane godine školovanja i prosečne godine školovanja koje zajedno čine podindeks obrazovanja,
- bruto nacionalni prihod po glavi stanovnika kao ekonomski pokazatelj.

Prva dimenzija iskazuje se prema očekivanom životnom veku na rođenju, koji se meri *Indeksom očekivanog životnog veka*. Potom, kao glavni indikatori znanja uzimaju se očekivane godine školovanja i prosečne godine školovanja, koje se iskazuju *Indeksom obrazovanja*. Životni standard stanovništva prikazuje se na osnovu bruto nacionalnog dohotka po glavi stanovnika koji je iskazan *Indeksom bruto nacionalnog dohotka*. Konačna vrednost *Indeksa humanog razvoja* dobija se kao geometrijska sredina prethodna tri podindeksa. Na osnovu vrednosti ovog indeksa zemlje se, prema nivou razvijenosti, svrstavaju u četiri grupe: zemlje niskog, srednjeg, visokog i veoma visokog humanog razvoja. Izveštaj se objavljuje na godišnjem nivou od strane Ujedinjenih nacija i predstavlja osnovu za utvrđivanje i komparaciju humanog razvoja pojedinih država i regiona širom sveta.

Imajući u vidu složenost pokazatelja u odnosu na indikatore koji se odnose na pojedinačne društvene i privredne kategorije, *Indeks humanog razvoja* pruža širu sliku o nivou socijalno-ekonomske razvijenosti jedne zemlje ili regiona. Kao takav, odličan je instrument prilikom definisanja razvojnih politika i strategija. Međutim, tokom godina uočene su i neke njegove slabosti. Previše pojednostavljen i nepotpun prikaz humanog razvoja, podjednaka težina sve tri dimenzije i određeni statistički nedostaci, samo su neke od slabih strana ovog koncepta, zbog čega se veliki broj autora zalaže za njegovu radikalnu promenu i poboljšanje, pre svega dodavanjem novih indikatora [36]. Naime, *Indeks humanog razvoja* je proširio dosadašnji koncept, ali su izostavljena bitna pitanja koja se tiču životne sredine i klimatskih promena i njihovog odraza na humani razvoj. Ovi ekološki problemi mogu bitno uticati na održivost ekonomskog i društvenog razvoja tokom vremena, i dovesti u pitanje očuvanje ekosistema. Iako je

zdravstveni status stanovništva na neki način uključen u formiranje indeksa (imajući u vidu očekivani životni vek), ekološka komponenta održivog razvoja nije značajnije zastupljena.

Zato se u analizu održivog razvoja mora uključiti još jedan pokazatelj, a to je *Indeks ekoloških performansi*. On je zamenio *Indeks održivosti životne sredine* koji se koristio do 2015. godine i koga su takođe razvili naučnici sa Univerziteta Jejl i Kolumbija u saradnji sa Svetskim ekonomskim forumom i Evropskom komisijom [35]. Kako je zaštita životne sredine već decenijama unazad u fokusu i naučne i šire javnosti, tokom godina je razvijen veliki broj indikatora koji se odnose na ekološku dimenziju. Vremenom, kako su usvajane nove konvencije i sporazumi vezani za životnu sredinu i održivi razvoj na globalnom nivou tako je i sam indeks bio modifikovan i prilagođavan novim zahtevima i instrumentima politika. U 2022. godini je predstavljen unapređen koncept indeksa, sa nekoliko novih indikatora. Za razliku od prethodnog, novi indeks sastoji se od tri glavna cilja, a to su – vitalnost ekosistema, zdravlje okoline i klimatske promene. Zapravo, *Indeks ekoloških performansi* sadrži tri glavna elementa sa različitim težinskim koeficijentima [37]:

- zdravlje životne sredine (20% značaja),
- vitalnost ekosistema (42% značaja),
- klimatske promene (sa učešćem od 38% u formiranju vrednosti složenog indeksa).

Svaki od ciljeva obuhvata određene kategorije problema, koje se iskazuju preko odgovarajućih indikatora (ukupno njih 40). Zdravlje životne sredine obuhvata sledeće indikatore: kvalitet vazduha, kvalitet vode i izloženost teškim metalima. Sa druge strane, vitalnost ekosistema čine sledeće kategorije: biodiverzitet i prirodna staništa, šume, ribarstvo, klima i energija, zagađenje vazduha, vodni resursi i poljoprivreda. Klimatske promene prate se preko pokazatelja njihovog ublažavanja. Konačna vrednost indeksa na nacionalnom nivou i prateće rangiranje pruža uvid u ostvarene ekološke performanse, tj. u kom stepenu su ispunjeni postavljeni ciljevi i kako se na osnovu tog učinka država pozicionira u svetu. Uprkos brojnim prednostima, uočeni su i određeni nedostaci, koji se, pre svega, odnose na nedovoljnost i nedostatak pojedinih podataka. Iz tog razloga, neophodno je bolje prikupljanje podataka, efikasnije izveštavanje i verifikacija po određenim ekološkim pitanjima, kao i merenje prekograničnog uticaja na životnu sredinu, a čije odsustvo predstavlja jedno od najvećih ograničenja sadašnjeg *Indeksa ekoloških performansi* [38]. On može, kao i *Indeks humanog razvoja*, poslužiti kao koristan alat za definisanje strategija i preduzimanje odgovarajućih mera, u naporima za ostvarivanjem postavljenih targeta u okviru globalnih ciljeva održivosti. Na osnovu teorijske i praktične analize sagledaće se, takođe, stepen povezanosti pokazatelja cirkularne

ekonomije, kao što je *Globalni indeks otpada*, i *Indeksa ekoloških performansi*, kao jednog od selektovanih indikatora održivog razvoja.

4. Rezultati i diskusija

Tabela 2 ima za cilj da prikaže sve zemlje OESR-a (ukupno 38) prema pokazateljima (indeksima) cirkularne ekonomije i održivog razvoja, koji su definisani u prethodnim delovima radaa i to za poslednju dostupnu godinu. Kada se govori o *Globalnom indeksu otpada (GIO)*, kao reprezentativnom indikatoru uspeha primene cirkularne ekonomije, Južna Koreja, Danska i Nemačka se nalaze na vrhu, dok su Turska, Letonija i Čile ubedljivo na začelju. Najuspešnije zemlje prema *Indeksu ciljeva održivog razvoja (ICOR)* jesu Finska, Danska i Švedska, da bi na kraju liste bile Turska i Kolumbija. Zemlje sa najvišim *Indeksom humanog razvoja (IHR)* jesu Švajcarska i Norveška, a kao najslabije pozicionirane u društveno-ekonomskom smislu jesu Kolumbija, Kostarika i Turska. Danska, Ujedinjeno Kraljevstvo i Finska jesu zemlje koje ostvaruju najviši *Indeks ekoloških performansi (IEP)*, a na sasvim drugoj strani jesu zemlje Južne Amerike – Kolumbija, Meksiko, Kostarika i Čile.

Tabela 2. Prikaz zemalja OESR-a prema performansama razvoja cirkularne ekonomije (GIO) i održivog razvoja (ICOR, IHR i IEP)

Zemlja	GIO	ICOR	IHR	IEP
Južna Koreja	100,0	77,90	0,925	46,9
Danska	94,9	85,63	0,948	77,9
Nemačka	90,4	82,18	0,942	62,4
Švajcarska	89,3	80,79	0,962	65,9
Finska	89,3	86,51	0,940	76,5
Norveška	88,5	82,35	0,961	59,3
Japan	86,9	79,58	0,925	57,2
Holandija	86,5	79,85	0,941	62,6
Švedska	84,8	85,19	0,947	72,7
Luksemburg	83,5	75,74	0,930	72,3
Belgija	83,1	79,69	0,937	58,2
Irska	79,7	80,66	0,945	57,4
Poljska	79,5	80,54	0,876	50,6
Francuska	78,9	81,24	0,903	62,5
Mađarska	75,1	79,01	0,846	55,1
Litvanija	74,5	75,42	0,875	55,9
Austrija	74,2	82,32	0,916	66,5
Ujedinjeno Kraljevstvo	73,4	80,55	0,929	77,7
Australija	72,9	75,58	0,951	60,1
Češka Republika	71,0	80,47	0,889	59,9
Slovenija	69,7	79,95	0,918	67,3
Kolumbija	69,6	70,13	0,752	42,4

Zemlja	GIO	ICOR	IHR	IEP
Španija	69,3	79,90	0,905	56,6
Portugal	64,6	79,23	0,866	50,4
SAD	60,2	74,55	0,921	51,1
Kostarika	60,0	73,76	0,809	46,3
Slovačka Republika	59,8	78,66	0,848	60,0
Grčka	57,9	76,81	0,887	56,2
Novi Zeland	54,8	78,30	0,937	56,7
Island	54,0	78,87	0,959	62,8
Kanada	53,3	77,73	0,936	50,0
Estonija	46,3	80,62	0,890	61,4
Izrael	42,6	73,51	0,919	48,2
Italija	36,6	78,34	0,895	57,7
Meksiko	35,4	70,20	0,758	45,5
Čile	23,3	77,81	0,855	46,7
Letonija	18,5	80,28	0,863	61,1
Turska	0,0	70,41	0,838	26,3

Izvor: prikaz autora na osnovu baza podataka [16], [39], [40] i [37]

Povezanost cirkularne ekonomije i održivog razvoja na primeru OESR zemalja predmet je dalje analize. Radi utvrđivanja veze između analiziranih varijabli korišćen je Spearmanov koeficijent korelacije (ranga). Tabela 3 prikazuje nivo (jačinu) relacije između analiziranih indikatora (indeksa).

Tabela 3. Povezanost pokazatelja GIO, ICOR, HDI i EPI

Korelacije

		GIO	ICOR	IHR	IEP	
Spearmanov koeficijent korelacije	GIO	Koeficijent korelacije	1,000	0,573**	0,579**	0,469**
		Značajnost	-	0,000	0,000	0,003
		Broj opservacija	38	38	38	38
	ICOR	Koeficijent korelacije	0,573**	1,000	0,504**	0,731**
		Značajnost	0,000	-	0,001	0,000
		Broj opservacija	38	38	38	38
	IHR	Koeficijent korelacije	0,579**	0,504**	1,000	0,615**
		Značajnost	0,000	0,001	-	0,000
		Broj opservacija	38	38	38	38
	IEP	Koeficijent korelacije	0,469**	0,731**	0,615**	1,000
		Značajnost	0,003	0,000	0,000	-
		Broj opservacija	38	38	38	38

** Korelacija je značajna na nivou od 1%

Izvor: računanje autora na osnovu IBM SPSS 22

Najpre se može konstatovati statistički značajna veza između *Globalnog indeksa otpada*, sa jedne strane, i *Indeksa ciljeva održivog razvoja*, *Indeksa humanog razvoja* i *Indeksa ekoloških performansi*, sa druge strane. Zatim, ističe se da *Globalni indeks otpada* pokazuje najjaču vezu sa *Indeksom humanog razvoja*. Autori su mišljenja da uspješnija društva (mereno stepenom društveno-ekonomskog razvoja), imaju veće potencijale za ostvarenje povećanog stepena cirkularnosti. To je usled višeg životnog standarda i stepena obrazovanja i zdravlja populacije, koji omogućava fokusiranje na šire društvene ciljeve, što dalje utiče na stvaranje boljih preduslova za održivi razvoj tih društava. Sa druge strane, cirkularna ekonomija označava primenu visoko tehnoloških rešenja, otvaranje novih fabrika i upošljavanje nove radne snage, što svakako ima uticaja na nivo životnog standarda i povećanje bruto domaćeg proizvoda. Manja, i takođe srednje jaka veza, postoji između indikatora cirkularne ekonomije i *Indeksa ciljeva održivog razvoja*. Ovakva povezanost se i mogla očekivati, imajući u vidu direktnu vezu upravljanja otpadom sa čak pet ciljeva održivog razvoja: dostupna i obnovljiva energija, održivi gradovi i zajednice, odgovorna potrošnja i proizvodnja, klimatske promene i život na zemlji, korišćenje resursa koje nameću principi cirkularne ekonomije u skladu su sa ciljevima održivog razvoja. Iako je cirkularnost materijala značajno uži koncept od toga što simbolizuje ekološki razvoj, na primeru 38 OESR zemalja prisutna je povezanost srednje jačine između *Globalnog indeksa otpada* i *Indeksa ekoloških performansi*. Adekvatne prakse upravljanja otpadom svakako doprinose očuvanju ekosistema, zaštiti životne sredine i usporavanju klimatskih promena.

Kada se posmatraju definisani ciljevi globalnog razvoja i pojedinačni targeti u okviru njih, i prethodna istraživanja su ustanovila da je model cirkularne ekonomije dosta povezan sa njima, posebno sa dvanaestim ciljem (odgovorna proizvodnja i potrošnja), koji predstavlja i samu srž cirkularne ekonomije. Očuvanjem, reciklažom i smanjenom upotrebom resursa, podsticanjem održive i odgovorne potrošnje i adekvatnim upravljanjem otpadom, prakse cirkularne ekonomije u manjoj ili većoj meri, direktno ili indirektno, utiču na postizanje postavljenih targeta održivosti. Takođe, postoji i povratna veza, pa ispunjenje određenih ciljeva održivog razvoja pomaže u daljem promovisanju i implementaciji sistema cirkularne ekonomije. Naime, i dosadašnje studije povezanosti pristupa cirkularne ekonomije sa definisanim ciljevima održivog razvoja pokazale su da poslovni modeli i prakse cirkularne ekonomije direktno doprinose globalnim ciljevima održivog razvoja (21 cilj), a indirektno i ispunjenju dodatnih 28 ciljeva, i to tako da [41]:

- najjača povezanost i sinergija između praksi cirkularne ekonomije i održivog razvoja je prisutna u okviru šestog cilja (čista voda i sanitarni uslovi), sedmog cilja (dostupna i obnovljiva energija), osmog cilja (dostojanstven rad i ekonomski rast), dvanaestog cilja (odgovorna potrošnja i proizvodnja) i

petnaestog cilja (život na kopnu), kako kroz direktni tako i indirektni doprinos;

- targeti u okviru prvog cilja (svet bez siromaštva), drugog cilja (svet bez gladi) i četrnaestog cilja (život pod vodom) su uglavnom pod indirektnim uticajem rešenja cirkularne ekonomije;
- trideset pet targeta nije pokazalo nikakve ili samo slabe veze sa praksama cirkularne ekonomije, najviše onih u okviru trećeg cilja (dobro zdravlje i blagostanje), petog cilja (rodna ravnopravnost), desetog cilja (smanjenje nejednakosti), jedanaestog cilja (održivi gradovi i zajednice) i šesnaestog cilja (mir, pravda i snažne institucije).

Najveći doprinos u ostvarivanju navedenih ciljeva održivog razvoja sa kojima postoji najjača povezanost, cirkularna ekonomija pruža na sledeće načine [17]:

- obezbeđivanje čiste vode i odgovarajućih sanitarnih uslova (šesti cilj) podstiče se korišćenjem sistema za prečišćavanje vode, njenom ponovnom upotrebom i reciklažom i odgovarajućim tretmanom otpadnih voda;
- pristup dostupnoj i obnovljivoj energiji (sedmi cilj) može se podržati sistemima obnovljivih izvora energije;
- promovisanje ekonomskog rasta, dostojanstvenog rada, kao i odgovorne proizvodnje i potrošnje (osmi i dvanaesti cilj) ostvaruje se kroz primenu poslovnih modela cirkularne ekonomije koji obezbeđuju najveću efikasnost, koji ekonomske aktivnosti posmatraju kroz uticaj na životnu sredinu i društvenu zajednicu i omogućavaju adekvatno upravljanje otpadom i stvaranje „zelenih” poslova;
- zaštita i održivo korišćenje kopnenih ekosistema (petnaesti cilj) najbolje se može unaprediti uz primenu održivih i obnovljivih poljoprivrednih i šumarskih metoda koje štite biodiverzitet i vraćaju biološki materijal nazad u tlo.

Ono što je takođe značajno, jeste i to da primena modela cirkularne ekonomije pruža mogućnost za ostvarivanje sinergije između više ciljeva, posebno onih koji se zalažu za iskorenjivanje siromaštva i gladi, poboljšanje ekonomskog rasta i prilika za dostojanstveni rad, kao i ciljeva koji upućuju na očuvanje životne sredine i zaštitu biodiverziteta. Takođe, olakšava da se prevaziđu oprečni zahtevi pojedinih ciljeva poput istovremenog ostvarenja ekonomskog rasta, dalje industrijalizacije i infrastrukturnog razvoja sa jedne strane, i potrebe za očuvanjem i zaštitom klime i biodiverziteta s druge strane.

Međutim, trebalo bi imati u vidu da i primena pojedinih praksi cirkularne ekonomije ponekad može dovesti do suprotnih efekata, kada se posmatraju različiti targeti. Recimo, neke od mera za povećanje stepena reciklaže i poboljšanje upravljanja otpadom mogu potencijalno imati negativne efekte na

zdravlje radnika koji ih sprovode, što će se istovremeno loše odraziti na indikatore koji se tiču zdravlja i uslova na poslu. Iz tog razloga, uvek je potrebno posmatrati širi kontekst i celokupni uticaj predloženih rešenja. Međuzavisnost cirkularne ekonomije i ciljeva održivog razvoja uočljiva i u povratnom smeru, pa napredak u dostizanju određenih targeta, posebno onih koji se tiču razvoja inovacija, infrastrukture i održive industrije, u značajnoj meri doprinosi daljem usvajanju i široj primeni cirkularnih praksi. Cirkularna ekonomija je globalni ekonomski model čija se primena značajno oslanja na napredne tehnologije, eko-dizajn, eko-ambalažu i inovacije i digitalizaciju, tako da je veoma povezana sa sektorom industrije. Konačan cilj jeste da se ostvare stabilne stope privrednog rasta, uz istovremeno smanjenje količine otpada, zagađenja i emisija gasova staklene bašte uz pomoć redizajna, popravke, renoviranja i reciklaže. Sa druge strane, imajući u vidu da se poljoprivreda i rudarstvo najvećim delom obavljaju na otvorenom prostoru, ove delatnosti mogu odgovornim rešenjima cirkularne ekonomije u velikoj meri uticati na smanjenje iscrpljivanja resursa i štetnih otpadnih materijala. Time se sprečava zagađenje zemljišta, vode i vazduha, i podiže se svest o tome da je neophodno adekvatno upravljanje jer ne postoje neograničeni resursi i mogućnost životne sredine da apsorbuje povećani pritisak na resurse.

U daljoj praksi razvoja aktivnosti cirkularne ekonomije, Schroeder, Anggraeni i Weber [41] naglašavaju da otpor proizvođača može biti krupan izazov jer bi „cirkularni proizvodi” trebalo da se prave da traju duže i da se brzo i lako popravljaju na sekundarnom tržištu. Autori ističu i dodatne probleme na putu ka cirkularnoj ekonomiji, među kojima se izdvajaju neophodnost većih izdvajanja sredstava radi investiranja u naprednu tehniku i tehnologiju, istraživanje i razvoj, nedovoljno razvijena svest stanovništva (posebno u manje razvijenim zemljama), kao i nedostatak kadrova sa specijalizovanim znanjima i veštinama.

Najzad, cirkularna ekonomija je u središtu mnogih strategija i politika razvoja, među kojima je i Agenda 2030 za održivi razvoj Ujedinjenih nacija [42]. U Evropskoj uniji postoje mnogi propisi i direktive koji imaju za cilj održivi razvoj zasnovan na principima cirkularnosti: Akcioni plan za cirkularnu ekonomiju, Paket direktiva za cirkularnu ekonomiju, Nova industrijska strategija za Evropu. Institucionalna rešenja usmerena su ka smanjenju rasipanja hrane, plastičnog otpada, kao i razvoju industrije u čijem fokusu će biti reciklaža proizvoda. Tranzicija ka cirkularnoj ekonomiji u Evropskoj uniji će biti okončana kada procesom reciklaže bude obuhvaćeno 65% ukupne mase otpada, što se predviđa do 2035. godine [43].

Zaključak

Opasnost od ekoloških problema (zagađenje vode, zemlje i vazduha, prekomerno raubovanje resursa, rast količine otpada) jeste inicijalna kapisla za nastanak i promociju koncepta cirkularne ekonomije. Prognoze su da će stopa rasta otpada nadmašiti stopu rasta stanovništva i time učiniti povećanje otpada po

glavi stanovnika. Zato kreatori ekonomsko-razvojnih politika i istraživačke zajednice sve više pažnje posvećuju usvajanju održivijeg modela razvoja u vidu cirkularnog ekonomskog modela.

Principi cirkularne ekonomije sprovode se prvenstveno u cilju odgovornog upravljanja resursima i obezbeđenja ostvarenja mnogih ciljeva održivog razvoja. Osim toga, cirkularna ekonomija obezbeđuje pomirenje osnovnih ciljeva održivog razvoja u užem smislu – ekonomski rast i očuvanje životne sredine. Svoj uticaj ostvaruje preko razvoja (transformacije) sektora industrije i odgovornog korišćenja resursa kako u segmentu proizvodnje tako i u segmentu potrošnje. Na taj način eliminiše se i bespotrebno rasipanje energije i resursa. Time se utiče na ultimativni cilj makroekonomije, a to je povećanje društvenog blagostanja. Stoga, cilj je da ekonomske aktivnosti ne narušavaju postojeći kvalitet životne sredine.

Koncept cirkularne ekonomije užu je od održivog razvoja, jer je on upravo nastao iz koncepta održivosti. Cirkularna ekonomija ima za cilj da se produži vreme korišćenja materijala u proizvodnji (najčešće kroz proces reciklaže) i tako očuva ekonomsku vrednost resursa i kvantitet prirodnih sirovina, što je od značaja za budući (održivi) ekonomski razvoj. Takođe, naglasak je na ekološkoj održivosti, korišćenju obnovljivih izvora energije, a pritom socijalni ciljevi nisu zastupljeni u dovoljnoj meri [26].

Cilj rada bio je i poređenje zemalja i utvrđivanje da li zemlje *OESR-a* sa visokim indeksima upravljanja otpadom realizuju i visok stepen održivog razvoja, koji je meren *Indeksom ciljeva održivog razvoja*, kao i *Indeksom humanog razvoja* i *Indeksom ekoloških performansi*. Istraživanje je u svom praktičnom delu pokazalo srednje jaku vezu između cirkularne ekonomije i održivog razvoja, pri čemu je najveća povezanost cirkularne ekonomije i ljudskog razvoja. Pretpostavlja se da *OESR* zemlje, koje su ekonomski jake i ostvaruju visoku pokrivenost stanovništva školovanjem, imaju i veće šanse za razvoj cirkularne ekonomije kroz odgovorno upravljanje resursima (otpadom). Takođe, dokazana je statistički značajna povezanost cirkularne ekonomije i ciljeva održivog razvoja. Iako se cirkularna ekonomija može dovesti u posrednu vezu sa većinom ciljeva održivog razvoja, dalja istraživanja bi trebalo da utvrde relacije sa konkretnim ciljevima, mada postoje autori koji su sprovedli analize i na nižim nivoima analize. Na osnovu teorijskog razmatranja, jasna je međuzavisnost između cirkularne ekonomije i ekoloških performansi. I cirkularna ekonomija i održivi razvoj značajnu pažnju posvećuju očuvanju životne sredine.

Predlozi za buduća istraživanja mogu ići u pravcu kreiranja kompozitnih indeksa, koji će sintetizovati različite indikatore cirkularne ekonomije i održivog razvoja. Na osnovu agregatnih indeksa zemlje se mogu rangirati, međusobno porediti i pratiti društveno-ekonomske performanse tokom vremena. Praćenje uspeha u sprovođenju mera cirkularne ekonomije i ciljeva održivog razvoja je od izuzetne važnosti za dalji napredak u društveno-odgovornim državama. Odgovornost postoji kako na makronivou (donošenje zakona, strategija i drugih

planskih dokumenata i propisa), tako i na mikronivou (implementacija principa cirkularne ekonomije od strane privrednih subjekata i potrošača).

Zahvalnica

Ovaj istraživački rad finansijski je podržalo Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Ugovor br. 451-03-47/2023-01/ 200371).

Literatura

- [1] UN, *United Nations Conference on Environment & Development: Agenda 21*, Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 June 1992.
- [2] A. Berg, R. Antikainen, E. Hartikainen, S. Kauppi, P. Kautto, D. Lazarević, S. Piesik, i L. Saikku, *Circular economy for sustainable development*. Finnish Environment Institute. 2018.
- [3] D. W. Pearce, i R. K. Turner, *Economics of Natural Resources and the Environment*. London: Hemel Hempstead, Harvester Wheatsheaf. 1990.
- [4] M. S. Andersen, "An introductory note on the environmental economics of the circular economy," *Sustainability Science*, Vol. 2, No. 1, str. 133–140, 2007.
- [5] J. J. Stanković, I. Marjanović, i M. Marković, (2020). „Implementation of Circular Economy as a Sustainable Development Strategy.” In *SM 2020; XXV International Scientific Conference Strategic Management and Decision Support Systems in Strategic Management*. str. 296–303. Subotica: Ekonomski fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- [6] J. Kirchherr, D. Reike, i M. Hekkert, "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions," *Resources, conservation and recycling*, Vol. 127, str. 221–232, 2017.
- [7] P. Morsetto, "Restorative and regenerative: Exploring the concepts in the circular economy," *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 24, No. 4, str. 763–773, 2020.
- [8] Z. Feng, *Circular economy overview* (in Chinese). Beijing, China: People's Publishing House. 2004.
- [9] Z. Yuan, J. Bi., i Y. Moriguichi, "The circular economy: A new development strategy in China," *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 10, No. 1-2, str. 4–8, 2006.
- [10] M. Marković, Z. Popović, i I. Marjanović, „Towards a Circular Economy: evaluation of Waste Management Performance in EU Countries,” *Serbian Journal of Management*. Vol. 18, No. 1, 2023.
- [11] A. Krysovaty, I. Zvarych, i R. Zvarych, "Circular economy in the context of alterglobalization," *Journal of International Studies*, Vol. 11, No. 4, str. 185–200, 2018.
- [12] M. Marković, B. Krstić, i T. Rađenović, „Circular economy and sustainable development,” *Economics of Sustainable Development*, Vol. 4, No. 1, str. 1–9, 2020.
- [13] Vlada Republike Srbije, „Program razvoja cirkularne ekonomije u Republici Srbiji za period 2022–2024,” 2022, [WWW]. Dostupno na: <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SIGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/drugiakt/2022/137/1> [Datum pristupa: 31/05/2023].
- [14] Government of the Netherlands, "From a linear to a circular economy," 2017, [WWW]. Dostupno na: <https://www.government.nl/topics/circular-economy/from-a-linear-to-a-circular-economy> [Datum pristupa: 09/09/2022].

- [15] D. Banaitè, "Towards circular economy: analysis of indicators in the context of sustainable development," *Social Transformation in Contemporary Society*, Vol. 4, No. 9, str. 142–150, 2016.
- [16] Sensoneo, "Global Waste Index," [Sensoneo GWI], 2023, [WWW]. Dostupno na: <https://sensoneo.com/global-waste-index/> [Datum pristupa: 30/05/2023].
- [17] V. Roleders, T. Oriekhova, i G. Zaharieva, "Circular Economy as a Model of Achieving Sustainable Development," *Problemy Ekorozwoju/ Problems of Sustainable Development*, Vol. 17, No. 2, str. 178–185, 2022.
- [18] World Commission on Environment and Development, *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- [19] D. Griggs, M. Stafford-Smith, O. Gaffney, J. Rockström, M. Öhman, P. Shyamsundar, W. Steffen, G. Glaser, N. Kanie, i I. Noble. "COMMENT: Sustainable development goals for people and planet," *Nature*, Vol. 495, str. 305–307, 2013.
- [20] I. Vander-Merwe, i J. Van-der-Merwe, *Sustainable development at the local level: An introduction to local agenda 21*. Department of Environmental Affairs and Tourism, 1999.
- [21] S. Sterling, "Learning for resilience, or the resilient learner? Towards a necessary reconciliation in a paradigm of sustainable education," *Environmental Education Research*, Vol. 16, No. 5-6, str. 511–528, 2010.
- [22] D. W. Pearce, G. D. Atkinson, i W. R. Dubourg, "The Economics of Sustainable Development", *Annu. Rev. Energy Environ.*, Vol. 19, str. 457–474, 1994.
- [23] J. Elkington, *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business*. Oxford: Capstone. 1999.
- [24] J. Harris, "Basic Principles of Sustainable Development" u *Dimensions of Sustainable Development*, Volume I, K. Bawa i R. Seidler, Ured. EOLSS Publications, 2009, str. 21–40.
- [25] M. Winograd, i A. Farrow, "Sustainable Development Indicators for Decision Making: Concepts, Methods, Definition and Use", U *Dimensions of Sustainable Development*, Volume I, K. Bawa i R. Seidler, Ured. EOLSS Publications, 2009, str. 41–73.
- [26] S. Sauve, S. Bernard, i P. Sloan, "Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research", *Environmental Development*, Vol. 17, str. 48–56, 2016.
- [27] M. Đokić, i M. Jovanović, „Productive Employment and Working Conditions as Determinants of Sustainable Economic Development in Serbia”, *Studies in Business and Economics*, Vol. 14, No. 3, str. 84–96, 2019.
- [28] M. Geissdoerfer, P. Savaget, N. Bocken, i E. J. Hultink, "The Circular Economy – A new sustainability paradigm?." *Journal of Cleaner Production*, Vol. 143, str. 757–768, 2017.
- [29] A. Velenturf, i P. Purnell, "Principles for a sustainable circular economy", *Sustainable Production and Consumption*, Vol. 27, str. 1437–1457, 2021.
- [30] Y. Geng, i B. Doberstein, "Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development,'" *Int. J. Sustain. Dev. World. Ecol.* Vol. 15, No. 3, str. 231–239, 2008.

- [31] J. Przywojska, A. Podgórnjak-Krzykacz, i J. Wiktorowicz, "Perceptions of priority policy areas and interventions for urban sustainability in Polish municipalities: can Polish cities become smart, inclusive and green?," *Sustainability*, Vol. 11, 3962, 2019.
- [32] R. Gibson, "Beyond the pillars: sustainability assessment as a framework for effective integration of social, economic and ecological considerations in significant decision-making," *J Environ Assess Pol Manage*, Vol. 8, No. 3, str. 259–280, 2006.
- [33] Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development, 2023, [WWW]. Dostupno na: https://unstats.un.org/sdgs/indicators/Global%20Indicator%20Framework%20after%202023%20refinement_Eng.pdf [Datum pristupa: 01/06/2023].
- [34] United Nations Development Programme [UNDP], 2023, [WWW]. Dostupno na: <https://www.un.org/development/desa/disabilities/envision2030.html> [Datum pristupa: 15/05/2023].
- [35] V. M. Bojović, (2016). *Indikatori održivog razvoja i mogućnosti njegovog merenja* [Doktorska disertacija]. Univerzitet u Beogradu: Ekonomski fakultet. 2016.
- [36] M. T. Taner, B. Sezen, i H. Mihci, "An Alternative Human Development Index Considering Unemployment", *South East European Journal of Economics and Business*, Vol. 6, No. 1, str. 45–60, 2011.
- [37] Environmental Performance Index [EPI], 2022, [WWW]. Dostupno na: <https://epi.yale.edu/> [Datum pristupa: 30/04/2023].
- [38] M. J. Wolf, J. W. Emerson, D. C. Esty, A. de Sherbinin, Z. A. Wendling, et al., *Environmental Performance Index*. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy, 2022.
- [39] Sustainable Development Goals Index [SDGs Index], 2022, [WWW]. Dostupno na: <https://dashboards.sdgindex.org/rankings> [Datum pristupa: 18/05/2023].
- [40] Human Development Index [HDI], 2022, [WWW]. United Nations Development Programme. Dostupno na: <https://hdr.undp.org/data-center/country-insights#/ranks> [Datum pristupa: 01/05/2023].
- [41] P. Schroeder, K. Anggraeni, i U. Weber, "The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals." *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 23, No. 1, str. 77–95, 2019.
- [42] A. Stankevičius, A. Novikovas, A. Bakaveckas, i O. Petryshyn, "EU waste regulation in the context of the circular economy: peculiarities of interaction," *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, Vol. 8, No. 2, str. 533–545, 2020.
- [43] M. Marković, „Towards Sustainable Development: A Multi-Criteria Assessment of the Circular Economy in the European Union”, In *Handbook of Research on Bioeconomy and Economic Ecosystems*, A. Pego Ed. Hershey PA (USA): IGI Global Publishing House, 2023, pp. 330–352.

INTERDEPENDENCE OF CIRCULAR ECONOMY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Abstract: *The aim of the paper is to determine the relationship between the concept of circular economy and the paradigm of sustainable development based on the review of scientific literature, the basic determinants of these problems and the correlation analysis. In a practical sense, the Global Waste Index (GWI) was used to assess the level of circular economy development, while a group of indicators was used to estimate the degree of sustainable development: the Sustainable Development Goals Index, which includes all 17 goals (SDGs Index), the Human Development Index (HDI), and the Environmental Performance Index (EPI). The research, on the example of 38 countries of the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), shows a moderately strong correlation between the circular economy and sustainable development, with the strongest connection between the circular economy and the Human Development Index. It is concluded that highly developed societies have better conditions for the development and application of circular economy practices and principles that result in the reduction of waste and the achievement of sustainable development goals*

Keywords: *circular economy, sustainable development, waste management, human development, environment, OECD countries*

2. CIRKULARNA EKONOMIJA KAO IMPERATIV OPSTANKA SAVREMENOG DRUŠTVA

Miloš Golubović*, Gordan Janković

Inovacioni centar, Univerzitet u Nišu, Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, Srbija

Rezime: *Cirkularna ekonomija je definisana kao „sistemski pristup ekonomskom razvoju dizajniran da koristi preduzećima, društvu i životnoj sredini”. Za razliku od linearne ekonomije koja funkcioniše po principu „uzmi–napravi–odbaci”, cirkularna ekonomija je regenerativna po dizajnu i ima za cilj da razvoj ekonomije učini indiferentim u odnosu na ograničenost resursa koji egzistiraju u prirodi. Konceptualno govoreći, cirkularna ekonomija je tesno povezana sa održivim razvojem. Predstavlja uži pojam, a ostvarivanjem svojih ciljeva istovremeno doprinosi ostvarivanju ciljeva održivog razvoja. S obzirom na ekološku situaciju koja egzistira u svetu i dinamiku trošenja ograničenih resursa posredstvom ekonomskog progressa, cirkularna ekonomija se nameće kao koncept koji potencijalno nudi rešenje za tešku situaciju u kojoj se čovečanstvo nalazi. Ipak, i pored brojnih primera uspešne prakse, kako na nivou individualnih ekonomskih aktera tako i na nivou čitavih privrednih sistema, ideja cirkularne ekonomije još uvek nije u potpunosti zaživela i čeka na potpunu afirmaciju u praksi. Razlog tome leži u brojnim ograničenjima društvene, sistemske i finansijske prirode. Cilj ovog rada je da ukaže na neodrživost postojećeg koncepta i da ideju cirkularne ekonomije istakne široj javnosti kao imperativ opstanka savremenog društva*

Ključne reči: *cirkularna ekonomija, linearna ekonomija, održivi razvoj, realni BDP, CO₂*

Uvod

Čitavu istoriju čovečanstva, od njegovog postanka pa do današnjeg dana, obeležio je visok stepen asocijativnosti čoveka i prirode. U svojim interakcijama, čovek i priroda su milenijumima vršili uticaj jedno na drugo i zahtevali konstantna prilagođavanja. Na nižim stupnjevima svoga razvoja, ljudsko društvo se je u

* Kontakt mejl: milos.golubovic19@gmail.com

potpunosti prilagođavalo uslovima koje je diktirala priroda, a zauzvrat je od prirode dobijalo sve ono što mu je bilo neophodno za sopstvenu egzistenciju. Razvijanjem tehnologije i širenjem znanja iz oblasti prirodnih nauka, ovaj podređeni položaj se značajno unapređuje. Ovakav progres je pružio mogućnost prilagođavanja prirode potrebama čoveka. Time se stvorila mogućnost za transfer inicijative sa prirode na čoveka, kao i za širenje ljudskih aspiracija koje je priroda svojim potencijalima pratila. Naravno, ovakav trend implicirao je i veću odgovornost čoveka, i to ne samo u pogledu ostvarivanja sopstvenih afiniteta, već i u pogledu očuvanja prirode, koju treba da ostavi u nasleđstvo generacijama koje dolaze.

Inicijalne faze razvoja čovečanstva karakterisala je niska apsorpcija prirodnih resursa, koji su egzistirali u izobilju uz apsolutnu ekološku ravnotežu. Takav ambijent opravdavao je dominaciju ekonomskog prioriteta nad ekološkim i intergeneracijskim. Nakon industrijske revolucije, dinamika ekonomskog progressa je postala imponantna, a pretpostavka stabilne ekološke ravnoteže i neograničenosti resursa počela se urušavati. Rastući pritisak na ograničene resurse otežao je mogućnost njihove prirodne reparacije i stok raspoloživih zaliha postajao je sve manji. Ovakva tendencija uslovlila je i povećanu emisiju CO₂, koja je u krajnjoj instanci uticala na klimatske promene u vidu rasta prosečne temperature, intenziviranja suša i padavina i smanjenja biodiverziteta. Kako je i sam čovek sastavni deo prirodnog ekosistema, logično je da ni on nije ostao izvan uticaja ovakvih tendencija i da mu je egzistencija drastično ugrožena sopstvenim težnjama za rastućim profitom. Upravo iz ove potrebe uspostavljanja adekvatnog balansa između ekonomskog progressa i očuvanja ekološke ravnoteže i raspoloživosti resursa proističe značaj i uloga cirkularne ekonomije.

Implementacija cirkularnog modela proizvodnje sve više poprima imperativni karakter, a sa protokom vremena njen značaj postaje sve izraženiji. Savremeno društvo ima potrebu za daljim razvojem, a ključna kočnica tome je narušena ekološka sfera i ograničenost resursa. Cirkularna ekonomija kao model koji doprinosi maksimizaciji iskorišćenja resursa koji egzistiraju u prirodi i minimizaciji ekološki štetnog otpada, predstavlja most u prevazilaženju nepomirljivosti afiniteta i mogućnosti. Obzirom na dinamiku navedenih negativnih tendencija, ključni izazov savremene civilizacije jeste ubrzano širenje svesti o značaju cirkularne ekonomije i njena implementacija. Na taj način obezbediće se dalji progres ekonomskog tipa koji je preduslov sveobuhvatnog društvenog napretka, ali ovog puta bez štete na račun budućih generacija koje treba da naslede ovu planetu.

1. Hronologija evolucije svesti o značaju cirkularne ekonomije u stručnoj literaturi

Ideja cirkularne ekonomije razvijala se kroz dva međusobno povezana i uslovljena procesa. Prvi proces odnosio se na transformaciju materijala u ekonomiji u cilju maksimizacije profita od strane nosioca privrednih delatnosti, dok je drugi proces počivao na razmišljanju o ekonomskim uslovima koji bi mogli dovesti do transformacije industrijskih sirovina u cilju šireg društvenog interesa. Iz simbioze ova dva procesa, proistekla je koncepcija cirkularne ekonomije, koja istovremeno treba da doprinese očuvanju ekonomskog prosperiteta čovečanstva i rešavanju problematike ograničenih resursa u sadašnjosti, ali isto tako treba da doprinese očuvanju životne sredine i resursa i za buduće generacije.

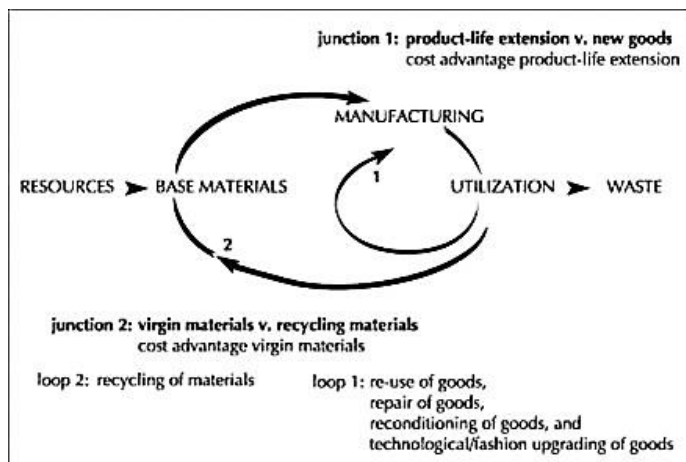
U periodu posle Drugog svetskog rata vladajuća premisa po pitanju modela privredne aktivnosti počivala je na konceptu „industrijske ekologije”. Ratom razrušene privrede i nizak životni standard građana širom sveta zahtevao je ubrzanu reindustrijalizaciju, tako da je bilo jako malo prostora da se ovom prioritetnom cilju nametne viši stepen ekološke svesti. Ipak, treba napomenuti da koncept „industrijske ekologije” nije u potpunosti apstrahovao značaj očuvanja životne sredine i nivoa raspoloživih resursa. Ekološki aspekt ovog koncepta ogledao se u insistiranju na maksimizaciji iskorišćenja raspoloživih resursa, kao i na izbegavanju štetnog otpada.

Za razvoj koncepta cirkularne ekonomije posebna zasluga mora se pripisati Kennethu Bouldingu [1]. Svojim radom iz 1966. godine, Boulding je stvorio filozofsko-praktičnu osnovu za razvoj svesti o značaju cirkularne ekonomije i postavio temelj za nadgradnju koncepta kroz brojne radove koji će uslediti. Njegova zasluga ogleda se u inicijalnoj separaciji linearnog i cirkularnog proizvodnog modela u ekonomiji, sa posebnim naglaskom na nužnost prelaska na cirkularni model. Posmatrajući materijal, energiju i informacije/znanje kao esencijalne elemente opstanka savremenog društva, došao je do zaključka da sisteme reprodukcije možemo segmentisati na otvoreni i zatvoreni. Otvoreni sistem reprodukcije podrazumeva apsorpciju resursa koji egzistiraju u prirodi, njihovu transformaciju u potrošne proizvode i usluge i u krajnjoj instanci, nakon isteka životnog veka proizvoda, njihovo taloženje u „neekonomске rezervoare”. Za razliku od ovog sistema, zatvoreni sistem reprodukcije ima daleko izraženiji entropijski karakter jer se cirkulacijom gore navedenih esencijala obezbeđuje podizanje globalne ekonomije na višem nivou uz očuvanje supstanci resursa i za buduće generacije.

Da bi opravdao svoju tezu, Boulding se koristio primerima ekonomija „kauboja” i „svemirskog broda”, pri čemu pod ekonomijom kauboja podrazumeva nizak stupanj ekonomskog razvoja čovečanstva, dok se pod ekonomijom svemirskih brodova sugerše na savremeni ekonomski ambijent. Prema Bouldingu, u inicijalnim fazama razvoja, čovečanstvo je raspolagalo ogromnim

neiskorišćenim resursima, a ekonomija je bila na veoma niskom stupnju razvijenosti. Takav ambijent mogao je opravdati supremaciju prosperitetu u odnosu na očuvanje resursa. Međutim, ista analogija se ne može pripisati savremenom čoveku. Sve veća ograničenost resursa, uz drastično narušavanje kvaliteta životne sredine, pred savremenog čoveka postavlja novi izazov, a to je da u svom progresu insistira na održavanju nivoa raspoloživih resursa čak i po cenu odustajanja od načela maksimizacije nivoa BDP-a zarad opšteg dobra.

Doprinos razvoju svesti o značaju cirkularne ekonomije imala je i kompjuterska simulacija *Rimskog kluba*. Ovde treba napomenuti da se radi o simulaciji koja je nastala u periodu začetka ekspanzije informacione tehnologije sedamdesetih godina, tako da su njeni dometi daleko niži u odnosu na potencijale savremenog kompjuterskog anticipiranja trendova u budućnosti. Ipak, može se zaključiti da su prognoze bile tačne i da se čovečanstvo nalazi na putu koji je simulacija *Rimskog kluba* predvidela. Ova kompjuterska simulacija je predvidela da će progres zasnovan na linearnom modelu proizvodnje dostići svoje limite u vremenskom intervalu od jednog veka obzirom na predviđenu dinamiku iscrpljivanja raspoloživih resursa [2].



Slika 1. Cirkularna ekonomija u začetku [4]

Jedan od prvih dijagrama modela cirkularne ekonomije vezuje se za rad Stahela i Reday-Mulveya. U svom radu „Poslovi sutrašnjice: Potencijal zamene energije ljudskim radom”, bavili su se ekonomskom krizom u svetu izazvanom naftnim šokovima iz 1973. i 1979. godine. Ova kriza je direktna posledica resursno-intenzivnog linearnog modela reprodukcije u okviru koga se ne vodi dovoljno računa o zavisnosti ekonomija o limitiranim resursima i njihovoj reciklaži zarad ponovnog korišćenja. Krizu su izazvale zemlje OPEC-a zajedničkim istupom na tržištu sa cenom višestruko većom od uobičajene, što je stvorilo ekonomske probleme kako u razvijenim tako i u nerazvijenim zemljama širom sveta. Ipak, razvijene zemlje su daleko bolje prošle u tom pogledu, jer su

imale drastično bolji životni standard svojih građana, te su se visokoj ceni naftnih derivata oduprele politikom „stezanja kaiša”. Nerazvijene zemlje to sebi nisu mogle priuštiti, pa su kroz „reciklažu petrodolara” ušle u problem prezaduženosti u kome se i sada nalaze. Prema Stahelu i Reday-Mulvey, Evropa može iz krize nedostatka resursa i visoke stope nezaposlenosti izazvane naftnim šokovima izaći zamenom fosilne energije i materijala ljudskim radom, tj. kreiranjem novih radnih mesta, što potvrđuje analiza i komparacija troškova obeju alternativa. [3]

Svoj doprinos razvoju koncepta cirkularne ekonomije, Stahel je dao i „sistemom spiralnih petlji” koji ima za cilj minimalizaciju utroška materijala, protoka energije i pogoršanja životne sredine kroz proces reprodukcije, i to bez ograničavanja ekonomskog rasta i društveno-tehničkog napretka. U središtu ove ideje je produžavanje životnog veka proizvoda, tj. obezbeđivanje dužeg perioda eksploatacije proizvedenih roba i usluga. Prema Stahelu, time bi se stvorio prostor za postepenu tranziciju ka održivom društvu, u kome je napredak usklađen sa svetskom bazom ograničenih resursa. Sistem spiralnih petlji bazira se na 4 komplementarna segmenta prikazanih na slici 1, i to:

- petlja 1 – upotreba,
- petlja 2 – popravka,
- petlja 3 – rekondicioniranje,
- petlja 4 – reciklaža. [5]

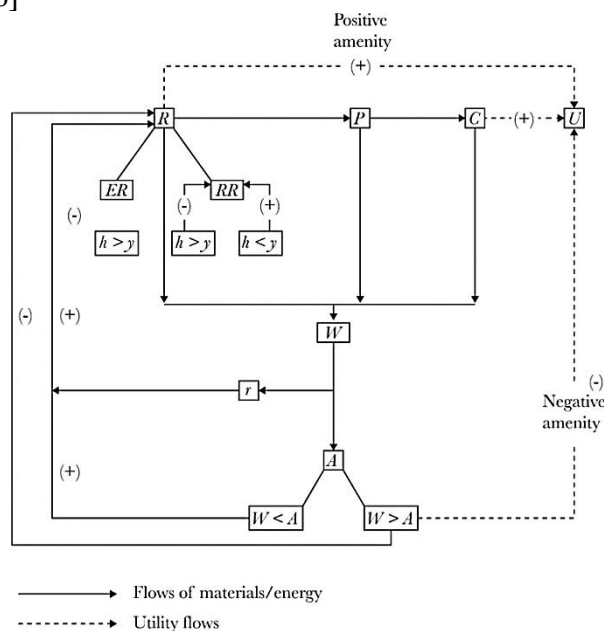
Iako u svom radu nije do kraja razjasnio mehanizme kompromisa između ekonomskog prosperiteta i očuvanja životne sredine i zaliha raspoloživih resursa, s obzirom na stepen aproksimacije Stahelovog sistema spiralnih petlji i savremenog shvatanja koncepta cirkularne ekonomije, može se zaključiti da je njegov rad u suštini inicijalna verzija cirkularne ekonomije koja će se radovima u toj oblasti, koji će tek uslediti, dodatno unaprediti.

Sledeći značajan iskorak u izgradnji koncepta cirkularne ekonomije napravljen je 1990. godine od strane autora Pearsa i Turnera. U svom radu „Ekonomija prirodnih resursa i okruženje”, ovi autori su po prvi put upotrebili sam termin cirkularna ekonomija da bi njen koncept jasno razgraničili u odnosu na koncept linearnog modela reprodukcije i dali svoj prikaz kružnog kretanja resursa u proizvodnji (ilustrovano na slici 2). Pears i Turner poseban akcenat stavljaju na važnost zakona termodinamike, pozivajući se na rad Kennetha Bouldinga, o kome je u ovom radu već bilo reči. Takođe, ovaj rad je istakao nužnost da se čitava planeta Zemlja mora posmatrati kao jedan zatvoreni ekonomski sistem, pri čemu svetsku privredu i životnu sredinu ne karakterišu linearne međusobne veze, već determinisani kružni odnos. Kao centralni ili dominantni proces u reprodukciji, po prvi put, označena je reciklaža, koju će i brojni autori posle njih postaviti na pijedestal stručnih diskusija u ovoj oblasti.

Pears i Turner nemaju dilemu da stoprocentna reciklaža materijala i energije nikada neće biti ostvarena u praksi. Ekološki odgovorno društvo može stremiti

maksimizaciji reciklaže otpada samo do određenog nivoa, posle koga bi daljim insistiranjem na ovom postulatu potpuno ugrozili ekonomsku održivost ovog koncepta. Drugim rečima, troškovi daljeg insistiranja na podizanju nivoa reciklaže stvorili bi troškove koje globalna ekonomija ne bi mogla da podnese. Stoga, za očekivati je da će životna sredina uvek morati da prihvati izvesnu količinu otpada, koju proces reprodukcije generiše. Međutim, ovde treba računati na asimilativni kapacitet životne sredine. Izvesna količina otpada ne mora *a priori* predstavljati balast očuvanju njenog kvaliteta. Biološki razgradivi otpad kao i pojedine emisije u vazduhu mogu se bezopasno ponovo apsorbovati u životnu sredinu, uz mogućnost da postanu koristan proizvod u nekom narednom procesu reprodukcije kao sirovina.

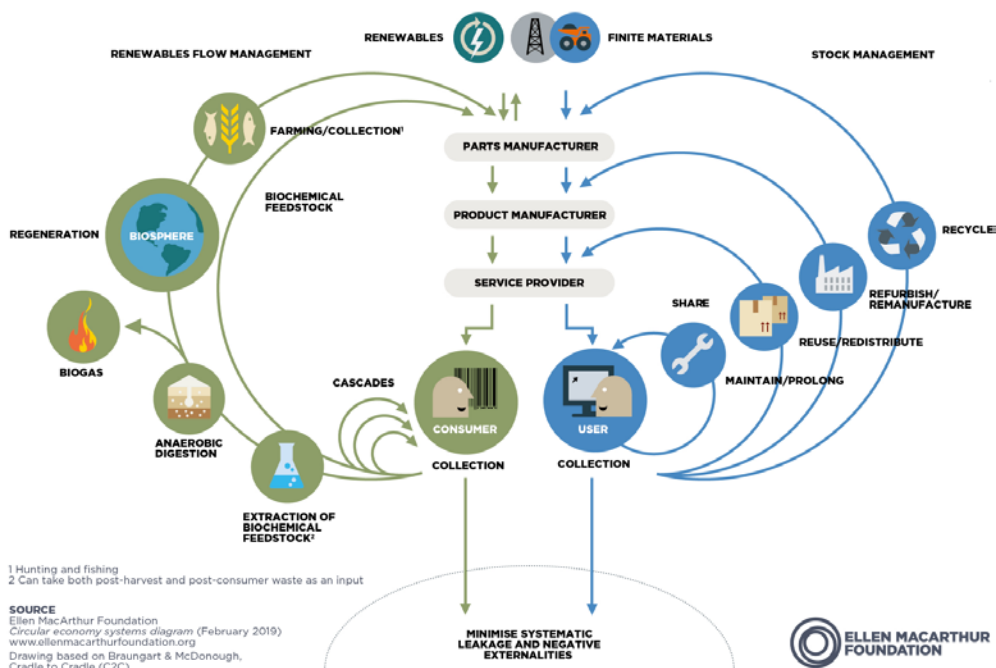
Takođe, Pears i Turner prave jasnu razliku između iscrpivih i obnovljivih resursa u prirodi. Iscrpivi resursi nemaju potencijal regeneracije, tako da globalna ekonomija mora voditi računa o nivou njihove raspoloživosti prirodnom determinacijom, jer svaka upotreba istih iscrpljuje zalihe tih resursa. Za razliku od iscrpivih, obnovljivi resursi imaju kapacitet da se sami obnove. Dakle, ukoliko se koriste u okviru kapaciteta regeneracije, njihova raspoloživost će ostati na istom nivou ili će se uvećati. Upravo ova činjenica, na koju su autori skrenuli pažnju, izbila je iz ruku kritičara argumente o limitiranosti koncepta cirkularne ekonomije i stvorila adekvatnu osnovu za uzlet daljeg progresa struke u pogledu afirmacije ovog koncepta. [6]



Slika 2. Ilustracija kompletnog procesa cirkularne ekonomije [7]

Konačno, potpuna afirmacija koncepta cirkularne ekonomije došla je sa Ellen MacArthur i osnivanjem *Ellen MacArthur Foundation* 2010. godine. Saradnja ove

fondacije sa brojnim svetskim kompanijama i konsultantskom agencijom *McKinsey* rezultirala je objavom tri publikacije pod nazivom „Kroz kružnu ekonomiju” u 2013. godini. U ovoj publikaciji prikazan je dijagram cirkularne ekonomije u obliku leptira (Slika 3) koji je naišao na potpunu afirmaciju stručne javnosti i vrlo često se nalazi u radovima iz te oblasti i danas.



Slika 3. Dijagram cirkularne ekonomije u obliku leptira [8]

Poseban doprinos Ellen MacArthur u pogledu afirmacije koncepta cirkularne ekonomije ogleda se u kapacitetu njene fondacije da privuče interesovanje sveta politike i biznisa za njegovu implementaciju. Evropska komisija je 2015. godine usvojila svoj prvi akcioni plan cirkularne ekonomije. Ovaj plan uključivao je mere koje se odnose na pomoć u stimulanju tranzicije Evrope ka cirkularnoj ekonomiji, jačanju globalne konkurentnosti, podsticanju održivog razvoja i kreiranju novih radnih mesta. Drugim rečima, cirkularna ekonomija je od 2015. godine ušla u *mainstream* evropskih ekonomija, a na ekološki aspekt njene implementacije gleda se kao na *sine qua non* opstanka savremenog sveta [9].

2. Uloga cirkularne ekonomije u ostvarivanju optimalnog *tradeoffa* ekonomskih, ekoloških i intergeneracijskih ciljeva savremenog društva

Od Industrijske revolucije pa do današnjeg dana (što približno iznosi 150 godina), svetska ekonomija počiva na tradicionalnom modelu linearne ekonomije.

Reč je o konceptu proizvodnje i potrošnje koji se realizuje kroz upotrebu sirovina koje egzistiraju u prirodi i njihovom transformacijom u gotove proizvode ili usluge. Po okončanju procesa reprodukcije, model linearne ekonomije podrazumeva prodaju tih proizvoda i usluga krajnjem kupcu, koji u razmeni za novac ostvaruje pravo uživanja u njihovoj upotrebnoj vrednosti. Nakon upotrebe, ostaci reprodukovanih proizvoda, kao sporedni rezultat proizvodnog procesa, završavaju kao otpad koji se odlaže u životnoj sredini čoveka, bez ponovnog povratka u proces reprodukcije kao sirovinski element (Slika 4). Prema Krištu, linearni model reprodukcije se zasniva na principu: „uzmi, napravi, upotrebi, odbaci”, a u svojoj osnovi ima polaznu utopističku premisu neograničenosti i lake dostupnosti materijalnih resursa [10].

LINEARNA EKONOMIJA



Slika 4. Proces reprodukcije i upotrebe proizvoda u linearnoj ekonomiji [11]

Iako je ovaj koncept dao značajne rezultate sa čisto ekonomskog stanovišta, savremeno društvo ima etičku obavezu njegovog odbacivanja kao neprihvatljivog. Insistiranje na daljem prosperitetu ekonomskih performansi, uz zanemarivanje štete koja se nanosi prirodi, raspoloživim resursima i životu i zdravlju ljudi, ne može biti ni ekonomski, ni društveno ni socijalno prihvatljivo. Stoga, nameće se logičan zaključak da savremeno društvo odiše potrebom primene novog modela razvoja koji bi bio stabilan, efikasan, isplativ, ali i održiv u dugom roku [12].

U cilju prevazilaženja nedostataka linearne ekonomije i ostvarivanju optimalnog balansa ekonomskih, ekoloških i socijalnih prioriteta, svetska ekonomija se okrenula održivom razvoju. Održivi razvoj predstavlja multi-dimenzionalni koncept proizvodnih procesa, univerzalno primenljivih u svim ekonomijama sveta, sa balansiranim ekonomskim, socijalnim i ekološkim prioritetima kako bi se prirodni resursi sačuvali i za buduće generacije [13]. Na taj način, održivi razvoj predstavlja društveni mehanizam za odgovor na izazove u vidu klimatskih promena i očuvanja prirodnog biodiverziteta [14].

Evolucijom koncepta održivog razvoja u pravcu pronalaženja konkretnih rešenja za ostvarivanje postavljenih ciljeva, nastala je cirkularna ekonomija. Slika 5 ilustruje Krysovatyjevju paradigmu cirkularne ekonomije, koja se zasniva na proizvodnom modelu koji podržava održivi ekonomski razvoj bez negativnih uticaja na životnu sredinu [15].

CIRKULARNA EKONOMIJA



Slika 5. Koncept cirkularne ekonomije [16]

Cirkularna ekonomija, kao uži pojam u odnosu na održivi razvoj, ne predstavlja potpuno novi koncept. Reč je o komplementarnim konceptima organizacije procesa reprodukcije, gde se ostvarivanjem ciljeva cirkularne ekonomije istovremeno doprinosi realizaciji koncepta održivog razvoja. Podudarnost konceptata cirkularne i održive ekonomije ostvaruje se u sledećim segmentima [17]:

1. intra i intergeneracijske obaveze,
2. poseban značaj usmeren ka višestrukim i koegzistirajućim putevima razvoja,
3. globalni pristup,
4. integrisanje neekonomskih ciljeva u procesu razvoja,
5. insistiranje na suštinskim promenama i inovacijama,
6. multi/interdisciplinarno polje istraživanja,
7. potencijalni rizik, troškovi, diverzifikacija i mogućnost zajedničkog stvaranja vrednosti,
8. kooperacija različitih zainteresovanih strana,
9. regulativa i podsticaji kao osnovni elementi za implementaciju,

10. privatni biznis kao nosilac promena,
11. inovativni poslovni model,
12. problem implementacije najčešće izazvan tehnološkim rešenjima.

Nasuprot sličnostima, među konceptima održivog razvoja i cirkularne ekonomije moguće je postaviti jasnu distinkciju prema poreklu, ciljevima, sistemskim prioritetima, mehanizmima institucionalizacije, vremenskom okviru implementacije, nosiocima odgovornosti i krajnjim korisnicima benefita primene koncepta. Ključne razlike ovih koncepata ogledaju se u sledećem:

1. cirkularna ekonomija je noviji koncept,
2. održivi razvoj uključuje daleko veći broj ciljeva,
3. kao uži koncept, cirkularna ekonomija je u većoj meri okrenuta efikasnosti iskorišćenja resursa i smanjenju otpada i štetnih emisija u pogledu sistemskog prioriteta,
4. glavni benefit kod cirkularne ekonomije ostvaruje se u pogledu očuvanja životne sredine, što samo po sebi ne implicira ostvarivanje socijalnih benefita,
5. ključnu ulogu u implementaciji cirkularne ekonomije imaju kompanije i vlade zemalja širom sveta,
6. vremenska dimenzija održivog razvoja nije jasno definisana,
7. koncept cirkularne ekonomije ima jasno definisane odgovornosti nosilaca tranzicije od linearne ka cirkularnoj ekonomiji, u vidu entiteta iz sveta biznisa, politike i regulatornih tela, dok kod održivog razvoja to nije slučaj.

3. Teorijska opservacija koncepta cirkularne ekonomije

Cirkularna ekonomija predstavlja koncept reprodukcije koji u mnogome prevazilazi proces obične reciklaže. Radi se o restorativnom industrijskom sistemu fokusiranom na pretvaranju otpada u resurse. Prema Ellen MacArthur, cirkularna ekonomija treba da obezbedi da se po isteku korisnosti nekog proizvoda, tj. po utrošku njegove upotrebne vrednosti u nekom obliku za potrošače, taj ostatak proizvoda transformiše u materijal za neki novi proizvod koji bi ponovo imao svoju (novu) upotrebnu vrednost za korišćenje [18]. Na sajtu fondacije Ellen MacArthur, cirkularna ekonomija je definisana kao „sistemski pristup ekonomskom razvoju dizajniran da koristi preduzećima, društvu i životnoj sredini”. Za razliku od linearne ekonomije, koja funkcioniše po principu „uzmi–napravi–odbaci”, cirkularna ekonomija je regenerativna po dizajnu i ima za cilj da razvoj ekonomije učini indiferentim u odnosu na ograničenost resursa koji egzistiraju u prirodi. Između ostalog, uloga cirkularne ekonomije, prema shvatanju Ellen MacArthur, je i da ukaže na negativne eksternalije ekonomskih aktivnosti koje rezultiraju štetom po ljudsko zdravlje i prirodnim sistemima. Tu se

pre svega misli na emisiju štetnih gasova i opasnih materija koji doprinose stvaranju efekta staklene bašte, zagađenju vazduha, zemljišta i voda [19].

Preston cirkularnu ekonomiju vidi kao pristup koji bi trebalo da doprinese transformaciji funkcije resursa u privrednom sistemu. Drugim rečima, otpad koji fabrike generišu u jednom proizvodnom procesu, cirkularna ekonomija transformiše u vredan input u sledećem procesu reprodukcije. Takođe, Preston u svom radu skreće pažnju na nužnost produžetka životnog veka proizvoda kroz popravku i nadogradnju u cilju ponovne upotrebe [20]. Prema Institutu Montanja, glavna odlika cirkularne ekonomije je da svetsku ekonomiju usmeri ka nultoj stopi otpada (engl. *zero waste*) kroz dizajniranje i pakovanje proizvoda. Pravilnim rukovanjem otpadom treba obezbediti njegovu transformaciju u sirovine za neke naredne procese reprodukcije. Dakle, cirkularna ekonomija prema shvatanju ovog instituta uključuje sve promene koje je neophodno napraviti od strane različitih subjekata privrednih aktivnosti (uključujući i potrošače) kako bi se reprodukcija mogla nastaviti u istom ili većem obimu, a da se pritom supstanca raspoloživih resursa očuva ili blago smanjuje. Na taj način, ostvaruje se ekonomski progres koji je manje zavisao od prirodnog kapitala i omogućava da se proizvodnja uskladi sa potencijalom prirodne regeneracije. U pogledu ostvarivanja ovako definisanog cilja, čovečanstvo bi trebalo da koristi sve dostupne mehanizme, uključujući i one tradicionalne, u vidu prostog recikliranja, do onih najmodernijih u vidu šering-platforni, virtualizacije, 3D štampanja i sl. [21].

U publikaciji „Cirkularna ekonomija kao šansa za razvoj Srbije”, čiju izradu je pomogla i Misija OEBS-a u Srbiji, autori su istakli da je ključna stvar za cirkularnu ekonomiju razmišljanje o samom otpadu, a ne o proizvodu. Pre samog procesa proizvodnje, u obzir treba uzeti kakav će otpad proizvesti planirani proces reprodukcije, tj. kako je otpad dizajniran, koliko je reciklabilan, kako je proizveden i koliko je prijateljski po okolinu. Proizvodi nastali u okviru koncepta cirkularne ekonomije moraju zadovoljavati kriterijume u vidu lake prilagodljivosti ponovnoj upotrebi, rastavi na komponente, popravki i reciklaži, a da sama izrada proizvoda počiva na obnovljivim izvorima energije. Dakle, cirkularna ekonomija, prema ovim autorima, treba da ponudi novi model „proizvod–otpad–proizvod”, pri čemu će se ekonomski rast zasnivati na ponovnoj upotrebi proizvoda čiji je životni ciklus završen, uz minimalizaciju upotrebe novih resursa [22].

Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije, u cilju prelaska srpske privrede sa linearnog na cirkularni model proizvodnje, izradilo je „Mapu puta za cirkularnu ekonomiju u Srbiji” [23]. U ovom dokumentu kao ključni problem savremenog sveta u pogledu očuvanja resursa i ekološke ravnoteže istaknut je podatak da je svega 9% ukupne reprodukcije realizovano po principima cirkularne ekonomije i da je postojeći trend jako negativan. Takođe, ovaj dokument implicira da bi se progres na ovom polju mogao ostvariti kroz sledeće procese:

- prenošenje globalnih trendova na nacionalne, regionalne i komercijalne nivoe,
- uspostavljanje modela za implementaciju i mera za praćenje tranzicije, uključujući i kaznenu politiku,
- dostupno obrazovanje i transfer znanja,
- uključivanje različitih aktera u proces ostvarivanja globalne koalicije za cirkularnu ekonomiju.

Po pitanju modela cirkularne ekonomije, „Mapa puta za cirkularnu ekonomiju u Srbiji” ističe da je model osmišljen tako, da se upotreba prirodnih resursa i energije smanji na najmanju meru, ali da se smanjuje i nastajanje otpada, zagađenje i ostali negativni uticaji na životnu sredinu. Proizvodni proces, prema ovom modelu, mora počivati na čistim tehnologijama i pružati mogućnost ekonomskim akterima da svoje poslovanje usklade sa tržišnim potrebama i novim ekonomskim globalnim trendovima. Dakle, prema ovom dokumentu, „cirkularna ekonomija ima za cilj obnavljanje prirodnih resursa, zadržavanje sirovina u upotrebi i produženi životni vek proizvoda primenom odgovarajućeg dizajna, koji omogućava da proizvodi na kraju životnog veka ne postaju otpad i ne doprinose zagađenju” [23].

Polazeći od stava kritičara da cirkularna ekonomija ima polisemijski karakter, tj. da se radi o pojmu definisanom na puno različitih načina i da shvatanje suštine cirkularne ekonomije nije uniformno i da različitim ljudima predstavlja različitu stvar, Kircher, Reike i Hekkert su u svom naučnom radu „Konceptualizacija cirkularne ekonomije: analiza 114 definicija” sprovedi analizu 114 definicija cirkularne ekonomije, kako bi ispitali opravdanost takvog stava. U ovom radu izneli su svoje shvatanje suštine cirkularne ekonomije „kao ekonomskog sistema koji je baziran na poslovnim modelima koji menjaju koncept „kraja životnog veka proizvoda” kroz smanjenje, alternativno ponovno korišćenje, reciklažu i obnavljanje materijala u proizvodnim, distribucionim i upotrebnim procesima, koji se realizuju na mikronivou (proizvodi, kompanije, potrošači), mezonivou (eko-industrijski parkovi) i makronivou (gradovi, regioni, nacije i šire), sa ciljem ostvarivanja održivog razvoja, koji implicira kreiranje kvalitetnog prirodnog okruženja, ekonomskog prosperiteta i socijalne jednakosti – tj. benefitom za sadašnje i buduće generacije”.

Takođe, ukazali su na to da je do 2012. godine većina definicija cirkularne ekonomije uključivala reciklažu (79% definicija), ponovnu upotrebu (74–75% definicija) i smanjenje trošenja resursa (54–55% definicija) i oporavak resursa (7–8% definicija). Definicije koje su usledile posle 2012. godine ređe su pominjale ove segmente cirkularne ekonomije (izuzev ponovne upotrebe resursa), usled promene diskursa i udaljavanja od ovog okvira, te se prešlo na sistemski okvir ovog koncepta (Slika 6).

Coding Results on Core Principles.

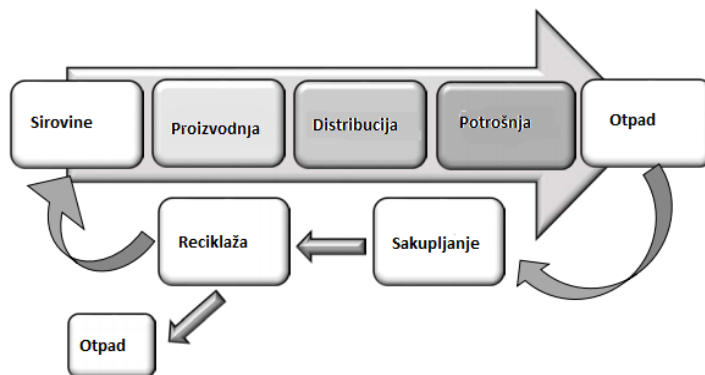
Mentioning of (in sample) (%)	Fullsample	Before2012	2012orlater	Peer-reviewed	Practitioner
Reduce	54–55	71	48–49	59–60	44
Reuse	74–75	71–74	75–76	77–78	67–69
Recycle	79	90–94	73–75	84–85	67–69
Recover	7–8	10	6–7	9–10	3
Waste hierarchy	30	48	23	38	11
System perspective	42	29	47	44	39
Micro-systems perspective	19	13	22	18	22
Meso-systems perspective	21	13	24	21	22
Macro-systems perspective	24	29	22	24	22

Note: Fullsample=All 114 definitions.

Slika 6. Kodiranje rezultata na osnovnim principima [24]

U zaključnom delu rada, autori su istakli da veliki broj različitih definicija cirkularne ekonomije danas postoji dobrim delom iz razloga što je sam koncept u mejnstrimu široke društvene javnosti i da kao takav ima tendenciju širenja njegovog poimanja. Takođe, istakli su da je neophodno uskladiti pristupe i iskristalisati sam pojam (u istraživanjima, ali i u praksi) kako bi se izbeglo urušavanje čitavog modela usled konceptualnih sukoba [25].

Danas je potpuno jasno da, s obzirom na ekološku opasnost koja se nadvila nad svetom, transformacija sa linearnog na cirkularni model ekonomije predstavlja imperativ. Takva transformacija je nemoguća bez kruga povratnih informacija koje će prikupljeni i reciklirani otpad vratiti u proizvodnju u vidu sirovina kao što je prikazano na slici 7.



Slika 7. Prelaz iz linearne u cirkularnu ekonomiju [26]

Ovakva transformacija proizvodnog procesa zahteva razvijenu svest o značaju njene implementacije, razvijenu infrastrukturu za upravljanje otpadom, znanje i informisanost, očuvanje supstance resursa, kontinuitet i novi pogled na ekonomsku stvarnost i budućnost. Dakle, za potpunu adaptaciju koncepta cirkularne ekonomije, društvu su potrebni kompatibilni socijalni, kulturološki,

finansijski, pravni, institucionalni i politički okviri [27]. Ipak, prilikom prelaska sa linearne na cirkularnu ekonomiju treba voditi računa da nova koncepcija ne postane samoj sebi svrha. Takvo insistiranje na konceptu cirkularne ekonomije bilo bi pogrešno i samu koncepciju cirkularne ekonomije bi udaljilo od njene inicijalne ideje. Uvek će postojati proizvodi, čak i na najvišem stupnju implementacije koncepta cirkularne ekonomije, za koje će po isteku upotrebe biti bolje odložiti ih kao otpad. Naime, takvi proizvodi mogu u nekoj fazi reprodukcije biti reciklirani u novi resurs, ali će kasnije napraviti veću štetu ekologiji u odnosu na onu da su bili odloženi kao otpad pre reciklaže. Stoga, cirkularna ekonomija mora zadržati globalni pristup svojim ciljevima kako bi benefiti njene implementacije bili koherentni ideji vodilji njene implementacije [28].

4. Kategorizacija zemalja prema stepenu adaptacije novog koncepta i primeri uspešne implementacije cirkularne ekonomije

Analizirajući primere dvadeset zemalja, profesor S. K. Gosh je zemlje koje se nalaze na putu implementacije koncepta cirkularne ekonomije, sa aspekta stepena adaptivnosti njihovih društava na primenu ovog modela, segmentisao u četiri grupe. Prvoj grupi pripadaju zemlje koje su na tom polju ostvarile najviše uspeha. Kao reprezentivi ove kategorije navode se Nemačka, Norveška, Ujedinjeno Kraljevstvo i Južna Koreja. Ova društva su u potpunosti sazrela kada je adaptacija ovog koncepta u pitanju, i ostvarila su značajno viši ešalon statusa implementacije cirkularne ekonomije. Drugu kategoriju čine zemlje koje nisu na nivou prethodno pobrojanih, ali im je amplituda tranzicije značajno izraženija u odnosu na preostale dve kategorije. Reč je o zemljama koje imaju dužu tradiciju tranzicije društva ka cirkularnoj ekonomiji, sa slabim rezultatima, ili su ovaj proces otpočele kasnije sa izvanrednim rezultatima. Grupaciji ove kategorije pripadaju Australija, Kanada, Kina, Indija, Malezija, Srbija, Tajland i SAD. Treću kategoriju zemalja čine one zemlje koje su inicirale promene u svom društvu u pravcu cirkularne ekonomije kroz brojne akcije i strategije. One su već otpočele sa minimalizacijom potrošnje i kružnim tokom resursa na mnogim poljima svoje ekonomije i postigle određene rezultate. Prema Goshu, ovoj kategoriji zemalja pripadaju Butan i Vijetnam. Poslednju, četvrtu kategoriju, čine zemlje koje su još uvek na primitivnom stadijumu implementacije koncepta cirkularne ekonomije. Reč je o zemljama u kojima se sporadično pristupa ovom konceptu kroz pojedinačne primere ekonomskih subjekata, zasnovane na njihovoj individualnoj inicijativi. Ovoj kategoriji zemalja pripadaju Avganistan, Laos, Izrael, Kenija, Mauricijus i Nigerija [18]. Primetno je da je stepen privredne razvijenosti značajan faktor u pogledu adaptacije ovog koncepta. To proističe iz činjenice da su privrede nižeg stepena razvijenosti otežano prilagodljive na bilo koji oblik eksternog šoka, uključujući i ekološki segment [29].

Nemačka je prva zemlja koja je koncept cirkularne ekonomije inkorporisala u svoje pravne okvire još davne 1996. Godine, donošenjem Zakona o zatvorenom ciklusu upravljanja otpadom. Japan je to učinio četiri godine kasnije, usvajanjem Zakona o uspostavljanju društva zasnovanog na recikliranju. Krajem 2015. godine, isto je učinila i Evropska unija, usvajanjem paketa mera tranzicije ka cirkularnoj ekonomiji, sa ciljem jačanja konkurentnosti regiona, stvaranja novih radnih mesta i stvaranja baze za održivi razvoj [30].

Individualno govoreći, jedan od najsvetlijih primera primene koncepta cirkularne ekonomije je *Kalundborg Symbiosis* u Danskoj. *Kalundborg Symbiosis* egzistira od 1972. godine i daje značajan doprinos u pravcu lokalnog ekonomskog razvoja, društvene odgovornosti i borbe protiv klimatskih promena. Reč je o prvoj industrijskoj simbiozi u praksi, gde se nusproizvodi ili otpad jednog preduzeća koriste kao resurs od strane drugog preduzeća. Na taj način, javna i privatna preduzeća kroz lokalnu saradnju realizuju istovremeno i ekonomske i ekološke benefite. Takođe, Danska se može pohvaliti i platformom *GoMore`s*. Reč je o platformi koja pruža mogućnost udruživanja putnika koji putuju ka istim lokacijama. Na taj način, smanjuje se broj automobila u saobraćaju, što automatski dovodi do smanjenja zagađenja i uštede u naftnim derivatima, a putnicima obezbeđuje jeftiniji transport. Od svoje implementacije pa do današnjeg dana, platforma je imala više od milion i po korisnika, što govori o stepenu njene rasprostranjenosti. Sličnu platformu ima i Srbija u vidu aplikacije *BlaBlaCar*, s tim da njen pravni status još uvek nije adekvatno uređen i ne postoji mogućnost maksimizacije benefita njene primene.

Pozitivan primer prakse cirkularne ekonomije je i poslovna saradnja američke kompanije *Timberland* sa kompanijom *Omni United*. Njihova saradnja se svodi na prodaju istrošenih guma korišćenih u transportu kompaniji *Timberland*, koja ih koristi kao resurs za novi ciklus procesa reprodukcije, tj. za proizvodnju đonova za sa svoju obuću.

Dobar primer primene koncepta cirkularne ekonomije može se pripisati i poslovnom modelu kompanije *Gamle mursten*. Ova kompanija koristi stare crepove kao sirovinu za izradu novih i vrši njihovu dalju prodaju. Kompanija primenjuje savremenu čistu vibracionu tehnologiju koja vrši reparaciju starih crepova i time štedi gotovo 95% potrebne energije za njihovu reprodukciju. Ovaj metod ponovne upotrebe starih cigli je primer savršene cirkularne ekonomije koja prenosi resurse sa jedne generacije na drugu [31].

Srbija takođe ima svoje svetle primere. Kompanija „Feplo” (d.o.o. Čačak) bavi se proizvodnjom vodootpornih eko-ploča, gde za osnovnu sirovinu koristi otpadni tetrapak. Proizvodnja se obavlja bez korišćenja lepkova, aditiva i formaldehida, te kao takva u krajnjoj instanci realizuje potpuno novi 100% ekološki proizvod. Za proizvodnju dva i po kvadrata vodootporne eko-ploče, ova kompanija utroši približno dvadeset kilograma tetrapaka, pri čemu na mesečnom nivou ukupan saldo iskorišćenog otpada iznosi približno dvesta pedeset tona.

Takođe, kompanija „Swiss papier” (d.o.o. Rača) koristi reciklirana papirna vlakna za proizvodnju papira za ubruse i jednostrano gladak papir, namenjen pakovanju proizvoda i papirnih kesu [22].

5. Prepreke i izazovi u implementaciji cirkularne ekonomije

Iako koncept cirkularne ekonomije, teorijski razmatrano, deluje krajnje jednostavno, praksa pokazuje da se njegova implementacija suočava sa brojnim barijerama i izazovima. Ovaj poduhvat, koji je u svojoj osnovi globalan, zahteva planetarni konsenzus po pitanju transformacije gotovo svih segmenata društva u sadašnjosti, zarad benefita koji će tek uslediti u budućnosti. Promene ovakvog tipa zahtevaju širi vremenski okvir, a s obzirom na stanje ekološke neravnoteže i dinamiku iscrpljivanja raspoloživih resursa, sa sigurnošću se može utvrditi da savremeno društvo nema na raspolaganju luksuz postepene transformacije.

Ključne prepreke u implementaciji koncepta cirkularne ekonomije, s obzirom na prirodu njihovog ispoljavanja, mogu se segmentisati u tri kategorije, i to:

- društvene barijere,
- sistemske barijere,
- finansijske barijere.

Društvene barijere proističu iz nedovoljne adaptivnosti savremenog društva na novonastale okolnosti. Cirkularna ekonomija zahteva drastičnu transformaciju i to ne samo u pogledu proizvodnog procesa (jer je cirkularna ekonomija mnogo više od proste reciklaže). Takva transformacija iziskuje napuštanje zone komfora i prihvatanje izazova u vidu očuvanja planete Zemlje za buduće generacije. Kako društva nisu sklona promeni svojih navika i preferencija, logično je da će nedostatak fleksibilnosti i ubuduće biti jedan od ključnih problema implementacije koncepta cirkularne ekonomije. Ova barijera dobrim delom proističe iz nedostatka znanja i svesti društva o značaju realizacije koncepta CE. Optimalni *tradeoff* ekonomskih, ekoloških i intergeneracijskih interesa, koji ovaj koncept nudi, savremeno društvo još uvek nije u dovoljnoj meri prepoznalo i ne raspolaže dovoljnim znanjem. Stoga će uspeh koncepta u budućnosti u velikoj meri zavisiti od sposobnosti diverzifikacije znanja i prevazilaženja barijera. Važnu društvenu barijeru predstavljaju i velike korporacije, čiji proizvodni procesi uključuju izrazitu emisiju CO₂. Rukovođene individualnim interesom, u vidu maksimizacije profita, i očuvanjem tržišne pozicije po svaku cenu, ove kompanije vrlo često koriste moć koju poseduju da bi opstruisale koncept CE, koji na vrh lestvice prioriteta stavlja opšte dobro.

Najčešća sistemska barijera za razvoj koncepta cirkularne ekonomije je nepostojanje adekvatnog zakonskog okvira, koji bi usmerio proces reprodukcije ka kružnom modelu. Praksa je pokazala da bitnu ulogu u tome imaju i političke elite, koje se rukovode dnevno-političkim interesima i zainteresovane su za akcije koje daju instant rezultate, a koncept cirkularne ekonomije prihvataju samo

deklarativno, bez dubljeg shvatanja značaja njegove implementacije i benefita koji on nosi. Takođe, kao značajna sistemska barijera ističe se i nedostatak komunikacije i koordinacije rada naučnih institucija i privrede. Za cirkularnu ekonomiju bi bilo izuzetno značajno da se kroz saradnju nauke i privrede generišu inovacije čija bi primena poslužila afirmativno kao dobra poslovna praksa.

Finansijske barijere se ogledaju u nedostatku kapitala koji bi podržao uvođenje savremenih tehnologija. Reč je o barijeri koja je naročito izražena u zemljama nižeg stepena razvijenosti koje nemaju adekvatno finansijsko tržište i vrlo često su osuđene na zastarelu tehnologiju. Koncept cirkularne ekonomije zahteva značajna početna ulaganja u istraživanja i monitoring, a profit nastaje tek nakon perioda inicijalne eksploatacije i povraćaja investicija. Stoga, uspeh koncepta cirkularne ekonomije će ovisiti i o sposobnosti donosioca odluka i upravljača savremenog sveta (politika i biznis) da obezbede dovoljnu supstancu kapitala zarad sinergije čitavog sveta u odbrani od prirodne katastrofe.

6. Empirijska analiza korelacije rasta proizvodnje i negativnih eksternalija ekološkog tipa

U okviru ovog poglavlja biće prikazana korelacija dinamike proizvodnih aktivnosti i volumena klimatskih promena. Cilj ovog rada je da ukaže na izrazitu pozitivnu korelaciju proizvodnih aktivnosti (u okvirima aktuelnog linearnog koncepta) i ekološke neravnoteže. Vremenski opseg istraživanja uključuje vremenski interval od 1960. godine do današnjih dana. Ova vremenska diskrepanca je dovoljna da se sagleda štetnost ekonomske politike profita po svaku cenu i nužnost prelaska na koncept cirkularne ekonomije. Varijable koje će biti predmet istraživanja su realni bruto društveni proizvod, izražen u konstantnim cenama (u nastavku realni BDP), emisija CO₂ i temperaturne promene. Kao nezavisna promenljiva biće uzet realni BDP, dok će CO₂ i temperaturne promene biti tretirane kao zavisno promenljive.

Prema mišljenju autora, realni BDP izražen u konstantnim cenama je najpogodniji za ovakvo istraživanje jer pruža realnu sliku promena u količini reprodukovanih proizvoda. Svetska ekonomija se je kroz istoriju vrlo često suočavala sa inflatornim tendencijama, a neretko su one bile na nivou hiperinflacije koja podrazumeva porast cena na mesečnom nivou od preko 50% [24]. Na taj način bi korišćenje BDP-a izraženog u tekućim cenama zamaglilo realnu sliku kretanja nivoa proizvodnje, jer bi drastičan porast BDP-a u većoj meri bio posledica kretanja cena, a ne realne proizvodne dinamike, koja u uslovima hiperinflacije obično opada, usled turbulencija ekonomskih uslova poslovanja. Kako bi se otklonila ova anomalija indikatora tekućeg BDP-a i obezbedila realnija slika uticaja svetske proizvodnje na ekologiju, autori će se koristiti realnim BDP-om, izraženim u konstantnim cenama u dolarima iz 2015. godine. Količina emisije CO₂ biće izražena u milijardama metričkih tona koje čovečanstvo emituje u

atmosferu. Temperaturne fluktuacije će biti prikazane kao razlika (porast ili smanjenje) u odnosu na prosečnu temperaturu vremenskog intervala od 1951. do 1980. godine.

6.1. Dinamika realnog BDP-a na planetarnom nivou

Čitav dvadeseti vek obeležila je izrazita dinamika ekonomskog progresa. Implementacija savremene tehnologije uz poboljšavanje organizacije proizvodnje dala je rezultate u pogledu podizanja nivoa proizvodnje, kakav ljudska civilizacija ne pamti u svojoj istoriji. Prevladavanjem neoklasičnog pristupa ekonomiji, koji u središtu ekonomskih tokova postavljaju liberalizam i globalno tržište, ekonomski prioriteti su dobili primat u odnosu na ostale društvene ciljeve. Ekonomsko blagostanje se postiže kroz realizaciju individualnih interesa svih pojedinaca na globalom tržištu, koje teži uravnoteženju ponude i potražnje, a ostali društveni ciljevi se ostvaruju kroz prelivanje dela ekonomskih benefita u cilju njihove realizacije. U tabeli 1 je prikazana dinamika realnog BDP-a na nivou planete, izražena u trilionima amaričkih dolara, za vremenski interval od 1960. do 2020. godine, sa izraženom početnom godinom dekadnog ciklusa.

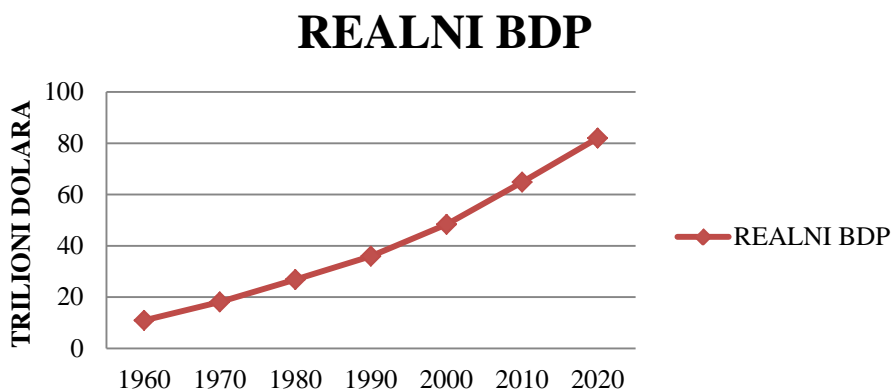
Tabela 1. Dinamika realnog BDP-a na svetskom nivou (1960–2020)

Godina	Realni BDP Trilioni USA \$	Rast realnog BDP-a Trilioni USA \$	Povećanje realnog BDP-a %
1960	10,90	-	-
1970	18,09	7,19	66
1980	26,82	8,73	48
1990	35,96	9,14	34
2000	48,35	12,39	34
2010	64,86	16,51	34
2020	82,04	17,18	26

Izvor: autori prema podacima Svetske banke [32]

Iz tabele 1 zaključuje se da je period između 1960. i 2020. godine izuzetno pogodovao ekonomskom progresu. Početkom sedme decenije dvadesetog veka, realni BDP na nivou planete i znosio je 10,9 triliona dolara, da bi na kraju opserviranog perioda iznosio 82,04 triliona dolara, što predstavlja uvećanje od približno sedam i po puta, tj. sedamsto pedeset odsto. Takođe, tabela 1 pokazuje da je rast realnog BDP-a, iskazan početnim godinama dekadnih ciklusa, sve izraženiji. Naime, porast u 1970. godini u odnosu na 1960. godinu iznosi 7,19 triliona dolara, a u 2020. godini u odnosu na 2010. godinu iznosi 17,18 triliona dolara. Ovde treba napomenuti da tokom vremena stopa rasta realnog BDP-a postepeno opada. Stopa rasta u 1970. godini u odnosu na početak prethodne dekade iznosi 66%, dok u 2020. godini u odnosu na 2010. godinu iznosi 26%. Razlog ovakvog trenda potiče iz činjenice da se niska polazna osnova nivoa

proizvodnje vremenom drastično uvećavala, pa je dalji porast reprodukcije, procentualno govoreći, u manjoj meri podizao osnovicu za naredni vremenski ciklus. Akceleracija rasta realnog BDP-a za posmatrani period prikazana je na slici 8.



Slika 8. Kretanje realnog BDP-a po godinama

Izvor: autori

6.2. Kretanje emisije CO₂

Dinamičan rast proizvodnje u posmatranom periodu uslovio je drastičan porast emisije CO₂, što je negativno uticalo na ekološku ravnotežu. Insistiranje na profitu i adaptacija filozofije potrošačkog društva dovela je do eskalacije negativnih eksternalija na životnu sredinu. U tabeli 2 je prikazana emisija CO₂, izražena u milijardama metričkih tona za početne godine posmatranih vremenskih ciklusa.

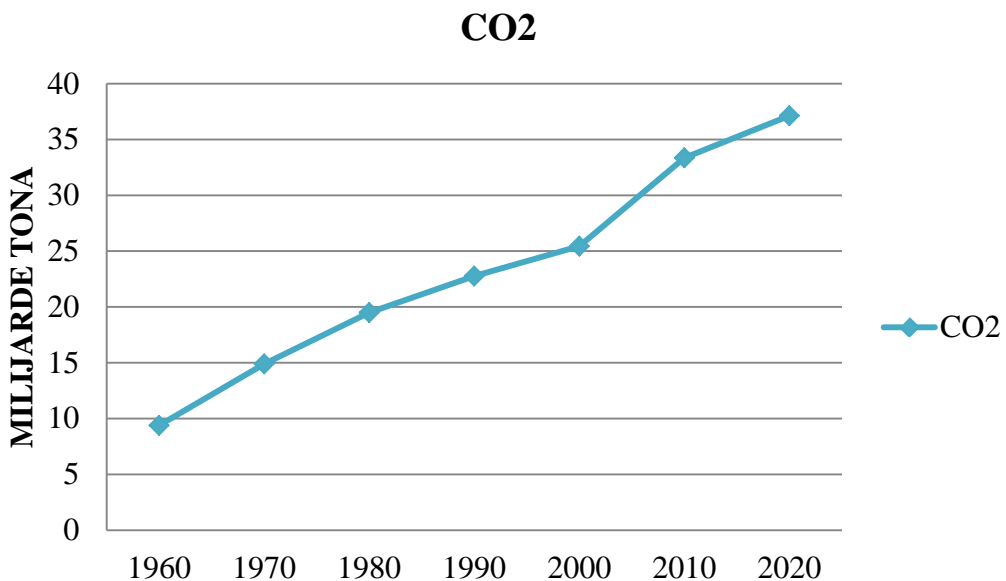
Tabela 2. Volumen emisije CO₂ po godinama u milijardama metričkih tona

GODINA	EMISIJA CO ₂	POVEĆANJE EMISIJE CO ₂	POVEĆANJE EMISIJE CO ₂ , %
1960	9,39	-	-
1970	14,9	5,51	58
1980	19,5	4,60	30
1990	22,76	3,26	17
2000	25,45	2,69	10
2010	33,36	7,91	23
2020	37,12	3,76	11

Izvor: autori na osnovu podataka sa sajta „Statista” [33]

Iz tabele 2 zaključuje se da je emisija CO₂ za posmatrani vremenski period u konstantnom porastu. Iznos emisije CO₂ u 1960. godini iznosio je 9,39 milijardi metričkih tona, a 2020. godine 37,12 milijardi metričkih tona, što predstavlja povećanje od gotovo četiri puta, tj. približno četrsto odsto. Razlog ovakve

tendencije jeste konstantan porast proizvodnje, dominantno realizovan po principima linearne ekonomije, koji je već prikazan u tabeli 1. Najveći skok emisije CO₂ ostvaren je u 2010. godini u odnosu na početak intervala prethodnog vremenskog ciklusa, i iznosio je 7,91 milijardu metričkih tona. Razlog ovakvog skoka proističe iz pokušaja globalne ekonomije da se odupre posledicama Svetske ekonomske krize iz 2008. godine, kada je na ime oporavka intenzivirana upotreba „prljavih tehnologija”. To se odrazilo i na procentualno povećanje emisije CO₂ i na narušavanje tendencije pada porasta emisije, što reprezentuje tabela 2. Intenziviranje emisije CO₂ kroz posmatranu vremensku diskrapancu prikazano je na slici 9.



Slika 9. Tendencija emisije CO₂ u periodu od 1960 do 2020. godine
Izvor: autori

6.3. Temperaturne oscilacije

Intenziviranje temperaturnih oscilacija u dvadesetom i dvadeset prvom veku predstavlja direktnu reperkusiju intenziviranja industrijske proizvodnje i pojačane emisije CO₂ u atmosferi. Amplituda prosečne godišnje temperature na planetarnom nivou postaje sve izraženija, uz tendenciju rasta koju je svetska javnost prepoznala kao globalno zagrevanje. U tabeli 3 prikazano je kretanje temperaturnih anomalija u odnosu na prosečno kretanje temperature na kopnu, u vremenskom intervalu od 1951. do 1980. godine (prosečna temperatura u ovoj vremenskoj diskrepanci se uzima kao referentni sistem).

Tabela 3. Temperaturne anomalije u odnosu na prosek temperatura 1951–1980. g.

GODINA	TEMPERATURNAN ANOMALIJA 0°C
1960	-0,03
1970	0,03
1980	0,26
1990	0,45
2000	0,39
2010	0,72
2020	1,02

Izvor: autori prema podacima sa NASA sajta [34]

Na osnovu tabele 3 jasno se može zaključiti da se temperaturne anomalije u odnosu na prosek temperatura od 1951. do 1980. godine intenziviraju, sa izuzetkom 2000. godine, kada je oscilacija spala sa 0,45 na 0,39 stepeni Celzijusa. Ono što posebno zabrinjava je izražen trend porasta temperature na kopnu, koji u 2020. godini dostiže istorijski maksimum od 1,02 stepena Celzijusa, u odnosu na primenjeni prosek. Ovakav trend temperaturnih anomalija u potpunosti potvrđuje tezu da je globalno zagrevanje direktna posledica intenziviranja proizvodnje po linearnom konceptu, koji uzrokuje povećanu emisiju CO₂. Empirijski podaci nedvosmisleno pokazuju da prepuštanje stihiji postojećeg modela reprodukcije uzrokuje multiplikaciju problema koji drastično ugrožava opstanak čoveka na planeti Zemlji. Stoga, nameće se zaključak da se čovečanstvo nalazi na prekretnici: promeniti postojeći sistem i u potpunosti se okrenuti cirkularnoj ekonomiji, ili se suočiti sa tragičnim posledicama svojih odluka.

Zaključak

Sposobnost implementacije koncepta cirkularne ekonomije predstavlja ključni ispit savremene civilizacije. Realizacija ovog koncepta, u dugom roku, garantuje ostvarivanje benefita na svim poljima, tj. u ekologiji, očuvanju resursa, ali i na čisto ekonomskom polju. Kao ključne ekološke koristi, koje proističu iz koncepta cirkularne ekonomije, ističu se: smanjenje stope ekstrakcije prirodnih resursa, smanjenje nivoa zagađenja kroz industriju, smanjenje otpada koji zahteva odlaganje u prirodi, smanjenje utroška energije i emisije CO₂, kao i povećanje produktivnosti zemljišta i zdravlja tla. Uporedo sa pobrojanim ekološkim rezultatima, cirkularna ekonomija obezbeđuje krupan pomak čovečanstva u pogledu konekcije socijalnog blagostanja i zdravstvenih benefita. Takođe, uspešna primena ovog koncepta uključuje redukciju troškova proizvodnje kroz kružne procese, što doprinosi profitabilnosti poslovanja individualnih ekonomskih aktera. Savremeni kupac sve više prepoznaje značaj „zelene” proizvodnje, s obzirom na rastuće ekološke probleme i u skladu sa tim profilise svoje preferencije na tržištu, čime se stvara dodatni pritisak na proizvođače da pristupe transformaciji

produktivnih procesa. Drugim rečima, slobodno tržište će uraditi selekciju ponuđača takav na način, da boljom cenom i pozicijom nagradi one koji vode računa o opštedruštvenom interesu, a da, sa druge strane, eliminiše one koji imaju nizak stepen prilagodljivosti novim tendencijama. Pored tržišta, bitnu ulogu u afirmaciji koncepta cirkularne ekonomije u budućnosti imaće i sve međunarodne institucije i vlade zemalja širom sveta koje treba da doprinesu prevazilaženju ograničenja, zarad potpune afirmacije cirkularne ekonomije. U suprotnom, svet će odustati od profilaktičkog pristupa i upustiti se u izazov sa kakvim se u svojoj istoriji nije suočio, uz minimalne šanse da mu se odupre.

Literatura

- [1] Boulding, K. (1966), "The Economics of the Coming Spaceship Earth", in Jarrett, H.Ed. 1996 Environmental Quality in a Growing Economy, Resources for the Future/John Hopkins University Press, Baltimore
- [2] Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. and Behrens III., W. (1974), "The Limits to Growth", Pan Books, London/Sydney.
- [3] Stahel, W. and Reday-Mulvey, G. (1981), "Jobs for Tomorrow: The Potential for Substituting Manpower for Energy", Vantage Press, New York, based on Reday, G and W. Stahel (1977), The Potential for Substituting Manpower for Energy, Commission of the European Communities, Luxembourg.
- [4] https://www.researchgate.net/figure/The-main-loops-of-a-circular-economy-Source-Stahel-2013_fig1_329311281
- [5] Stahel, W. (1982), "Product-Life Factor", Mitchell Prize Winning Paper, Product-life Institute.
- [6] Pearce, D. and Turner, R. (1990), "Economics of Natural Resources and the Environment", Harvester Wheatsheaf, Hemel Hempstead, Herts., UK
- [7] https://www.researchgate.net/figure/The-Circular-Economy-the-first-proposed-figure-and-model-RResources_fig1_344906775
- [8] <https://inchainge.com/knowledge/sustainability/the-butterfly-diagram/>
- [9] EMF (2013), "Towards The Circular Economy", (Ellen MacArthur Foundation), Cowes, Isle of Wight.
- [10] Krišto, M. (2015), „Kružna ekonomija za brži razvoj”, Gospodarstvo i okoliš, Hrvatski poslovni savjet za održivi razvoj, Zagreb
- [11] <https://zadecu.org/cirkularna-ekonomija-za-odrzivi-razvoj/>
- [12] Janković, M. and Ivannikov, N. (2017), „Održivi razvoj i ekonomski rast”, Ecologica, Beograd.
- [13] Stojanovic, D., Ilic, B. and Mihajlovic, D. (2017), „Strane direktne investicije u ostvarivanju ciljeva održivog razvoja lokalnih zajednica u Srbiji”, Ecologica, Beograd.
- [14] Kopnina, H. (2017), "Sustainability: New strategic thinking for business". Environment, Development and Sustainability, 19(1), 27-43. <https://doi.org/10.1007/s10668-015-9723-1>
- [15] Krysovaty, A., Zvarych, R., Moky, A., and Zvarych, I. (2018). "Alterglobalization via the inclusive circular economy paradigm". Economic Annals-XXI, 174.
- [16] <https://cirkularnaekonomija.org/sta-je-cirkularna-ekonomija/koncept/>

- [17] Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M.P. and Hultink, E.J. (2017). "The circular economy - a new sustainability paradigm?", *Journal of cleaner production*, 143, pp. 757-768. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- [18] Gosh, S. K. (2019), "Circular Economy: Global Perspective", Springer Singapore, Singapore
- [19] <https://ellenmacarthurfoundation.org/> [Pristupljeno 11.06.2023]
- [20] Preston, F. (2012.), "A Global Redesign? Shaping the Circular Economy". Chatham House, Energy, Environment and Resource Governance. Dostupno na: bp0312_preston.pdf (chathamhouse.org) [Pristupljeno: 15.06.2023.]
- [21] Institut Montaigne (2016), "The circular economy: reconciling economic growth with the environment", policy paper. Dostupno na: policy-paper-circular-economy.pdf (institutmontaigne.org) [Pristupljeno: 15.06.2023.]
- [22] <https://www.osce.org/files/f/documents/a/5/292311.PDF> [Pristupljeno: 16.06.2023.]
- [23] <https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/2021-01/mapa-puta-za-cirkularnu-ekonomiju-u-srbiji.pdf> [Pristupljeno: 16.06.2023.]
- [24] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917302835>
- [25] Kircher, J., Reike, D. and Hekkert, M. (2017). "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions". *Resources, Conservation and Recycling*, Elsevier, Vol. 127(C) 221pp-232pp
- [26] https://www.researchgate.net/publication/338067266_Cirkularna_ekonomija_-_novi_koncept_razvoja_odrzive_industrije
- [27] Drljača, M. (2015), „Koncept kružne ekonomije”, *Kvalitet i izvrsnost*, Vol. IV, No 9-10, Fondacija za kulturu kvaliteta i izvrsnost, Beograd, 18pp-22pp
- [28] Sauve, S., Bernard, S. and Sloan, P. (2016): "Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research". *Environmental Development*, 17, 48pp-56pp, <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>
- [29] Golubović, M., Đurović-Todorović, J. and Janković, G. (2023). „Reperkusije eksternih šokova na kretanje inflacije i javnog duga zemalja Balkanske regije”, *Međunarodna konferencija „Regionalni razvoj i demografski tokovi zemalja Jugoistočne Evrope”*, Niš.
- [30] https://www.researchgate.net/publication/338067266_Cirkularna_ekonomija_-_novi_koncept_razvoja_odrzive_industrije [Pristupljeno: 16.06.2023]
- [31] <https://scindeks.ceon.rs/article.aspx?artid=1451-43540408016D> [Pristupljeno 17.07.2023.]
- [32] <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD> [Pristupljeno 17.07.2023.]
- [33] <https://www.statista.com/statistics/264699/worldwide-co2-emissions/> [Pristupljeno 17.07.2023.]
- [34] <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/> [Pristupljeno 17.07.2023.]

CIRCULAR ECONOMY AS AN IMPERATIVE FOR THE SURVIVAL OF MODERN SOCIETY

Abstract: *The circular economy is defined as "a systemic approach to economic development designed to benefit businesses, society and the environment". Unlike the linear economy, which operates on the principle of "take-make-discard", the circular economy is regenerative by design and aims to make the development of the economy indifferent to the limitations of resources that exist in nature. Conceptually speaking, the circular economy is closely related to sustainable development. It represents a narrower concept, and by achieving its goals, it simultaneously contributes to achieving the goals of sustainable development. Considering the ecological situation that exists in the world and the dynamics of spending limited resources through economic progress, the circular economy is emerging as a concept that potentially offers a solution to the difficult situation in which humanity finds itself. Nevertheless, despite numerous examples of successful practice, both at the level of individual economic actors and at the level of entire economic systems, the idea of circular economy has not yet fully taken root and is waiting for complete affirmation in practice. The reason for this lies in numerous limitations of a social, systemic and financial nature. The aim of this paper is to point out the unsustainability of the existing concept and to promote the idea of circular economy to the general public as an imperative for the survival of modern society.*

Keywords: *circular economy, linear economy, sustainable development, real GDP, CO₂*

3. MAPIRANJE POTENCIJALA ZA TRANZICIJU – OD LINEARNOG KA CIRKULARNOM MODELU PRIVREDNOG RAZVOJA

Gordan Janković^{*}, Miloš Golubović

Inovacioni centar, Univerzitet u Nišu, Univerzitetski trg 2, 1800 Niš, Srbija

Rezime: Za razliku od linearnog modela privrednog razvoja, koji se bazira na uzimanju resursa iz prirode i njihovom pretvaranju u gotov proizvod i na upotrebi tog proizvoda kao krajnjoj fazi životnog ciklusa resursa, postoji i cirkularni model privrednog razvoja. Cirkularni model privrede predstavlja alternativu linearnom modelu. To znači da kod cirkularnog modela upotreba gotovog proizvoda ne predstavlja krajnju fazu životnog ciklusa resursa, već taj iskorišćeni proizvod, primenom različitih procesa, služi kao resurs u daljoj proizvodnji. Osnovni cilj cirkularnog privrednog modela je smanjivanje otpada i zagađenja, ali i povećanje produktivnosti resursa. Dužom upotrebom proizvoda, mašina i ostalih stalnih sredstava, postiže se veća produktivnost resursa koji su osnovni input istih. Kao jedan od glavnih ciljeva cirkularne ekonomije izdvaja se eliminacija, ili makar smanjenje zagađenosti, a jedan od najvećih zagađivača je preterana emisija ugljen-dioksida (CO₂). Iz tog razloga, autori smatraju ovu oblas ključnom za dalji privredni razvoj. Primenom različitih procesa i procedura, u razvijenim zemljama je došlo do pada u količini emisije CO₂, a istovremeno nije došlo do pada privrednih aktivnosti i proizvodnje tih zemalja, već suprotno tome, došlo je do rasta bruto društvenog proizvoda (BDP-a). Ove zemlje trebalo bi da Srbiji budu primer i da se primenom dobre prakse razvijenih zemalja što pre krene sa obimnijom tranzicijom od linearnog ka cirkularnom modelu privrednog razvoja, odnosno trebalo bi što pre doneti niz mera, procedura i zakona, kako bi došlo do smanjivanja emisije CO₂. U skladu sa ovim, naučni cilj ovog istraživačkog rada je identifikovanje uloge smanjenja emisije CO₂ kao bitnog potencijala za tranziciju sa linearnog na cirkularni model privrednog razvoja, bez ugrožavanja visine realnog BDP-a.

^{*} Kontakt mejl: jankovic.gordan90@gmail.com

Ovaj istraživački rad finansijski je podržalo Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Ugovor br. 451-03-47/2023-01/200371)

Ključne reči: cirkularna ekonomija, realni BDP, emisija CO₂, privredni razvoj, zemlje balkanske regije, razvijene zemlje

Uvod

Model cirkularne ekonomije je koncept kome se u poslednje vreme posvećuje sve veća pažnja. Ovaj koncept je zasnovan na ideji da se životni ciklus resursa ne završava upotrebom proizvoda nastalim od njega, već se nastavlja korišćenjem tog proizvoda kao resursa u daljem proizvodnom ciklusu. Cirkularna ekonomija ima za cilj da se upotreba prirodnih resursa svede na minimum, a da se poveća upotreba obnovljivih izvora, kako bi se smanjila količina otpada i stepen zagađenosti životne sredine. Za razliku od ovog modela, linearni model privrede je zasnovan na potpuno drugačijim idejama. Linearna ekonomija teži ka što većoj upotrebi prirodnih resursa, u cilju ostvarivanja maksimalnog profita, odnosno maksimalnog stvaranja društvenog proizvoda, ali bez ekološke osvešćenosti. Ovaj model ne obraća pažnju na količinu otpada i na stepen zagađenosti životne sredine.

Sama suština koncepta cirkularne ekonomije jeste obnova prirodnih resursa, višebrojno korišćenje iste sirovine, kao i produžavanje životnog veka proizvoda i to upotrebom prihvatljivog dizajna, koji će doprineti tome, da kada proizvod dođe do kraja svog životnog veka, ne postane deo otpada i da ne utiče na zagađenje životne okoline. Iz toga proizilazi da je jedan od bitnih ciljeva ovog koncepta upravo zaštita životne sredine, odnosno smanjenje zagađenosti iste. S obzirom da neadekvatna upotreba i korišćenje prirodnih resursa kroz linearni poslovni model dovodi do povećanja stepena emisije CO₂, koji je zagađivač vazduha i životne sredine, koncept cirkularne ekonomije se nameće kao rešenje ovog problema. Mnoge razvijene zemlje uveliko primenjuju ovaj koncept i smanjile su količinu emisije CO₂. Jedno od pitanja jeste da li sa smanjenjem emisije CO₂ dolazi i do smanjenja visine realnog BDP-a, ako znamo da se najveća emisija ovog elementa stvara iz teške industrije, koja je pokretač privrednog razvoja u mnogobrojnim zemljama. Upravo iz tog razloga autori ovog istraživanja će pokušati da kroz prikaz, komparaciju i analizu odnosa ova dva indikatora (u zemljama koje su već implementirale koncept cirkularne ekonomije), daju odgovor na ovo pitanje, tj. pokušaću da označe i mapiraju smanjenje emisije CO₂, što je ključni potencijal za prelazak sa linearnog na cirkularni koncept privrednog razvoja.

Ovaj istraživački rad je koncipiran tako da se sastoji iz tri celine. Prva je usmerena ka teorijskom etabliranju *linearne ekonomije*, a odmah zatim i ka pojašnjenju termina *cirkularne ekonomije*. Ovde će biti reči o osnovnim ciljevima i motivima cirkularne ekonomije, ali će se govoriti i o osnovnim razlikama između dva koncepta. Takođe, razmatraće se i analizirati postojeće mape puta cirkularne ekonomije za Republiku Srbiju. Na kraju ovog dela, s obzirom da se mapira količina emisije CO₂ kao bitnom potencijalu za prelazak sa linearnog na

cirkularni model privrednog razvoja, a da se pri tom ne ugrozi visina kretanja realnog BDP-a, biće reči i o ovom gasu. U drugoj celini akcenat će biti stavljen na empirijsku analizu emisije CO_2 u razvijenim zemljama. Takođe, biće razmatran uticaj pomenutog indikatora na visinu realnog BDP-a. Biće reči i o brojnim procedurama koje su sprovele razvijene zemlje po pitanju smanjenja emisije CO_2 . Treća celina će se, za razliku od druge, baviti sagledavanjem uticaja emisije CO_2 *per capita* na visinu realnog BDP-a u zemljama balkanske regije. Pratiće se odnos emisije CO_2 i visina realnog BDP-a. Na kraju ove celine biće prikazana komparacija odnosa ova dva indikatora u razvijenim zemljama i zemljama balkanske regije (odnosno u zemljama koje uveliko rade na primeni cirkularnog poslovnog modela), i zemljama koje su za njima (tj. u Srbiji i nekim zemljama u okruženju). Na osnovu sprovedenih analiza biće utvrđeno da li prelazak sa linearnog na cirkularni koncept ekonomije, u smislu smanjenja količine emisije CO_2 , ima negativan uticaj na realno kretanje BDP-a, ili ne.

U radu će biti korišćene brojne metode kako bi se došlo do što realnijeg zaključka. Metod **deskripcije** će se koristiti kako bi se iznele različite činjenice koje se tiču teme ovog rada, dok će se za bolje izdvajanje bitnih činjenica koristiti metoda **apstrakcije**. S obzirom da će biti reči i o nekim zakonskim propisima u razvijenim zemljama, biće upotrebljen i **normativni** metod. Neizostavne metode jesu svakako **analiza i sinteza**, dok će se metod **indukcije** koristiti da na osnovu pojedinačnih činjenica dođemo do opštih zaključaka. I metod **komparacije** će biti sastavni deo palete korišćenih metoda, pošto će se upoređivati odnos kretanja emisije CO_2 i visine realnog BDP-a u razvijenim zemljama i zemljama balkanske regije.

1. Komparacija linearnog i cirkularnog modela proizvodnje

1.1. Koncept linearnog poslovnog modela

Jedan od osnovnih pokretača klimatskih promena jeste tradicionalna linearna ekonomija. Koncept linearne ekonomije se zasniva na relaciji da se korišćenjem prirodnih resursa proizvede određeni proizvod, taj proizvod odlazi u potrošnju i korišćenje, a nakon korišćenja proizvoda, on odlazi na otpad gde se i završava životni vek resursa. Relacija se može slikovno prikazati na sledeći način:



Slika 1. Prikaz koncepta linearne ekonomije [1]

Nakon završetka životnog veka resursa, kod koncepta linearne ekonomije za dalji tok proizvodnje iz prirode se uzimaju novi resursi. Korišćenjem prirodnog resursa, a nedopunjavanjem istih, dolazi se do toga da resurs u budućnosti neće

postojati. Linearni model predstavlja koncept koji prilikom proizvodnje koristi neobnovljive resurse. Krajnji rezultat proizvodnje zasnovane na ovom konceptu jeste akumulacija ogromne količine otpada, što ima neželjena dejstva na životnu okolinu.

Neoklasična ekonomija je svoje postulate temeljila na razmišljanju da su prirodni resursi dobra koja svima stoje na raspolaganju, bez ikakve nadoknade [2]. Međutim, danas mnoga prirodna dobra, kao što su čist vazduh i voda, nisu više dostupni besplatno u prirodi. Upravo iz ovog razloga, čak i linearni koncept smatra neophodnim izdvajanje određenih sredstava radi očuvanja životne sredine, ali i zaštite prirodnih resursa, u cilju obezbeđivanja održivog razvoja na duži vremenski period [3]. Nastanak linearnog koncepta ekonomije vezuje se za ogromnu količinu resursa, što je dovelo do toga da tvorci i zagovornici ovog poslovnog modela i ne razmišljaju šta će se desiti kada oni nestanu. Osnovni cilj linearne ekonomije jeste maksimizacija profita, bez vođenja računa o životnoj sredini i budućim generacijama. Neznanje o tome šta prirodni resursi i životna sredina znače za svet, ne oslobađa od odgovornosti tvorce linearne ekonomije, ali se oni mogu donekle opravdati, jer u periodu rađanja ovog koncepta nisu postojali kvalitetni alati kojima je mogao da se izmeri uticaj na životnu sredinu. Mora se, dakle, imati u vidu ljudska greška, kao i neznanje i nesposobnost čoveka da shvati odnos prema prirodi da i unapredi životnu sredinu [4].

Posle ovih konstatacija može se zaključiti da koncept linearne ekonomije podrazumeva dosta negativnosti. Postoje brojni rizici sa ovim konceptom. Jedna od najznačajnijih negativnosti jeste urušavanje kvaliteta životne sredine, sa naglaskom na preteranoj emisiji štetnih gasova, koji dovode do stvaranja efekta „staklene bašte”. Emisija gasova nastaje sagorevanjem fosilnih goriva, krčenjem šuma, upotrebom veštačkih đubriva.

Prema podacima brojnih vladinih i nevladinih organizacija, na godišnjem nivou se utroši preko 90 milijardi tona prirodnih resursa, sa tendencijom porasta iz godine u godinu, što će kao rezultat imati da se od 2050. godine upotreba prirodnih resursa udvostruči. Svega 12% otpada ide na reciklažu, što ukazuje da je ovaj koncept veoma popularan [5].

Sve ovo implicira zaključak da linearni model privrednog razvoja konstantno uništava planetu Zemlju, bez mogućnosti za njen oporavak.

Pitanje koje se postavlja jeste: koji model bi doveo do očuvanja naše planete i životne sredine? Vremenom se pojavila alternativa linearnom modelu, a to je cirkularna ekonomija koja prioritet daje očuvanju životne sredine. O konceptu cirkularne ekonomije biće više reči u nastavku rada.

1.2. Etabliranje cirkularne ekonomije kao prioritnog modela privrednog razvoja

Nasuprot konceptu linearne ekonomije koja se rukovodi pre svega motivima maksimizacije profita, ne vodeći računa o posledicama po životnu sredinu, stoji koncept tj. model cirkularne ekonomije [6]. Ovaj model ima pozitivno dejstvo na

finansijski, ljudski, društveni i prirodni kapital. Postoji nekoliko ciljeva cirkularne ekonomije, kao što su:

- obnova uništenih prirodnih resursa,
- zadržavanje sirovina u upotrebi,
- povećanje životnog veka proizvoda,
- veće korišćenje obnovljivih izvora energije,
- zaštita životne sredine itd.

Kao glavni i prioritetni cilj koncepta cirkularne ekonomije izdvaja se zaštita životne sredine od bilo kakvog oblika degradacije i poboljšanje socioekonomskih uslova određenog društva [7].

Nastanak modela cirkularne ekonomije ne može se povezati samo sa jednim pojedinačnim istraživačem niti postoji konkretan datum za koji možemo reći da je datum nastanka ovog koncepta. Mnogi naučnici smatraju da su Pears i Turner prvi uspostavili ovaj koncept. Međutim, oni su napravili teorijski okvir na osnovu prethodnih studija naučnika Kennetha Bouldinga, pa samim tim nisu prepoznati kao osnivači modela cirkularne ekonomije [8].

Trendovi koji su karakteristični za savremeni svet teže ka zameni tradicionalnog – linearnog modela, cirkularnim konceptom. Ovaj koncept obezbeđuje i zaštitu ljudskih prava putem održivog razvoja, energetske sigurnost i sl. Greška koju mnogi prave jeste izjednačavanje upravljanja otpadom i koncepta cirkularne ekonomije. Ovaj koncept je mnogo širi pojam od upravljanja otpadom, s obzirom da je ovde reč o potpuno novom načinu razmišljanja po pitanju korišćenja prirodnih resursa, odnosno reč je o takozvanom 6R procesu. Cilj i svrha savremenog koncepta nije samo efikasno upravljanje otpadom. U nastavku rada dat je slikovni prikaz koncepta cirkularne ekonomije u vidu pomenutog 6R procesa.

Kao što slika 2 pokazuje, nije reč samo o upravljanju otpadom. Za razliku od linearnog modela, kod koga je upotreba proizvoda krajnja faza životnog ciklusa resursa, kod cirkularne ekonomije situacija nije takva. Nakon upotrebe, proizvod ne završava u gomili otpada koji zagađuje planetu, već ide ili na popravku, pa u dalju upotrebu ili, ukoliko to nije moguće, ide u reciklažu. Reciklažom upotrebljenog proizvoda, primenom različitih postupaka i dizajna, dobija se ili novi proizvod za dalju upotrebu ili nova sirovina, koja će se koristiti u obliku resursa za proizvodnju drugog proizvoda. Ovim putem, konceptom cirkularne ekonomije, ne postiže se samo smanjenje otpada i smanjenje zagađenosti životne sredine, već se smanjuje i eksploatacija vitalnih prirodnih resursa. Takođe, njime se teži stvaranju proizvoda koji će imati duži životni vek.



Slika 2. Prikaz 6R koncepta cirkularne ekonomije [9]

Digitalizacija savremenog sveta i korišćenje informacione tehnologije u mnogo čemu olakšavaju proces implementacije savremenog modela cirkularne ekonomije, dok su koristi njegove primene ogromne.

Cirkularna ekonomija kao koncept sadrži više principa. Tri glavna stuba modela cirkularne ekonomije su sledeći principi [10]:

1. Produžavanje životnog veka sirovina i gotovih proizvoda – model cirkularne ekonomije teži ka tome da se stvaraju proizvodi koji će duže trajati, koji će moći ponovo da se koriste, koji će moći u što većem procentu da se recikliraju i da omoguće da resurs koji je jednom ušao u proces proizvodnje određenog proizvoda, ima ciklično kretanje, tj. da sirovine kruže što je moguće više;
2. Redukcija otpada, pa samim tim i stepena zagađenosti životne sredine – ovaj koncept nastoji da identifikuje i ukloni negativne efekte, izazvane ekonomskim aktivnostima koncepta linearnog modela, koji ugrožavaju zdravlje ljudi i životne sredine. Ovde, između ostalog, spada smanjenje emisije štetnih gasova koji izazivaju efekat „staklene bašte”, zagađenje zemljišta, vode, vazduha i sl.;
3. Oživljavanje prirodnih sistema – koncept cirkularne ekonomije teži ka što većoj upotrebi obnovljivih izvora, a neobnovljive ne eksploatiše, već ih čuva.

Koristi od prelaska sa linearnog na model cirkularne ekonomije su brojne, kako za ekonomski razvoj zemalja, tako i za životnu sredinu, za zdravlje ljudi, ali i za potrošače tj. korisnike proizvoda cirkularne ekonomije. Potrošač na ovaj način dobija dugotrajnije i inovativnije proizvode, koji će uticati na veći kvalitet njegovog života, ali će uticati i na štednju. Koncept cirkularne ekonomije je svojevrsni multiplikator štednje. Dodatne koristi od primene koncepta cirkularne ekonomije su:

- pospešivanje ekonomskog rasta i razvoja,
- podsticanje inovacija,
- porast konkurentnosti,
- veći kvalitet sirovina i njihovo snabdevanje,
- smanjenje korišćenja resursa koji su od vitalnog značaja za planetu Zemlju.

Neke zemlje su već počele da primenjuju ovaj koncept privrednog razvoja. Nemačka i Francuska prednjače u Evropi po pitanju implementacije koncepta cirkularne ekonomije. Nemačka je bila prva zemlja koja ga je formalno prihvatila, ugradila njegove ideje u svoje zakonodavstvo i definisala ga u brojnim zakonima još 1996. godine [11]. Japan je isto to uradio 2000. godine usvojivši tzv. „Osnovni uslov za uspostavljanje društva zasnovanog na reciklaži” [12]. U današnje vreme Narodna Republika Kina i Evropska unija su postigle najznačajniji napredak u tranziciji sa linearnog na cirkularni model ekonomije [13]. Ovakav značajan napredak se ogleda u donošenju brojnih propisa, zakona, dokumenta, kao i u razvoju metrike i indikatora koji prate učinak privrede u pogledu obima upotrebe primarnih materijala, tokova otpada, reciklaže i cirkularnosti. Što se tiče Republike Srbije, primena ovog koncepta je tek u početnoj fazi.

Nemačka je na osnovu svog iskustva u procesu implementacije cirkularne ekonomije odredila pet ključnih faza za unapređenje rukovođenja otpadnim materijama [14], i to:

- faza 1 – eliminacija divljih deponija,
- faza 2 – stvaranje legitimnih smetlišta,
- faza 3 – sakupljanje otpada odvojeno i po kategorijama,
- faza 4 – povećanje kvaliteta industrije reciklaža,
- faza 5 – uvođenje koncepta cirkularne ekonomije, gde se reciklirani otpad koristi kao sirovina za dalju proizvodnju.

2. Razmatranje postojeće mape puta za cirkularnu ekonomiju u Srbiji

Sam postupak prelaska sa linearnog na cirkularni model ekonomije nosi sa sobom niz specifičnosti koji se razlikuje od zemlje do zemlje. On podrazumeva višegodišnji postupak sprovođenja koncepta održivog razvoja, čuvanje prirodnih resursa, ali i korigovanje stepena zagađenosti životne sredine.

Unapređenje kvaliteta poslovanja sa osnovnim principima cirkularne ekonomije u našoj zemlji može da ima pozitivno dejstvo na povećanje konkurentskih prednosti domaćih kompanija, ali i regulisanje brojnih socijalnih i ekonomskih kategorija. Projektom Vlade Republike Srbije iz 2017. godine, predviđeno je da će proces očuvanja životne sredine biti usklađen sa konceptom cirkularne ekonomije. Jedna od stvari koja je neophodna, jeste da se propisi Republike Srbije po pitanju cirkularne ekonomije usklade sa važećim propisima Evropske unije. U cilju implementacije koncepta cirkularne ekonomije Republika Srbija je izradila mapu puta za cirkularnu ekonomiju. Ona je nastala 2020. godine u okviru projekta Ministarstva za zaštitu životne sredine Republike Srbije.

Izradom ove mape imaju se u vidu sledeći ciljevi:

- davanje podataka o bitnosti prelaska sa linearne na cirkularnu ekonomiju,
- identifikovanje delatnosti kod kojih postoji veliki značaj implementacije cirkularne ekonomije,
- definisanje bitnih nosilaca tranzicije na novi koncept.

Jedna od bitnih aktivnosti prilikom implementacije ovog koncepta je identifikovanje sektora kod kojih model cirkularne ekonomije ima veliki značaj. U mapi puta za koncept cirkularne ekonomije Republike Srbije, kao ključne oblasti navode se:

- ekonomija,
- politika,
- životna sredina,
- društvo kao celina.

Tabela 1. Prikaz razloga za implementaciju cirkularne ekonomije u prepoznatim oblastima [15]

Ekonomija	Politika	Životna sredina	Društvo
Povećanje konkurentnosti	Regionalno liderstvo	Regulisanje otpada	Podsticanje ukupnog blagostanja
Unapređenje tržišta	Nacionalni politički dogovor	Smanjenje emisije CO ₂	Pospešivanje potrošačkih prava
Razgranjavanje ekonomije	Članstvo u Evropskoj uniji	Čuvanje resursa	Veća ušteda
Primena novih tehnologija	Realizacija međunarodnih obaveza iz oblasti očuvanja životne sredine	Podsticanje energetske nezavisnosti kao i veći stepen korišćenja energije iz obnovljivih izvora	Povećavanje zelenih radnih mesta

Republika Srbija u poslednje vreme ima rast BDP-a i povećani izvoz poluproizvoda i sirovina na međunarodnom tržištu [16]. U cilju povećanja društvenog razvoja ali i porasta konkurentnosti, neophodna je implementacija savremenog koncepta. Kako bi Republika Srbija ostala lider u regionu i s obzirom da teži članstvu u Evropskoj uniji, biće neophodno da usvoji i usaglasu zakonsku regulativu po pitanju modela cirkularne ekonomije. Kao jedan od ključnih razloga

za očuvanje životne sredine, kod koncepta cirkularne ekonomije navodi se redukcija emisije CO_2 . Tranzicija sa linearnog na cirkularni model će doprineti opštem blagostanju čitavog društva.

Sa ciljem bolje implementacije kružne ekonomije, *Programu mape puta za cirkularnu ekonomiju* pridružila su se i mnoga ministarstva, koja su usvajanjem i primenom brojnih propisa i zakona imala velikog uticaja na stvaranje svesti o cirkularnoj ekonomiji. U tom kontekstu doneta su sledeća dokumenta i zakoni:

- Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture Republike Srbije – Strategija održivog urbanog razvoja Republike Srbije do 2030. god. i Zakon o prostornom planu Republike Srbije;
- Ministarstvo energetike – Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2025. god. sa projekcijama do 2030. god.;
- Uprava za javne nabavke – Program razvoja javnih nabavki u Republici Srbiji za period od 2019. do 2023. god. i Zakon o javnim nabavkama;
- Ministarstvo privrede – Strategija industrijskog razvoja Republike Srbije za period od 2021. do 2030. i Pravilnik o kriterijumima za određivanje nusproizvoda i obrascu izveštaja o nusproizvodima, načinu i rokovima za njegovo dostavljanje;
- Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja – Strategija pametne specijalizacije u Republici Srbiji za period od 2020. do 2027. god.
- Privredna komora Srbije – Strategija upravljanja plastikom do 2030. god.

U dokumentu „Mapa puta za cirkularnu ekonomiju u Srbiji”, kao ključni ograničavajući faktori implementacije ovog modela navode se:

- Finansijska sredstva, jer su za implementaciju kružnog modela ekonomije neophodna velika izdavanja. Evropska komisija navodi da će se za ovu svrhu formirati dodatni fondovi, koji će biti usmereni ka zemljama koje se opredele za ovaj koncept;
- Društvena svest, koja je kod nas još uvek na izrazito niskom nivou;
- Nedovoljno kvalifikovani kadar;
- Infrastruktura koja nije dovoljno razvijena;
- Ažurnost u donošenju zakonskih akata.

Ekonomija, politika, zaštita životne sredine i društvo su ključni sektori modela cirkularne ekonomije, ali ne smeju se zanemariti niti isključiti ni ostali sektori privrede.

U Republici Srbiji postoji više kompanija koje se zalažu za model cirkularne ekonomije. Primeri dobre prakse jesu „Eko fungi”, „Delhaize Srbija”, „Big bamboo”, „Feplo”.

Kako je i u Mapi puta za cirkularnu ekonomiju u Srbiji jedan od glavnih ciljeva smanjenje emisije CO_2 , tako su se i autori ovog istraživanja opredelili da sagledavaju odnos smanjenja emisije ovog gasa i visine realnog BDP-a.

3. Doprinos cirkularne ekonomije smanjenju emisije CO_2 u zemljama pionirima kružnog koncepta

3.1. Empirijski prikaz kretanja CO_2 u zemljama sa najvišim nivoom dohotka per capita

Kao što je već navedeno, velika emisija CO_2 može imati pogubno dejstvo na životnu sredinu, a na taj način i na ljudski rod. Kako je jedan od osnovnih ciljeva koncepta cirkularne ekonomije smanjenje emisije štetnih gasova, pre svega smanjenje emisije CO_2 , sledi empirijski prikaz emisije ovog gasa u razvijenim zemljama, odnosno u zemljama koje polako usvajaju model cirkularne ekonomije. To su zemlje koje su od strane Svetske banke klasifikovane kao zemlje sa najvišim nivoom dohotka per capita. Kako ne bi došlo do zabune, neophodno je napomenuti da je i u konceptu održivog razvoja jedan od ciljeva smanjenje emisije CO_2 .

Pri prikazivanju podataka za različite zemlje, koje se razlikuju i po površini, i po broju stanovnika, pa samim tim i po veličini ekonomije, za bolje sagledavanje emisije CO_2 , koristiće se kao indikator emisija CO_2 per capita.

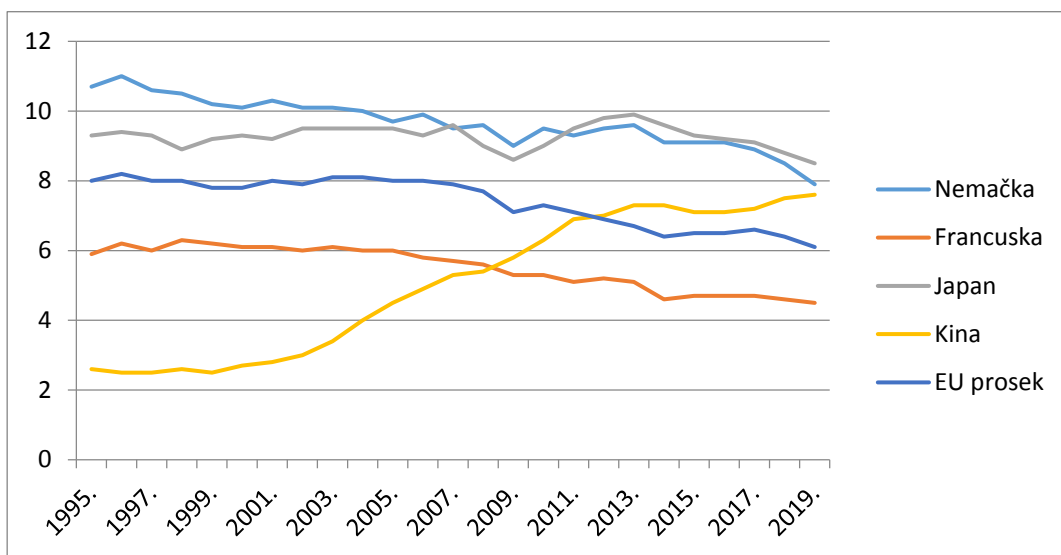
Tabela 2. Prikaz kretanja emisije CO_2 per capita u odabranim zemljama [18]

Godine	Emisija CO_2 per capita izražena u metričkim tonama				
	Zemlje				
	Nemačka	Francuska	Japan	Kina	EU prosek
1995	10,7	5,9	9,3	2,6	8
1996	11	6,2	9,4	2,5	8,2
1997	10,6	6	9,3	2,5	8
1998	10,5	6,3	8,9	2,6	8
1999	10,2	6,2	9,2	2,5	7,8
2000	10,1	6,1	9,3	2,7	7,8
2001	10,3	6,1	9,2	2,8	8
2002	10,1	6	9,5	3	7,9
2003	10,1	6,1	9,5	3,4	8,1
2004	10	6	9,5	4	8,1
2005	9,7	6	9,5	4,5	8
2006	9,9	5,8	9,3	4,9	8
2007	9,5	5,7	9,6	5,3	7,9
2008	9,6	5,6	9	5,4	7,7
2009	9	5,3	8,6	5,8	7,1
2010	9,5	5,3	9	6,3	7,3
2011	9,3	5,1	9,5	6,9	7,1
2012	9,5	5,2	9,8	7	6,9
2013	9,6	5,1	9,9	7,3	6,7
2014	9,1	4,6	9,6	7,3	6,4
2015	9,1	4,7	9,3	7,1	6,5
2016	9,1	4,7	9,2	7,1	6,5
2017	8,9	4,7	9,1	7,2	6,6
2018	8,5	4,6	8,8	7,5	6,4
2019	7,9	4,5	8,5	7,6	6,1

Tabela 2 prikazuje kretanje emisije CO_2 per capita izražene u metričkim tonama u zemljama pionirima kružnog koncepta (Nemačka, Francuska, Kina), zatim u Japanu i u EU. Vremenski period sagledavanja je od 1995. do 2019. godine. Kako je Nemačka prva zemlja koja je formalno prihvatila koncept cirkularne ekonomije i ugradila njegove ideje u svoje zakonodavstvo 1996. godine, uzeta je 1995. godina kao polazna za empirijsko sagledavanje.

Iz tabele se može videti da je visina emisije CO_2 u Nemačkoj rasla sve do 1996. godine, da bi nakon uvođenja koncepta cirkularne ekonomije počela da pada. U posmatranom periodu u Nemačkoj je količina emisije CO_2 smanjena sa 11 na 7,9 metričkih tona. Tempo pada emisije CO_2 beleži i Francuska, i to sa maksimalnih 6,3 na 4,5 metričke tone. U Japanu postoji konstantni pad od 2013. godine, kada zapravo beleži svoj maksimum od čak 9,9 metričkih tona, da bi ta količina u 2019. godini iznosila 8,5 metričkih tona po glavi stanovnika. Sagledavanjem zemalja EU, uočava se da je emisija ugljen-dioksida u opadanju. Za razliku od ovih zemalja, u Kini je obrnuta situacija. U posmatranom periodu u Kini je prisutan trend rasta emisije CO_2 . Visina ovog indikatora je do 2000. godine bila u rasponu između 2 i 3 metričke tone, dok nakon 2000. godine dolazi do opšteg rasta količine emisije ovog štetnog gasa, a kao razlog za to može se navesti ekonomski progres, pre svega rast teške industrije zasnovane na sagorevanju fosilnih goriva. U Kini postoji rast emisije CO_2 , iako ona primenjuje koncept cirkularne ekonomije. Kod ostalih zemalja ovaj koncept je usmeren ka realizaciji prioriternog cilja smanjenja emisije ovog gasa. U Kini to nije slučaj zbog drugih ciljeva i prioriteta po pitanju modela kružne ekonomije.

Grafikon 1. Visina emisije CO_2 u posmatranim zemljama



Izvor: autorski prikaz na osnovu tabele 2

Grafikon 1 pokazuje uporedno kretanje količine emisije CO_2 u Nemačkoj, Francuskoj, Japanu, Kini i proseka u Evropskoj uniji. Sa grafikona se može videti da najviši nivo emisije CO_2 *per capita* ima Nemačka i Japan, zatim slede Evropska unija i Kina, dok najniži nivo ovog indikatora ima Francuska. Do 2008. godine najniži nivo emisije CO_2 *per capita* je imala Kina. To što Nemačka ima najviši nivo ovog indikatora, a kod Kine je među najnižima, ne znači da u ukupnom skor u Nemačka emituje više CO_2 od Kine. Objašnjenje je u broju stanovnika.

3.2. Sagledavanje visine bruto društvenog proizvoda (BDP) u razvijenim zemljama

Kako bi se dobila bolja slika značaja kružnog koncepta za privredni razvoj, neophodno je sagledavanje realnog BDP-a. Kod već analiziranih zemalja koje primenjuju model privrednog razvoja zasnovanog na konceptu cirkularne ekonomije, empirijski će se pratiti kretanje realnog BDP-a i doći do zaključka, da li cirkularna ekonomija ima pozitivno ili negativno dejstvo na visinu BDP-a, a samim tim i na ukupni privredni razvoj.

Tabela 3. Empirijski prikaz kretanja realnog BDP-a u posmatranim zemljama za vremenski period od 1995. do 2019. godine [19].

Godine	BDP u konstantnim cenama				
	Zemlje				
	Nemačka (u milijardama EUR)	Francuska (u milijardama EUR)	Japan (u milijardama JPY)	Kina (u milijardama CHY)	EU (u milijardama EUR)
1995	576	390	448.000	/	2.200
1996	584	396	452.000	/	2.289
1997	591	405	463.000	/	2.316.
1998	600	418	479.000	/	2.485
1999	614	430	486.000	/	2.515
2000	623	438	492.000	/	2.690
2001	631	452	498.000	/	2.710
2002	637	460	507.000	/	2.896
2003	642	469	513.000	/	2.899
2004	650	478	518.000	/	2.916
2005	671	499	526.000	/	2.987
2006.	700	508	531.000	/	2.996
2007	720	527	535.000	202.000	3.000
2008	647	505	480.000	110.000	2.814
2009	653	510	500.000	191.000	2.854
2010	664	515	511.000	240.000	2.910
2011	674	522	519.000	380.000	2.965
2012	678	524	523.000	410.000	2.997
2013	712	531	529.000	595.000	3.087
2014	735	542	538.000	690.000	3.114
2015	749	556	547.000	750.000	3.191
2016	760	571	552.000	896.000	3.216

Godine	BDP u konstantnim cenama				
	Zemlje				
	Nemačka (u milijardama EUR)	Francuska (u milijardama EUR)	Japan (u milijardama JPY)	Kina (u milijardama CHY)	EU (u milijardama EUR)
2017	770	582	559.000	965.000	3.298
2018	785	588	561.000	986.000	3.317
2019	800	590	562.000	1.000.000	3.370
2020	725	479	500.000	800.000	3.213
2021	775	560	547.000	1.000.000	3.400
2022	805	596	563.000	1.100.000	3.443

U tabeli 3 je dat prikaz kretanja BDP-a za vremenski period od 1995. do 2022. godine u Nemačkoj, Francuskoj, Japanu, Kini i u Evropskoj uniji. Za što realnije sagledavanje kretanja BDP-a, koristi se indikator realnog BDP-a, odnosno bruto društveni proizvod izražen u konstantnim cenama. Kao što se može videti iz tabele 3, BDP beleži konstantni rast u svim posmatranim zemljama, sa drastičnim padom 2008. godine, kao posledicom svetske ekonomske krize iz te godine, i 2020. godine zbog pandemije korona virusa. Zaključujemo da do pada BDP-a nije došlo, iako su posmatrane zemlje počele da smanjuju emisiju CO_2 kao jedan od zadataka modela cirkularne ekonomije. Do negativnog dejstva na privredni razvoj tj. na visinu BDP-a nije došlo, već upravo obrnuto.

4. Empirijsko sagledavanje visine emisije CO_2 i BDP-a u zemljama Zapadnog Balkana

4.1. Amplituda kretanja emisije CO_2 u odabranim zemljama

Radi mapiranja smanjenja emisije CO_2 kao ključnog potencijala i razloga za prelazak sa linearne na cirkularnu ekonomiju Republike Srbije, neophodno je dati prikaz kretanja emisije ovog gasa. Prilikom empirijskog prikaza, fokus neće biti stavljen samo na Republiku Srbiju, već će analiza biti proširena i na ostale zemlje Zapadnog Balkana, koje još uvek nisu, ili su u nedovoljnoj meri krenule sa primenom kružnog koncepta.

Tabela 4. Kretanje emisije CO_2 u zemljama Zapadnog Balkana za vremenski interval od 2000. do 2019. godine [20]

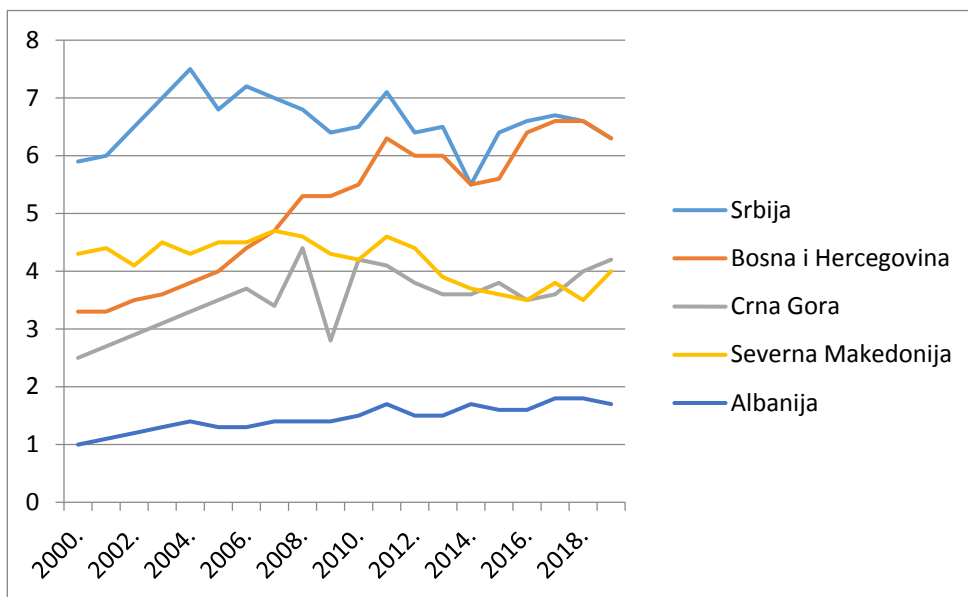
Godine	Emisija CO_2 per capita izražena u metričkim tonama				
	Zemlje				
	Srbija	Bosna i Hercegovina	Crna Gora	Severna Makedonija	Albanija
2000	5,9	3,3	2,5	4,3	1
2001	6	3,3	2,7	4,4	1,1
2002	6,5	3,5	2,9	4,1	1,2
2003	7	3,6	3,1	4,5	1,3
2004	7,5	3,8	3,3	4,3	1,4

Godine	Emisija CO_2 per capita izražena u metričkim tonama				
	Zemlje				
	Srbija	Bosna i Hercegovina	Crna Gora	Severna Makedonija	Albanija
2005	6,8	4	3,5	4,5	1,3
2006	7,2	4,4	3,7	4,5	1,3
2007	7	4,7	3,4	4,7	1,4
2008	6,8	5,3	4,4	4,6	1,4
2009	6,4	5,3	2,8	4,3	1,4
2010	6,5	5,5	4,2	4,2	1,5
2011	7,1	6,3	4,1	4,6	1,7
2012	6,4	6	3,8	4,4	1,5
2013	6,5	6	3,6	3,9	1,5
2014	5,5	5,5	3,6	3,7	1,7
2015	6,4	5,6	3,8	3,6	1,6
2016	6,6	6,4	3,5	3,5	1,6
2017	6,7	6,6	3,6	3,8	1,8
2018	6,6	6,6	4	3,5	1,8
2019	6,3	6,3	4,2	4	1,7

Tabela 4 pokazuje kretanje emisije CO_2 per capita, izražene u metričkim tonama, u Srbiji, Albaniji, Bosni i Hercegovini, Severnoj Makedoniji i u Crnoj Gori, za vremenski period od 2000. do 2019. godine. Za razliku od tabele 2, ovde je uzet kraći vremenski okvir sagledavanja, a razlog za to je što ni jedna od ovih zemalja nije implementirala koncept cirkularne ekonomije, bar ne pre 2000. godine.

Kod ovih zemalja uočavaju se konstantne varijacije u količini emisije CO_2 per capita. U **Srbiji** postoji rast emisije CO_2 od početka posmatranog perioda do 2004. godine, kada je i najveća vrednost ovog indikatora. Nakon toga, CO_2 per capita beleži pad sve do 2014. godine, kada je emisija ovog štetnog gasa i najniža, da bi nakon toga opet usledio porast. **Bosna i Hercegovina** kreće ovaj posmatrani period sa najnižeg nivoa emisije CO_2 , uz lagani porast sa određenim oscilacijama, da bi 2017. i 2018. godine zabeležila najveći opseg ovog indikatora. Kao i u slučaju Bosne i Hercegovine, **Crna Gora** započinje posmatrani period sa najnižim nivoom emisije CO_2 , uz blagi porast sve do 2008. godine, kada emituje najviše CO_2 . Nakon toga, sledi period oscilacija, da bi 2019. godinu završila sa dosta visokom emisijom. U **Severnoj Makedoniji**, stanje je nešto drugačije, najviši nivo emisije CO_2 se javlja 2007. godine. Nakon toga, sledio je period smanjenja, da bi najnižu tačku emisije ugljen-dioksid ostvario 2016. i 2018. godine. U posmatranom periodu, **Albanija** polazi sa najniže tačke emisije, a završava period sa najvećom emisijom, tačnije 2018. godine.

Sledi grafički prikaz kretanja količine emisije CO_2 za isti vremenski period i u istim posmatranim zemljama radi boljeg uvida u to koja zemlja prednjači u emisiji ovog izuzetno opasnog gasa.

Grafikon 2. Dinamika kretanja emisije CO₂ u posmatranim zemljama

Izvor: autorski prikaz na osnovu tabele 4

Na grafikonu 2 dat je prikaz nivoa emisije CO₂ *per capita* izražen u metričkim tonama u Srbiji, Bosni i Hercegovini, Crnoj Gori, Severnoj Makedoniji i Albaniji za vremenski interval od 2000. do 2019. godine.

Može se uočiti da Srbija ima najviši nivo ovog indikatora, zatim sledi BiH, treće i četvrto mesto dele Crna Gora i Makedonija, dok najniži nivo beleži Albanija. Izuzev Severne Makedonije koja ima pad, kod svih ostalih zemalja postoji trend rasta.

4.2. Posmatranje volumena BDP-a u zemljama Zapadnog Balkana

Kao što je kod razvijenih zemalja posmatrana visina bruto društvenog proizvoda kao jednog od pokazatelja privrednog razvoja, i ova analiza će se bazirati na istom sagledavanju. U nastavku sledi tabelarni prikaz kretanja BDP-a izraženog u konstantnim cenama.

U tabeli 5 je prikazano kretanje BDP-a izraženog u konstantnim cenama u Srbiji, BiH, Severnoj Makedoniji, Crnoj Gori i Albaniji za vremenski period od 2000. do 2022. godine, dok je BDP-kod razvijenih zemalja sagledavan sve do 2022. godine.

Kao što se može videti iz tabele 5, BDP beleži konstantni rast u svim posmatranim zemljama, sa drastičnim padom 2008. godine, kao posledicom svetske ekonomske krize te godine, i 2020. godine, kao posledicom pandemije korona virusa.

Tabela 5. Kretanje realnog BDP-a u zemljama Zapadnog Balkana za vremenski opseg od 2000. do 2022. godine [19]

Godine	BDP u konstantnim cenama				
	Zemlje				
	Srbija (u milijardama RSD)	Bosna i Hercegovina (u milijardama BAM)	Crna Gora (u milijardama EUR)	Severna Makedonija (u milijardama MKD)	Albanija (u milijardama ALL)
2000	600	/	/	/	/
2001	689	/	/	/	/
2002	793	/	/	/	/
2003	911	/	/	60	/
2004	998	/	/	70	/
2005	1.054	/	/	85	160
2006	1.110	/	/	97	180
2007	1.160	/	0,6	105	195
2008	987	5,5	0,4	90	192
2009	1.000	6,5	0,48	97	310
2010	1.085	6,2	0,5	105	300
2011	1.196	7	0,6	117	307
2012	1.247	7,2	0,7	121	322
2013	1.259	7,4	0,82	145	331
2014	1.267	7,5	0,98	153	338
2015	1.281	7,7	1	167	351
2016	1.300	7,9	1,2	169	364
2017	1.310	8	1,38	172	371
2018	1.324	8,4	1,47	178	382
2019	1.340	8,8	1,55	185	390
2020	983	7,6	0,85	150	343
2021	1.360	8	1,53	180	410
2022	1.420	9	1,65	210	430

Nivo BDP-a izražen u konstantnim cenama kod ove grupe zemalja je na drastično nižem nivou u odnosu na zemlje primenioce koncepta cirkularne ekonomije. Međutim, sa druge strane, nivo emisije CO_2 per capita izražen u metričkim tonama u zemljama Zapadnog Balkana je niži u odnosu na zemlje koje primenjuju savremeni koncept, ali ne u toj meri u kojoj je nivo BDP-a manji. Takođe, za razliku od prethodno analiziranih zemalja, kod kojih postoji trend pada emisije CO_2 , u zemljama Zapadnog Balkana postoji trend rasta istog. Ovo implicira da bi Republika Srbija, kao i ostale zemlje Zapadnog Balkana, trebalo da prihvate koncept privrednog razvoja zasnovanog na modelu cirkularne ekonomije, u cilju smanjenja emisije CO_2 , a da istovremeno ne ugrožavaju visinu BDP-a, ili možda i da pozitivno deluju na isti indikator.

Zaključak

Kao što je već navedeno, koncept linearne ekonomije se zasniva na tome da se koriste prirodni resursi za proizvodnju određenog proizvoda, koji odlazi u potrošnju i korišćenje, a nakon toga odlazi na otpad, gde se završava životni vek resursa. Linearni model ekonomije ima za cilj samo maksimizaciju profita, bez obraćanja pažnje na posledice po životnu sredinu. Linearna ekonomija prepoznaje tešku industriju kao jednu od ključnih industrija za povećanje profita. Ova grana industrije je jedan od najvećih sagorevača fosilnih goriva. Preteranim sagorevanjem fosilnih goriva, oslobađa se velika količina CO_2 , koja odlazi u atmosferu, a tim putem se ruši balans u primanja i vraćanja sunčeve energije u kosmos. Na taj način, stvara se efekat „staklene bašte”, koji povećava prosečnu temperaturu na planeti Zemlji. Povećanjem temperature dolazi do topljenja glečera, što povećava nivo globalnog okeana.

Nasuprot ovom modelu je koncept tj. model cirkularne ekonomije, koji predstavlja njegovu alternativu. Kod cirkularne ekonomije, nakon upotrebe, proizvod ne završava u gomili otpada koji zagađuje planetu, već ide ili na popravku pa u dalju upotrebu ili, ukoliko to nije moguće, u reciklažu. Primenom različitih postupaka i dizajna, tj. reciklažom upotrebljenog proizvoda, dobijamo ili novi proizvod koji ide u dalju upotrebu ili novu sirovinu, koja će se koristiti u obliku resursa za proizvodnju drugog proizvoda. Ovim putem, konceptom cirkularne ekonomije ne postiže se samo smanjenje otpada i smanjenje zagađenosti životne sredine, već se smanjuje i eksploatacija vitalnih prirodnih resursa. Takođe, njime se teži stvaranju proizvoda koji će imati duži životni vek, a to će biti slučaj i sa upotrebljenim prirodnim resursom.

Osim navedenih ciljeva, jedan od prioritetnijih je očuvanje životne sredine putem smanjenja emisije CO_2 . Kao i kod opšteg modela cirkularne ekonomije, tako je manja emisija CO_2 i u postojećoj Mapi puta razvoja cirkularne ekonomije u Srbiji istaknuta kao jedan od važnijih ciljeva.

Među ključnim pitanjima je i problem, da li smanjenjem emisije CO_2 dolazi do pada bruto društvenog proizvoda i privrednog razvoja zemlje (s obzirom da linearna ekonomija tešku industriju prepoznaje kao pokretača privrednih aktivnosti, a upravo je ona jedan od najvećih proizvođača i emitera ovog gasa), odnosno da li se konceptom cirkularne ekonomije ugrožava privredni razvoj. Taj problem je i osnova analize izvršene u ovom istraživačkom radu.

Analiza pokazuje da u zemljama koje primenjuju koncept cirkularne ekonomije, tačnije u Nemačkoj, Francuskoj, Kini, Japanu i Evropskoj uniji, primenom ovog modela dolazi do pada emisije CO_2 , a pritom postoji porast nivoa privrednog razvoja izražen kroz BDP. To implicira da koncept kružne ekonomije nema negativnog dejstva po privredni razvoj.

Sa druge strane, analizom nivoa emisije CO_2 u zemljama Zapadnog Balkana, (u Srbiji, Albaniji, Bosni i Hercegovini, Crnoj Gori i Severnoj Makedoniji), tj. u

zemljama koje još uvek nisu počele ili su tek na pragu primene savremenog koncepta poslovanja, uočen je trend porasta emisije CO_2 .

Nivo BDP-a u zemljama Zapadnog Balkana je na dosta nižem nivou u odnosu na zemlje koje primenjuju koncept cirkularne ekonomije, dok je veličina emisije CO_2 per capita niža u odnosu na zemlje primenioce savremenog koncepta, ali ne u meri u kojoj je nivo BDP-a manji.

Sve ovo implicira zaključak da smanjenje emisije CO_2 , kroz primenu modela cirkularne ekonomije, treba da predstavlja pokretač za tranziciju sa linearnog na cirkularni model privrednog razvoja u Srbiji i zemljama Zapadnog Balkana. Tokom ovog procesa, biće neophodno doneti veliki broj zakona, procedura i strategija koje je potrebno usaglasiti sa zakonima o cirkularnoj ekonomiji Evropske unije. Prelazak sa linearne na cirkularnu ekonomiju je dosta dug i mukotrpan proces, koji iziskuje velika početna ulaganja, koja će se višestruko vratiti budućim generacijama u različitim oblicima, a jedan od njih jeste sprečavanje globalnog zagrevanja kroz smanjenu emisiju CO_2 .

Literatura

- [1] <https://cirkularnaekonomija.org/sta-je-cirkularna-ekonomija/koncept/>
[Pristupljeno 01.05.2023.]
- [2] Milenović, B. (2000), „*Ekološka ekonomija: teorija i primena*”, Fakultet zaštite na radu, Niš, pp. 36.
- [3] Milenović, B. (1998), „*Privreda i životna sredina: ekonomska i ekološka međuzavisnost*”, Fakultet zaštite na radu, Niš, pp. 51-59.
- [4] Redclift, M. R. (1993), „Sustainable Development: Needs, Values, Rights”, pp. 10-20.
- [5] <https://www.economiafinanzas.com/sr/que-es-la-economia-lineal/>
[Pristupljeno 06.05.2023.]
- [6] Đurić, S., Stošić Mihajlović, Lj. and Trajković, S. (2017), „*Circular economy and create new values – recycling, renewable energy, ecology*”, Journal of Process Management - New Technologies, International, 5 (3), pp. 50-68.
- [7] Solaja, O. (2019) „*Challenges and Prospects of Small and Medium Ecopreneurs (SMEcos) in Contemporary Nigerian Circular Economy*”, Recycling and Sustainable Development, 12, pp. 1-11.
- [8] Pavlović, A., Bošković, G., Jovičić, N., Nestić, S., Sliušar, N. and Stanisavljević, N. (2020), „*Determination of circularity indicators - a case study of MB International Company*”, Recycling and Sustainable Development, 13, pp. 9-21.
- [9] Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije (2020), „*Mapa puta za cirkularnu ekonomiju u Srbiji*”, Beograd, pp. 11.
- [10] <https://www.dssmith.com/sr/odrzivost/liderstvo-u-cirkularnoj-ekonomiji/saznajte-vice-o-cirkularnoj-ekonomiji/sta-je-cirkularna-ekonomija>
[Pristupljeno 10.05.2023.]
- [11] El-Hagggar, S. M. (2007) „*Sustainable Development and Industrial Ecology*”, Sustainable Industrial Design and Waste Management, Chapter 3, pp. 85-124.

- [12] Radivojević, A. (2018) "Circular economy: Implementation and technology application in its function", Journal Economic Ideas and Practice: Faculty of Economics, University of Belgrade, pp. 33-46.
- [13] McDowall, W., Geng, Y., Huang, B., Barteková, E., Bleischwitz, R., Türkeli, S., Kemp, R. and Doménech, T. (2017) "Circular Economy Policies in China and Europe", 21 (3), pp. 651-661.
- [14] https://www.giz.de/en/downloads/giz2016-en-vdma_Modern_Waste_Management.pdf [Pristupljeno 15.05.2023.]
- [15] Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije (2020), "Mapa puta za cirkularnu ekonomiju u Srbiji", Beograd, pp. 29.
- [16] <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2018> [Pristupljeno 11.05.2023.]
- [17] https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC?end=2019&locations=DE-FR-CN-JP-EU&name_desc=false&start=1995 [Pristupljeno 22.05.2023.]
- [18] <https://tradingeconomics.com/country-list/gdp-constant-prices> [Pristupljeno 23.05.2023.]
- [19] <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC?end=2019&locations=AL-BA-ME-MK-RS&start=2000> [Pristupljeno 28.05.2023.]
- [20] Golubović, M., Đurović-Todorović, J. and Janković, G. (2023). „Reperkuzije eksternih šokova na kretanje inflacije i javnog duga zemalja Balkanske regije”, Međunarodna konferencija “Regionalni razvoj i demografski tokovi zemalja Jugoistočne Evrope”, Niš.

MAPPING THE POTENTIAL FOR THE TRANSITION FROM A LINEAR TO A CIRCULAR MODEL OF ECONOMIC DEVELOPMENT

Abstract: *Unlike the linear model of economic development, which is based on taking resources from nature, turning them into a finished product and using that product as the final stage of the life cycle of resources, without taking into account the degree of pollution they cause, there is a so-called circular model. The circular model of the economy is an alternative to the linear model. This means that with the circular model, the use of the finished product does not represent the last phase of the life cycle of the resource, but that used product, through the application of various processes, serves as a resource in further production. The main goal of the circular economic model is to reduce waste and pollution, but also to increase the productivity of resources. Longer use of products, machines, and other fixed assets results in higher productivity of the resources that make up their basic input. One of the main goals of the circular economy is the elimination or at least reduction of pollution, and one of the biggest pollutants is the excessive emission of carbon dioxide, whose chemical formula is CO₂. For this reason, the authors of this research recognized this area as crucial for further economic development. By applying various processes and procedures in developed countries, there was a decrease in the amount of CO₂ emissions, while at the same time there was no decrease in economic activities and*

production in the economies of those countries, but quite the opposite, at the same time there was an increase in the gross national product (GDP). Serbia should use these countries as an example and, using the good practice of developed countries, start as soon as possible with a more extensive transition from a linear to a circular model of economic development, i.e. bring a series of measures, procedures, laws as soon as possible in order to reduce the emission of CO₂. In accordance with this, the logical conclusion would be that the scientific goal of this research work is to identify the role of reducing CO₂ emissions as an important potential for the transition from a linear to a circular model of economic development, without jeopardizing the level of real GDP.

Keywords: *Circular economy, real GDP, emission of CO₂, economic development, Balkan region countries, developed countries*

4. PRAVEDNA RASPODELA RESURSA U ODRŽIVOM DRUŠTVU

Mihailo Stojanović^{*}, Anastasija Gorgiev Stojanović, Jovan Conić

Inovacioni centar, Univerzitet u Nišu, Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, Srbija

Rezime: U radu se analiziraju filozofski, pravni i etički problemi vezani za pojam resursa. Prvi deo rada se koncentriše na filozofski pristup, počevši od analize pojma resursa, koji vuče korene od antičkog grčkog pojma materije. Ova sekcija se dalje produbljuje u taksonomsku analizu, gde se obrađuju koncepcije rivalnosti i nerivalnosti u kontekstu resursa. Saznanja iz ove analize postavljaju temelj za diskusiju o filozofskim osnovama pravedne raspodele resursa, koja je istražena kroz pitanje pravednog uređenja društva. U ovom kontekstu, rad obuhvata analizu etičke koncepcije Johna Rawlsa. Drugi deo rada fokusira se na pravne aspekte pravedne raspodele resursa, izučavajući mnoge pravno-filozofske škole, od antičkog perioda do današnjeg vremena. Ključni pojam koji je ovde tematizovan jeste distributivna pravda, pružajući dubinsko razumevanje načina na koji filozofija i pravo oblikuju i reflektuju naše koncepte pravednosti u kontekstu resursa.

Ključne reči: Resursi, pravednost, distribucija, ekologija, održivost

Uvod

Velika pacifička deponija (poznata i kao *plastični kontinent*) surovi je odraz naše nemarnosti prema prirodi, i jedan od najdramatičnijih simbola globalne ekološke krize. Ova pojava koja se prostire na površini od 1,6 miliona kvadratnih kilometara (ekvivalentno veličini 18 teritorija Srbije), nije samo simbol ljudske nepažnje [29]. Ona je i upozorenje koje signalizira da smo prešli granice ekološke održivosti. Kada promišljamo sliku mikroplastike koja lebdi ispod površine okeana, gde se s vremena na vreme akumulira sa obala Azije, Severne i Južne Amerike, pa sve do centralnog dela severnog Pacifika, suočavamo se s opipljivim posledicama koje naša konzumeristička kultura ostavlja na planetu. Ove čestice ne samo da zagađuju vodene ekosisteme, već ugrožavaju i život morskih vrsta, što na

^{*} Kontakt mejl: mihailophilosophy@gmail.com

kraju utiče i na naše zdravlje i živote. Iako bi se moglo pretpostaviti da bi ovaj *plastični kontinent* trebao biti lako uočljiv, on izmiče golom oku zbog svoje niske gustine, što otežava njegovo otkrivanje putem satelitskih snimaka. Okean nam pruža iluziju prirodne harmonije, skrivajući ovu zastrašujuću tajnu, a ponekad čak ni blizina brodova ili ronilaca ne otkriva njegovu stvarnu dimenziju. Ali, naša naučna radoznalost nije tako lako obeshrabrena. Istraživanja otkrivaju zastrašujuće procene: akumulacija otpada se povećava „desetostruko svake decenije” od 1945. godine, a za svaki kilogram planktona, u ovoj deponiji ima približno šest kilograma plastike [28]. Stoga, iako možda nije vidljiva, pacifička deponija postaje subverzivna realnost koja nam pokazuje koliko daleko smo otišli u zagađivanju naših okeana.

Odgovor na pitanje *kako smo došli do ovde*, na prvi pogled može da se učini jednostavnim. Put do ove ekološke katastrofe utaban je prekomernom proizvodnjom i neadekvatnim odlaganjem otpada. Plastika sa kopna putuje kroz reke, kanale i oluke do okeana, gde se formiraju ovi zastrašujući vrtlozi smeća. Alarmantno je što veliki deo plastike potiče od ribarskih mreža, linija i bova, koji čine više od 60% mase plastičnog otpada u moru. Ova plastika ne nestaje brzo – neki delovi su stari više od 50 godina. Bez ozbiljnih promena u našim načinima proizvodnje, potrošnje i odlaganja otpada, budućnost okeana – ali i sveta – izgleda sve mračnije. Ovaj uznemirujući primer ekološke katastrofe podseća nas na aktuelnu ekološku krizu kojoj smo svi svedoci, a koja pogađa svako ljudsko biće bez obzira na socioekonomski status, kulturu ili geografsku lokaciju. Ne samo da oslikava trenutno stanje stvari, već nas i upozorava na moguće posledice ukoliko ne preduzmemo adekvatne korake za zaustavljanje ove degradacije.

Ovaj rad predstavlja mali teorijski doprinos razmatranju ovog ekološko-filozofskog problema. U prvom delu rada istražujemo implicitne (podložne) stavove, prikrivene filozofske elemente, kao i nasleđene obrasce mišljenja. U drugom delu, sa stanovišta teorije prava, dotaknućemo se pitanja pravde i pravedne raspodele resursa u održivom društvu.

1. Mesto teorijskih disciplina u akutnim krizama

U uobičajenoj percepciji, filozofija se često doživljava kao disciplina koja se bavi pitanjima koja deluju hladno i zastarelo. Prema takvom mišljenju, filozofska pitanja moraju biti istorijski i egzistencijalno udaljena od sadašnjosti, jer se smatra da samo na taj način mogu ostvariti filozofsku samosvest.¹ Ova perspektiva nas dovodi do osećaja da filozofija nije sposobna da se bavi hitnim, aktuelnim pitanjima, poput ekološke krize. Usled izazova koji su pred nama, filozofski

¹ Sve veći broj autora odustaje od ovog tradicionalnog motiva. Tako Singerova *Praktična etika* preispituje ovu perspektivu, postavljajući na sto pitanja kao što su naš odnos prema životinjama, ekološka odgovornost i globalno siromaštvo – pitanja koja su direktno povezana sa našom svakodnevicom i trenutnim izazovima sa kojima se suočavamo kao globalna zajednica. Prema Singeru, filozofija treba da bude angažovana i praktična, direktno se baveći pitanjima koja imaju konkretni uticaj na naš svet [19, str. 45–67.]

diskurs treba preosmisliti. Da bi se suočila sa realnostima ekološke krize, teorija ne može ostati zarobljena u pretpostavkama koje podrazumevaju njen odnos sa predmetom svog istraživanja kao nečim potpuno izolovanim i udaljenim. Ova kriza, naravno, nije samo problem filozofa, već svih nas, stoga se filozofsko ispitivanje ne sme postaviti kao da ima epistemološku prednost (privilegiju) u pogledu autentičnosti, samostalnosti i jedinstvenosti svog istraživačkog polja. Umesto toga, teorijsko ispitivanje problema treba da postane deo sveobuhvatnog, kolektivnog odgovora koji se tiče svih nas.

Odatle se postavlja jasno pitanje pravca u kom treba krenuti pri metodološkom pozicioniranju teorijske rasprave. Jedan mogući odgovor, koji sigurno nije jedini niti pretenduje da to bude, jeste da filozofska refleksija treba da ukaže na važnost samih pitanja u celokupnom procesu rešavanja problema. Naime, problem – koliko god se činilo da se u svojoj egzistencijalnoj nametljivosti (kao u slučaju ekološke krize) neposredno i direktno nameće – uvek dolazi kao deo *Weltanschauung-a*, celokupnog pogleda na svet. Način na koji gledamo na svet, tj. u kojim ga kategorijama nastojimo razumeti i definisati, pre svega je određen time koja pitanja izdvajamo kao primarna.² Dakle, paralelno sa traženjem odgovora trebalo bi konstatovati i sledeće: preispitivanje pitanja na koje tražimo odgovor vrlo često može biti deo samog odgovora, ili ako ne to, makar od značaja za odgovor koji tražimo. Ovo ne treba shvatiti u najtrivijalnijem smislu. Ne postavlja se pitanje da li ekološka kriza postoji. Samoispitivačka dinamika se odvija na unutrašnjem planu. Možemo se zapitati o prirodi koncepta (pojmovi, pretpostavki, ideja) koji su osnova našeg mišljenja o problemu, a koji su pak nekritički nasleđeni od tradicije. Jedan takav pojam koji ćemo ovde nastojati da ispitamo jeste pojam resursa.

2. Ontologija resursa. *Novum sadašnjice*

Promišljanje ontološke i idejne strukture odrednice radi njene hermeneutičke obrade je u akademskim prostorima uobičajen postupak. Ipak, ovde dolazimo do neobičnog fenomena. Ontološku strukturu treba povezati sa pojmovima smeća, otpada i đubreta. Iako na prvi pogled deluje bizarno, ova preliminarna veza otkriva se kao posebno učinkovita prilikom praćenja evolucije percepcije i shvatanja prirode. Ovo je horizont pitanja na čijoj periferiji se javljaju problemi kao što je i problem kako smo (kao vrsta i civilizacija) došli do toga da upravljamo (*crisis management*) mikro i makrodeponijama. On nije nastao preko noći i, kao što je slučaj sa većinom sličnih problema, njega nije tako jednostavno

² Kao što je naglašeno, način na koji razumemo problem u velikoj meri zavisi od naših konceptualnih okvira. U kontekstu ekološke krize, koncept *resursa* je jedan od ključnih. Međutim, kako William Cronon [22] ističe, naša razumevanja *resursa* su često nasleđena iz prošlih razmišljanja koja ne uzimaju u obzir ekološke realnosti. Na primer, razmišljanje o prirodi kao neiscrpnom *resursu* vodi ka iskorišćavanju i degradaciji. Preispitivanje ovakvih nasleđenih koncepata može biti ključno u formiranju održivijih stavova i politika [22, str. 69–90].

svesti (otpisati) na maligne aspekte ljudske prirode. Ovu tezu možemo dodatno radikalizovati radi pojačavanja poente i pitati se kako smo – *uprkos dobrim, ili čak najboljim namerama* – došli do toga da upravljamo mikro i makrodeponijama. Ovde nije cilj raspravljati o namerama, već konstituisati problem tako da se može sagledati nezavisno od svesnih nastojanja. Pitanje o ontološkim pretpostavkama našeg mišljenja u vezi sa resursima, navodi nas, sa jedne strane, da kritički (što ujedno znači i istorijski) preispitamo vezu sa idejama deponije i otpada, što sa druge strane ističe (grotesknu) jedinstvenost pozicije savremenog čoveka.

Antička grčka misao – koja u svakom smislu predstavlja koren evropske naučne pismenosti – ne bi bila u stanju za artikulaciju niti dalju idejnu obradu koncepata koji nam zadaju probleme: deponije, đubre, otpad. Naime, u helenskom sistemu mišljenja ne možemo pronaći pojmove koji bi na teorijskom nivou odgovarali problemu s kojim se susrećemo.³

Termin *κόπρος* (copros), koji se prevodi kao đubrivo, najbliži je semantički ekvivalent našem terminu za otpad. Izvan ovoga nije moguće pronaći koncepte koji bi u većoj meri korelirali našim pojmovima smeća ili zagađenja, osim ako se ne oslonimo na legendarne opise miasmi, nadnaravnih bića koja svojom duhovnom (adskom, demonskom) prirodom oštećuju i tako „kontaminiraju” ovaj svet.

Ali, problem je dublji od ovoga. Izostanak ekvivalentnih parova u preseku antičkih i savremenih leksikona po sebi ne govori mnogo. To je, naposljetku, očekivano. Ono sa čime se treba „obračunati” jesu termini, ideje i misaoni obrasci koji su nasleđeni, a koji su usloveli i pripomogli oblikovanju sadašnje slike sveta (ili kako se to u sve obilnijoj literaturi naziva – sadašnjeg narativa). To je ono što u teoriji *Arheologije znanja* Michel Foucault naziva *episteme*. Istorijski, terminološki, idejno i problemski fiksirana predstava o svetu u kojoj je uopšte moguće razmatrati niz pitanja. Prema ovom gledištu, kritičko samopropitivanje (između ostalog) znači pokušaj razumevanja toga – koje nasleđene (i stoga nekritičke) koncepcije su postavljene u centar naše episteme. Zbog toga se treba osvrnuti na koncept koji predstavlja prefiguraciju (preteču) savremenog pojma resursa-otpada.

Pojam materije. Tradicionalno shvatanje materije (čija se teorijska elaboracija može jasno pratiti od početka grčke kulture, u 6. veku p.n.e. pa sve do

³ Ovde ne govorimo o nemogućnosti fonetskog već semantičkog tipa. Naime, u temelju sistema značenja (šira oblast semantike) nužnim načinom stoji pogled na svet (Weltanschauung kako su ga nazivali potonji nemački autori). Grčko mišljenje, sa Platonom kao reprezentativnim egzemplarom gotovo uvek i svuda između materije i forme (duha i tela) presuđuje u korist drugog. Kako Stojanović i Gorgiev navode: „Filozofski sistem Platonovog mišljenja je u ontogenetičkom [razvojnom] smislu gotovo nužno tretirati dvojako, tako da se linije formiranja formalnih i sadržinskih odrednica vide spram, i u odnosu na metafizička obeležja forme i materije. S obzirom da je kod Platona duh uvek nadređen materiji, a forma sadržini, njihovo dijalektičko razrešenje dolazi na strani prvog, kako je ovaj [forma, duh] u apsolutnom smislu njegovo utemeljenje [30, str. 76].” Koncepti otpada, đubreta i deponija bi implicitno predstavljali nadmoć materije koja je za ove autore nedopustiva.

Nikole Kuzanskog na pragu novog veka) ovaj pojam u najvažnijem smislu povezuje sa idejama inertnosti, nepokretnosti, statičnosti i nepromenljivosti. Prema ovom gledanju, svet postoji u suštinskoj dihotomiji i razilaženju između materije i forme. **Forma:** to je ono što je zaista bitno za stari svet. Ona je povezana sa kretanjem i zbivanjem, sa pokretom, životom, aktivnošću i akcijom. Forma je u svakom smislu antipod materiji. Ovi principi, koji su isprva ekstrapolirani na osnovu prenaučne fizike, čak su u jednom trenutku uzdignuti do božanskih principa (jako je to vidljivo od Aristotela do Tome Akvinskog). Forma nije samo odgovorna za pojedinačan život i kretanje, ona je *actus purus*, čist, metafizički princip kretanja. Materija je, analogno i obrnuto proporcionalno, njena suprotnost. *Materia prima* je izvorno mirovanje, nepokretnost i inertnost. Izvučena kao metafora kamena, gline i blata, ona preuzima strukturalne karakteristike inertnosti, negativnosti i lišenosti života.

Ovde dolazimo do prve važne poente. Materija se, shvaćena kao preteča otpada, nije smatrala inherentno štetnom i problematičnom.⁴

Ona – u ontološkom smislu – jednostavno jeste. Potencijal za štetu (pa tako i razlog za brigu) nalazi se u domenu procesa (domenu života), pa samim tim forme a ne materije.⁵ Materija je samo propratni element, tj. nusproizvod.⁶ Osim u kontekstu religije i sudbine ljudske duše (mit o zarobljenosti duha u materiji) ona je sasvim bezopasna. Sa ovakvim zaleđem, treba da se vratimo na inicijalno

⁴ Nadovezujući se na temu nerelevantnosti, pa ujedno i bezopasnosti materije, treba spomenuti da je kod nekih antičkih mislilaca ovo dostiglo gotovo neverovatne nivoe. Kako Stojanović navodi: “Speusip trodimenzionalni svet vidi kao suženje proisteklo iz sve daljeg svodenja prvobitne beskonačnosti – Jednog. Prve veličine nisu određene Euklidovim postulatima, već je obrnuto: svet Euklidovog prostora predstavlja geometrijsku refleksiju sa stanovišta [...] duše-u-svetu [regularne ljudske svesti]. Verovati da je svet geometrijskih i aritmetičkih veličina onakav kakav nam se pokazuje znači za njega zapasti u zabludu [31, str. 183].” Za Speusipa (sina Platonove sestre Potone i Platonovog velikog sledbenika) materija i ukupna spoljašnost su gotovo samo iluzija.

⁵ Slično viđenje se može naći i u 20. veku kod francuskog filozofa Anri Bergsona. Prema njemu, celokupno kreativno a ujedno i efektivno dejstvo svodivo je na *elan vital*. Ovo je energija, odnosno, moć koja ima delatno mesto u svetu. Kako navode Ristić Gorgiev i Gorgiev: „Bergson smatra da su manifestacije života samo razni pokušaji životnog elana, počev od biljnog i životinjskog sveta, do ljudskog i samosvesnog [32, str. 103–104]”. Dalje, autorke podvlače: „Bergson pravi razliku između materije i svesti. Dok je materija mehanička, svest je kreativna [32, str. 103–104]”. Dakle, kreativni, stvaralački i transformativni procesi nisu svojstveni ustrojstvu materije. Ona i ovde analogno antičkoj i srednjovekovnoj paradigmi zadržava osnovne elemente intertnosti.

⁶ Tragajući za izvorima ovakvog razumijevanja materije, povratak na klasičnu filozofiju je neizbežan. Platon i Plotin daju značajne uvide u ovu tematiku. Platon, u svom dijalogu *Timaj*, predstavlja kosmogonijski mit o postanku sveta u kojem se materija (*receptacle*) opisuje kao vrsta praznog prostora koji prima ideje (formalne uzroke) – teorija koja će biti poznata kao hylomorfizam. Materija nije zla, već prije nešto bezformeno i neodređeno, amorfna supstancija koja prima forme. Plotin razvija ovo dalje. Za njega, materija je princip pasivnosti i lišenosti (*στέρησις*), ontološki posrednik između Bića i Ništavila. Plotinova materija ne samo da je lišena forme, već je ontološki lišena svega. Ona je krajnji oblik nedostatka, čist potencijal koji je u potpunosti negativan. Ovo objašnjava Plotinov stav prema materiji kao prema nečemu što je inherentno inferiorno u odnosu na ostale ontološke sfere. Kao rezultat ovakvih teorija, zapadni pogled na materiju se do kraja srednjeg veka kristalizirao kao pogled na nešto što je inertno, statično, nepokretno i lišeno aktivnosti, sposobnosti i života. Potencijal za kretanje i aktivnost dolazi od formi, ne od materije.

pitanje u vezi sa tim šta je kategorijalni novum⁷, koji nastaje kao odgovor na nasleđene misaone obrasce ili, drugim rečima, kakav uvid možemo dobiti iz iskustva sa deponijama.

Ovde dolazimo do druge bitne tačke. Materija, kako smo podstaknuti da je razumemo, nikada nije materija u strogo grčkom smislu te reči. Vrlo jasno percipirana inertnost i nepokretljivost otpadnog materijala (kao i materije uopšte) samo ukazuju na ljudsku nesposobnost da shvati složene biološko-hemijsko-fizičke procese. Dakle, svako percepirano stanje nepokretljivosti ili inertnosti je samo fasada pseudonepokretljivosti ili pseudoinertnosti. Svaki objekat je mikrokosmos neprekidnih unutrašnjih procesa, koji neprestano interaguje sa svojom okolinom. Naša nesposobnost da vizuelno razaznamo ovaj složeni odnos materije i njenih osobina govori o našim ograničenjima, a ne o prirodi sveta samog. Ovde treba poentirati dve stvari. Činjenica da akademski ili naučni krugovi revidiraju pojmove i njihove kategorijalne sheme (kao u pogledu materije) ne znači da je izmena izvedena na tlu šire kulturne matrice. Nekritički nasleđeni obrasci i dalje žive na nesvesnom (kulturnom, socijalnom i psihološkom) nivou. Svet kao skup kategorija je uvek nasleđen konstrukt. Ovo se odnosi i na pojam materije. Odavde se jasno nadovezuje i druga poenta. Uverenje da je odlaganje rešenje za krizu otpada postoji samo unutar pogleda na svet koji pretpostavlja fundamentalno zastareo koncept materije. Deponije su, delimično, manifestacija naivne ljudske perspektive koja nekritički prihvata nasleđene kategorije i koncepte.

Da bismo osvetlili različite uglove i načine na koje možemo idejno pristupiti ideji resursa, u narednom poglavlju ćemo se udaljiti od istorijskog trasiranja i u sinhronijskom preseku problema pokušati da identifikujemo etičke (i metaetičke) pojmove preko kojih je moguće pristupiti problemu.

3. Taksonomsko-problemska analiza resursa

Kao i u kontekstu grčkog pogleda na svet i materiju, resursi su fundamentalno zajedničko nasleđe čovečanstva. Ovo podjednako važi za dobre, kao i za loše strane, dakle, za izvore kao i za deponije. Štaviše, ove dve strane (polariteta, dobro – loše, korisno – štetno) stoje u neraskidivoj vezi. Deponije su, kao i druge patološke resursne forme (zagađenje, prekomerna eksploatacija itd.)

⁷ Latour, u svom delu *Nikada nismo bili moderni* iz 1993. godine [3], dovodi u pitanje tradicionalnu dihotomiju između prirode i kulture koja prožima savremeno razmišljanje. Latour tvrdi da se u „modernom” dobu, ova dihotomija projektuje na naš odnos prema materiji, gde se priroda (koja uključuje i materiju) smatra nezavisnom i pasivnom u odnosu na kulturu i ljudske aktivnosti. Međutim, on naglašava da je svaki materijal – uključujući i otpad – hibridni entitet, proizvod kompleksne mreže veza koje uključuju ljudske i neljudske aktere, kao i prirodne i kulturne procese. Ova perspektiva ukazuje na našu pogrešnu predstavu o „inertnoj” materiji i ističe potrebu za preispitivanjem tradicionalnih kategorija i pretpostavki koje oblikuju naše razumevanje materijala, uključujući i otpad. Stoga, shvatanje otpada kao složenog hibridnog entiteta može pružiti novi okvir za razmišljanje o upravljanju otpadom i ekološkoj odgovornosti.

simptom neadekvatnog upravljanja makroresursima u svojoj izvornoj formi. Stoga ćemo, kao prilog pokušaju dubljeg razumevanja ove teme, pokušati da identifikujemo neke ključne kategorije koje su u vezi s tim.

Resursi su kao javna dobra jedna od ključnih tačaka modernih ekonomsko-teorijskih sistema i kao takvi igraju značajnu ulogu u funkcionisanju društva. Prema definiciji Paula Samuelsona, nobelovca i ekonomiste, javno dobro je dobro „koje svi zajedno koriste u smislu da potrošnja tog dobra od jednog pojedinca ne dovodi do smanjenja potrošnje tog istog dobra kod bilo kojeg drugog pojedinca” [20, str. 387].

Ovde dolazimo do prve bitne kategorije: *nerivalstvo*. Resurs je, kao javno dobro, *nerivalan*. Ovo razlikuje javno dobro od drugih vrsta dobara. Uzmimo jedan primer: jednu veknu hleba koju pojede jedna osoba ne može u isto vreme da pojede i druga, čineći je kao resurs rivalnom kategorijom. Sa druge strane, dve osobe mogu u isto vreme da uživaju u vazduhu, suncu ili simfoniji bez međusobnog ometanja, što takođe pokazuje nerivalstvo.

Druga karakteristika javnih dobara je njihova *neisključivost*. Na ovo je, pet godina nakon Samuelsona, 1959. ukazao Richard Musgrave [22]. Neisključivost znači da je, kada je dobro jednom dostupno, gotovo nemoguće sprečiti druge da od istog tog dobra imaju koristi. Na primer, ulična svetiljka osvetljava javni prostor za sve bez isključenja, bez obzira na to ko je platio njenu instalaciju. Ovo je čini neisključivom.

Dalja operacionalizacija ovih pojmova, kao i njihovih logičkih mogućnosti preplitanja, omogućava nam da napravimo shematski kategorijalni prikaz različitih osobina resursa (Tabela 1). Naime, kategorije rivalstva i isključivosti formiraju listu od četiri kategorije resursa koje možemo uočiti u tabeli 1:

Tabela 1.

Resursi	Rivalstvo	Ne-rivalstvo
Isključivost	Privatni resursi <i>Privatna imovina</i>	Klubski resursi <i>Pripadnost zajednici</i>
Neisključivost	Javni resursi <i>Fondovi hrane</i>	Javna dobra <i>Sunčeva enegrija</i>

Kao što se vidi u tabeli 1, postoje resursi koji se nalaze na periferiji pojmova rivalstva i isključivosti, ilustrujući njihove moguće konfiguracije. Javni resursi čine najveću i najvažniju kategoriju. Oni su u principu rivalni, ali i neisključivi. Dobar primer za razumevanje je bazen. On je svakako rivalan, s obzirom da postoji jasno ograničen broj ljudi koji mu mogu pristupiti, ali je ujedno i neisključiv, jer uživanje jedne osobe ne oduzima od uživanja druge osobe. Većina etički problematičnih resursa (problematičnih u pogledu problema koji iz njih

proizilaze) vezana je za ovu kategoriju. To su, na primer, fondovi hrane, investicioni fondovi, neobnovljivi energetske resursi itd. Najmanja i ujedno etički najmanje problematična za ovu temu je kategorija koju, po uzoru na Mankiwa, nazivamo klubskim resursima [17, str. 219.]. Ona je pre svega vezana za sfere usluge i pripadnosti različitim manjim zajednicama i grupama.

Dalja problematizacija ove podele dolazi na osnovu činjenice da granice ovih kategorija nisu niti tako rigidne niti tako jasne, kao što se na prvi pogled može učiniti. Naime, priroda jednog resursa (priroda u smislu klasifikacije) može se promeniti kontekstom, tehnologijom, društvenim normama i sprovođenjem prava svojine. Kao deo projekta *ARPANET* 60-ih godina dvadesetog veka, internet je bio na granici klubskog i privatnog dobra. Tehnološka struktura i inovacija u domenu *World Wide Web* arhitekture podataka preobrazili su ga u kategoriju javnog dobra. Sa druge strane, čista voda – kao principijelno nepresušan resurs i suštinsko javno dobro, polako prelazi u domen klubskih (korporativnih) i privatnih dobara. Ovoj promeni doprinose ne samo tehnologija, već i istorijsko-kulturna promena estetskih i moralnih percepcija civilizacije. Takav je slučaj sa nacionalnim parkovima i divljim životinjama, koji su od privatnih, ili barem ekskluzivnih dobara, usled širenja ekološke svesti postali opšta, zaštićena dobra.

Dakle, jasno je da resursi nisu monolitno ukorenjeni u datu podelu. Međutim, raslojavanje postoji čak i na nivou pojedinih kategorija. Uzmimo javna dobra: park, biblioteku, ulično osvetljenje. Ova dobra pripadaju klasi geografski specifičnih javnih dobara, jer je njihova korisnost pretežno ograničena na prostor određenog lokaliteta. Isto se može reći i za domen resursa-usluga: gorska planinarska služba prilagođava se specifičnim potrebama jednog lokaliteta i ne proširuje se na susedne ili udaljene gradove. Ovu temu su razvijali Tiebout [4] i Stiglitz [12]. Marcun Olson [15, str. 14] je dodatno pokušao da razradi ovu temu, uvodeći pojmove *parcijalnog* i *celovitog* dobra. Naime, jedna te ista stvar, koncert na otvorenom, ulična parada ili performans, mogu biti svrstani u opšte slobodno dobro za neke privilegovane pojedince (koji žive u tom delu grada, čije terase i balkoni gledaju na tu stranu), ali mogu predstavljati privatno dobro za sve one koji ne žive tu i koji moraju da kupe ulaznice za dati događaj. U ovom radu se (1971. godine) prvi put uvodi koncept privilegije, koji pravi razliku između toga da li pojedinac u nečemu uživa ili nešto koristi kao slobodno ili kao privatno. Odnos privilegije i mogućnosti je, naravno, daleko složenija tema od primera koji ovde dajemo.

Različiti resursi i dobra (kako privatna tako i javna) su gotovo uvek smešteni u široku šemu međuzavisnih odnosa. To znači da je skoro nemoguće razmatrati jedan resurs ili jedno dobro, ako se u isto vreme ne razmatra odnos tog dobra prema drugim dobrima. Kao dodatna komplikacija pojavljuje se onaj niz resursa, koji ima jasno dvostruku prirodu; resursi koji u jednom svom aspektu (ličnom) stoje u direktnom odnosu prema opštem. Obrazovanje kao tradicionalni primer ima i privatni i javni aspekt. Step en obrazovanja pojedinca je privatno dobro (na

koje on polaže izvesna prava), dok je kolektivni efekat dobro obrazovanog stanovništva (kao u primerima zajednica sa velikim procentom građana sa visokom stručnom spremom) – povećana produktivnost, ekonomski rast i društveni napredak – na korist svima. Ove koristi su vrlo jasno neisključive i nerivalne, što jasno ukazuje na njihov karakter javnih dobara.

Slično je i u slučaju infrastrukture; ona kao resurs balansira između privatnog i javnog, u zavisnosti od specifičnih uslova. Štaviše, ovde možemo prepoznati nekoliko različitih mehanizama odnosa resursa. Prvo, jedno privatno dobro (automobil) ima svoju vrednost isključivo u kontekstu putne infrastrukture kao javnog dobra. Dakle, javno dobro je uslov mogućnosti privatnog. Drugo, jedna te ista stvar – put – može biti isključiv ili neisključiv, kao i rivalan ili nerivalan, zavisno od putarine ili gužve. Treće, i možda najbitnije, jeste uvesti pojam eksternalija. To su uticaji (pozitivni ili negativni) ekonomske aktivnosti na pojedince koji nisu direktno uključeni u transakciju [10].

Dobra infrastrukturna mreža puteva može na duže staze znatno doprineti smanjenju zagađenja vazduha u gradskoj sredini. To je eksternalija dobre infrastrukture. Različiti resursi, zavisno od stepena uspešnosti eksploatacije i upotrebe, preko eksternalija stoje u vezi sa velikim brojem drugih resursa. U ovom preseku se pokazuje stepen kompleksnosti ovog sistema međusobnih odnosa. Isto je tako jasno da eksternalije mogu biti i negativne. No, odnos koji je teško kvantifikovati je odnos pozitivnog i negativnog uticaja. Koliko puta jedna ambulanta kola moraju zagađivati okolinu kako bismo ih okarakterisali kao pretežno negativni fenomen? Granica očito negde postoji. U imaginarnom eksperimentu možemo zamisliti kola koja otpuštaju radioaktivni materijal. Takva ambulanta vozila bi očigledno bila nedopustiva. Dakle ostaje pitanje mesta na kome se treba povući granica.

Odavde možemo napraviti korak ili dva unazad, vraćajući se na trenutak kada smo razmatrali akutnu krizu. Bit te krizne situacije, naime, ističe činjenicu da, kao civilizacija, imamo poteškoća sa upravljanjem resursima. Stoga je i cilj ovog poglavlja bio da razmotrimo u kojim sve kategorijama i odnosima možemo promišljati problem resursa, osim što ga u proizvodno-ekonomskom maniru definišemo kao sirovinu za dalji proizvodni pogon. Resurs je, dakle, šira kategorija, a gore navedena taksonomija ukazuje na to da je potrebno razmatrati više nivoa upravljanja.

U Mapi puta za cirkularnu ekonomiju Republike Srbije se navodi:

„Cilj Mape puta je da podstakne proizvodnju kroz primenu cirkularnih poslovnih modela, da motiviše industriju za kreiranje novih radnih mesta i da unapredi poslovanje kroz iznalaženje inovativnih održivih rešenja za tržišta. Ovim dokumentom namera je da se podstakne društvo na systemske promene u razmišljanju, kulturi i odnosu prema resursima, kao i da donosioce odluka

podstakne na političko obavezivanje za promene javnih politika i dijaloga u kontekstu cirkularne ekonomije.” [27, str. 5]

Uprkos iskrenim i časnim namerama autora ovog dokumenta, treba skrenuti pažnju na potencijalne propuste. Sistemska promena je daleko širi i komplikovaniji proces od implementacije izvesnih proizvodnih standarda. Oni jesu deo – ali samo deo tog procesa.

Evo ilustrativnog primera na temelju teksta istog dokumenta. Na strani 45 se govori o zabrani upotrebe plastičnih kesa. Zahtev deluje sasvim logično i ispravno (što u svakom praktičnom smislu i jeste), ali ujedno otkriva nerazumevanje sistemskog problema koji leži u pozadini. Plastična kesa (koja je, uzgred budi rečeno, i simbolički prikaz savremene ekološke krize) je stvorena sa najboljim namerama. Sasvim je retko moguće identifikovati izumitelja tako učestalih objekata koji se čine gotovo permanentnim delom enterijera sveta, ali je ovde to moguće. Sten Gustaf Thulin, Šveđanin, je 1959. godine mislio da je rešio veliki ekološki problem. Hteo je da smanji upotrebu papirnih i pamučnih kesa jer bi se time smanjila seča drveća (papir) i proizvodnja pamuka, pa samim tim i zagađenje tla (veštačka đubriva) i vazduha (fosilna goriva), odnosno, hteo je da neutrališe negativne efekte prethodnih ljudskih izuma. Svoju kesu je nosio u džepu i koristio je dugi niz godina, tačnije, do kraja života. Ovaj problem direktno adresira i pokazuje obrtanje dve kategorije: nešto što je napravljeno „da traje” (u filozofskoj ekstrapolaciji – perenijalno) izokrenuto je u svoju suprotnost – da posluži samo u trenutku, da bude korisno samo na kratko (temporalno). Ovaj problem je ono što je u osnovi. Naime, ukoliko je nemoguće (ili gotovo nemoguće) zamisliti proizvod ili proces koji ne može biti korumpiran pogrešnom upotrebom, onda se u okviru sistemske promene treba obratiti onim elementima koji čine tkivo same te korupcije. U ovom slučaju, to je širi kulturni i društveni obrazac.

4. Filozofske osnove pravedne raspodele

Kako pravedno raspodeliti resurse? Kako smo videli u prethodnim poglavljima, ovo pitanje je mnogo složenije od upravljanja sirovinama i otpadom. S obzirom da resursi (posmatrani kroz prizmu prethodnih kategorija) predstavljaju osnovu međuljudskih odnosa, u pozitivnim i negativnim aspektima, pitanje pravedne raspodele u osnovi odgovara na pitanje pravednog uređenja društva.

U radu nećemo pokušavati da damo odgovor na ovo pitanje. Takav zadatak bi od početka bio osuđen na neuspeh, pa čak i smešan. Umesto toga, pokušaćemo da prikazemo šta sa filozofske (teorijske) perspektive znači istraživanje pravednog uređenja društva. Drugim rečima, kako izgleda filozofsko promišljanje o ovom problemu. Predstavićemo osnovu jedne takve teorije, konkretno, učenje Johna Rawlsa, jednog od najuticajnijih autora u oblasti etike i društvene filozofije.

Magnum opus Rawlsovog stvaralaštva, *Teorija pravde* iz 1971. godine, predstavlja reevaluaciju tradicionalnih etičko-političkih teorija. U vreme objavljivanja ovog dela (a situacija je slična i danas) ne postoji mnogo „ozbiljnih”

teorija o pravednom društvu. Ova činjenica je intuitivno jasna s obzirom na složenost takvog zadatka. Dve teorije koje su se kroz vekove suprotstavljale su utilitarizam i kontrakcionizam. Utilitarizam je teorija koja se oslanja na kategoriju koristi, sa sloganom „omogućiti najveću moguću korist (i sreću) za najveći mogući broj ljudi”. Kontrakcionizam je tradicija koja se oslanja na filozofski mit o „društvenom ugovoru” koji su naši (hipotetički, mitski – ova teorija nije istorijska) preci potpisali, a koji se odnosi na saradnju, jer njene prednosti daleko nadmašuju nedostatke. Oba teorijska pristupa imaju svoje probleme. Utilitarizam može opravdati potčinjavanje 20% stanovništva od strane 80%, ako će to ukupno doneti veću količinu sreće i koristi. Ugovor o kojem se govori u kontrakcionizmu nikada nije stvarno potpisan, a imaginarni dokument ne može imati moralnu težinu.

Rawls pokušava da pronađe novi način razmišljanja o ovim problemima. Ključni deo njegove teorije se odnosi na način pristupa ovoj problematici. Ako se o njoj bavi kao individua, filozof John Rawls, on će uvek pristupiti ovom problemu sa ograničene i u suštini neadekvatne perspektive. Delovi sistema nikada u potpunosti ne mogu da sagledaju celinu. Međutim, pogled odozgo – iz perspektive svih – jednostavno nije moguć.

U pokušaju dijalektičkog prevazilaženja jaza između ograničene individualnosti i nedostižne sveobuhvatnosti, on, ugledajući se na Kantova estetička razmatranja, u jezgru ljudske bezličnosti nalazi posebnu vrstu univerzalnosti (nem. *subjektive Allgemeinheit*). Kada bismo od čoveka oduzeli sve njegove specifičnosti – ime, porodicu, naciju, znanje, pol, želje, veru – ne bismo ostali samo sa *tabula rasom* već i sa prototipom-arhetipom koji odgovara svakom ljudskom biću. Ovde je John Rawls pronašao temelj univerzalnosti. Zatim je osmislio misaoni eksperiment koji je nazvao „velom neznanja” ili „originalnom pozicijom” [13]. To je jedna vrsta mentalne vežbe koja treba da omogući razmišljanje o pravednosti. Njegova teorija je, u tom smislu, metod; način na koji možemo razmišljati o tom problemu.

Postavljanje sebe iza vela neznanja (u originalnu poziciju) znači postaviti sledeće pitanje: Ako ne znam u kakvom ću socijalnom sloju biti rođen, kakvu ću boju kože imati, koliko ću biti inteligentan i zdrav, u kojoj religiji ću biti odgajan, kakve ću želje imati, dakle, ako se mogu sasvim nasumično roditi kao bilo ko – kakvo bih društvo želeo da me dočeka pri rođenju? Ovo je ključno pitanje [13]. John Rawls jasno ističe da nema *apsolutni* odgovor na pitanje o idealnom obliku društva. On načelno razlikuje tri vrste mogućih društava: ono u kome bi najviši sloj imao najviše zadovoljstva (tiranije, korumpirane oligarhije, tehnokratije i sl.), onaj u kome bi svi slojevi bili ukinuti ili potpuno izjednačeni (neki oblik idealnog socijalizma) i, na kraju – sloj koji on preferira – društvo u kome bi postojala stratifikacija, ali bi razlike išle u korist donjih slojeva. Ova suptilna distinkcija koju Rawls pravi izražena je i kroz naziv njegovog dela. U originalu, on ga naziva *A Theory of Justice* – naglašavajući time da nije u pitanju apsolutna *The Theory*,

već samo jedan od mogućih pristupa, što reflektuje njegovu skromnost u pristupu ovako složenom pitanju.

Njegov preferentni model je donekle lakše i razumeti u kontekstu manje zajednice – preduzeća. *Minimax* model – kako ga on naziva – značio bi preduzeće koje ima unutrašnje raslojavanje (recimo, radnike, šefove smene, menadžment, komercijaliste, direktore itd.) ali u kojem bi platu određivala težina posla i nivo pozicije: što je posao teži i pozicija niža (razlika između *radnika* i *komercijaliste*) to bi plata bila veća. Racionalno je da više pozicije donose intrinzičnu vrednost kroz privilegije poput privatne kancelarije, fine odeće, društvenog statusa, pa bi stoga njihov izostanak trebao biti kompenzovan većom platom.

5. Pravna država kao garant održivog razvoja

Stabilnost jedne države predstavlja garanciju društvenog napretka. Često putem medija čujemo kako se, kada se govori o državi, pominju mir i stabilnost. Može se reći da ta dva jako važna elementa predstavljaju uslove za državni, tj. društveni razvoj u celini. Društveni razvoj je neraskidivo povezan sa državnim. Naime, razvoj države podstiče razvoj društva, a da bi se društvo razvijalo na održivom i ujedno prosperitetnom nivou, funkcionisanje države mora da se temelji na vladavini prava. Država u kojoj je pravo vrhovni vladalac biće osnova sa koje će se društveni razvoj u celini graditi.

Održivost razvoja se bazira na određenim pravnim i društvenim vrednostima. U te vrednosti se, pored pravde, svakako ubrajaju i jednakost, socijalni mir koji rađa sigurnost, i društveni red. Samo država koja neguje ove vrednosti biće kadra da obezbedi svom društvu siguran održivi razvoj. Takva država ima svoj naziv, a to je pravna država. Postoje države koje nisu pravne, čije se osnove postojanja ne temelje na pravu i pravdi, već na nekim drugim nevrednostima. One mogu imati obrise prava, a da su dominantni elementi autoritarizma koji uvek teži totalitarizmu i diktaturi. Društveni razvoj u takvim državama, iako u nekim trenucima može izgledati održiv, to svakako nije, jer se održivost na dugi vremenski period može obezbediti samo kroz negovanje jednakosti, a to u takvim državama nije slučaj. Jednakost kao pravna i društvena vrednost predstavlja gradivni pojam isključivo pravne države.

Razvoj ideje pravne države kao organizacije koja je najoptimalnija za razvoj čoveka kao pojedinca i društva uopšte ima svoje izвориšte još u antičkoj Grčkoj. Naime, državno uređenje stare Atine predstavljalo je jedan od prvih i najtipičnijih primera pravnog uređenja države. Zaštita slobode i jednakosti kao vrednosti imala je zapaženu ulogu u tadašnjem društvu, koje se smatra rasadnikom demokratije. Još je Platonova filozofija predstavljala pogodnu osnovu za razvoj pravnofilozofske misli o pravnoj državi. Naime, Platon vidi postojanje tri društvene grupe, upravljača, vojnika i proizvođača. U njegovoj idealnoj državi upravljači bi bili mudri ljudi, tj. filozofi [21], ali ljudska priroda je nesavršena pa tako ne može da bude isključiva. Stoga Platon shvata da pored vladavine mudrih

filozofa, vladavina zakona je neophodna, „ali i nedovoljna zamena za individualizovanu vladavinu mudrih ljudi” [14, str. 16].⁸

Veličina Aristotelove misli je dominantni element u Platonovom razmatranju, koja je dodelila primarnu ulogu vladavini zakona na uštrb vladavini ljudi, uz podrazumevanu neophodnost ljudi koji će taj zakon primenjivati [1, 1287a]. Aristotelova misao je poznata po terminu distributivne pravde. Naime, distribucija, tj. raspodela je glavno pitanje pravednosti. Koji su kriterijumi za distribuciju odnosno raspodelu? U zavisnosti od društvenog uređenja, raspodela pravde smatraće se pravednom, npr. u oligarhijskom sistemu raspodela bi se vršila na osnovu društvene moći pojedinca. John Finnis distribuciju „zajedničkog dobra” tj. pravde, vidi kao moguću, uz ispunjenje određenih kriterijuma. Naime, prvi element je svakako jednakost, tj. neophodnost da se slični slučajevi tretiraju sličnima. Zatim sledi funkcija, tj. važnost uloge i odgovornosti u zajednici. Slede sposobnosti članova društvene zajednice, zasluge i doprinosi [6, str. 105]. Ciceron, kao veliki pravnik i mislilac Rimske države, koja je svoju pravnu tradiciju i razvoj bazirala na Grčkoj antičkoj državi, je imao istaknuto mišljenje o pravnoj državi.

Naime, pravi zakon predstavlja ispravno načelo koje je u saglasnosti sa prirodom; primenjiv na sve, pouzdan i večan, on naredbom priziva na dužnost, a zabranom odvrća od nedela;... Tog zakona nas ni senat ni narod ne mogu osloboditi” [5, str. 102]. Ciceron dakle ističe da razvoj društva može da obezbedi samo država koja je rasadnik dobrih zakona. Rimska pravna misao se dalje prenela kako na vizantijsku, tako preko nje i na evropsku. Brojni teoretičari i filozofi prava smatraju da je prvi izraz „pravna država” (nem. *Rechtsstaat*) prvi put uveo Robert von Mohl (1832–1834. god.) [7, str. 546]. Prema njegovom shvatanju, svi pojedinci imaju pravo „pre svega na jednakost pred zakonom, tj. na vođenje računa o životnim ciljevima svih bez razlika u pogledu ličnih prilika i na objektivnu primenu opštih normi bez obzira na rang i stalež pojedinca” [9, str. 15.]. Ispunjenjem ovih pravnih i društvenih ciljeva koje, prema Mohlu, ima pravna država, obezbedio bi se stabilan i održiv društveni razvoj.

Nemačka pravna škola, čiji je član svakako i Gustav Radbruch, za glavnu ideju prava vidi pravdu. Naime, da bi pravo postalo vrednost, ono mora da ovlada bar jednim „minimumom pravde” [8, str. 38–39]. Radbruch dalje dodaje kako „ni u kom slučaju pravo nije ono što koristi narodu, nego narodu u krajnjoj liniji koristi samo ono što predstavlja pravo, što stvara pravnu sigurnost i teži za pravdom... Kada se čak i ne teži za pravdom, kada se jednakost, koja čini jezgro

⁸ Naime, bitan momenat u ovom kontekstu je činjenica da je za Atinjane, a naročito Platona, država pre svega relacioni entitet. Ideja *države u službi građana* je kod njih postavljena u osnove pravno-filozofske misli. Kako Stojanović navodi: „Polis postoji samo kao odnosni entitet, onaj koji jeste to što jeste dok igra ulogu za koju je namenjen da igra” [33, str. 13]. Dakle – ocepljenje vladajućeg sloja kao nezavisnog funkcionalnog dela (bilo u ekonomskom ili nekom drugom smislu) bi ontološki (što znači: suštinski) negiralo i oštetilo državni poredak.

pravde, prilikom donošenja propisa pozitivnog prava svesno osporava, onda zakon nije, recimo, samo neispravno pravo, on štaviše uopšte nema pravnu prirodu. Jer pravo, pa ni pozitivno pravo, ne može drugačije da se definiše nego kao poredak i propisivanje, određeni po svom smislu da služe pravdi” [8, str. 287–289].

Zakoni su izraz opšte volje građanstva, a čovek ostvaruje svoju društvenu slobodu ispunjavajući ih. Zakonima je neophodno da se pokoravaju kako oni koji ih donose tako i oni koji ih sprovode. Zakoni moraju da budu obavezujući za sve članove društva, misli su Jean-Jacques Rousseau [26, str. 46–47]. Na osnovu ovoga možemo zaključiti da, ukoliko zakoni promovišu i štite najbolje društvene vrednosti, od kojih je jedna svakako jednakost, imaćemo ispunjenje osnovnog principa pravednosti, a to je pravedna raspodela sredstava. Ukoliko zakoni nisu odraz istinske volje naroda i ne promovišu najbolje društvene vrednosti, prema Rousseauu, narod čak ima pravo i na pobunu [26, str. 38].

Ravnoteža i podela vlasti u državi predstavlja organizacionu osnovu pravne države. Potpuna usklađenost zakona je neophodna za normalno funkcionisanje pravne države. Narod i vlast treba da predstavljaju dve strane jedne medalje, da se međusobno dopunjuju, a ne da rade jedni na uštrb drugih, u kom slučaju bi pravna država i njeno funkcionisanje postalo nemoguće, misli su Charlesa Montesquieua [25, str. 65–66]. Sloboda za građane sa jedne, i ograničenje vlasti sa druge strane, su neophodni elementi normalnog funkcionisanja države uopšte. Građani će imati svoju slobodu kada su zakoni usklađeni i kada predstavljaju istinski odraz najboljih društvenih vrednosti. Montesquieu je smatrao da je „svaki čovek koji ima vlast sklon da je zloupotrebi, sve dok ne nađe granice” [25, str. 67]. Ova maksima može se posmatrati i kao uzrok postojanja pravne države i njene neophodnosti. Dakle, pravna država je garant bez kojeg je praktično nemoguće ostvariti vrednost jednakosti, koja je temelj u pravednoj raspodeli društvenih resursa.

Ideja o neophodnosti postojanja i funkcionisanja pravne države nije bila strana ni u Srbiji. Još u vreme ustaničke Srbije pojavila se ova ideja, koja se stalno razvijala u mislima tadašnjih pravnika. Naime, u vreme izrade srpskog ustava, Mihailo Grujović, drugi sekretar Praviteljstvujušćeg sovjeta 1811. godine, u svojoj besedi je rekao sledeće: „Gde je dobra konstitucija, tj. gde je dobro uređena vlast pod zakonima, tu je sloboda, tu je voljnost, a gde jedan ili više po svojoj volji zapovedaju, zakone ne slušaju, no ono što hoće čine: tu je umrli vilajet, tu nema slobode, nema sigurnosti, nema dobra, već je onde pustoš i razbojništvo, samo pod drugim imenom” [16, str. 31–32]. Dakle, tamo gde nema pravne države nema ni slobode ni sigurnosti, već samovolje i nesigurnosti, koja će dalje svakako prouzrokovati društveni kaos u kojem pravedna raspodela dobara i resursa nikako neće biti moguća.

6. Pravne i društvene vrednosti kao uslovi pravedne raspodele

U prethodnom poglavlju smo govorili o neophodnosti postojanja pravne države i njenog nesmetanog funkcionisanja, ukoliko želimo da se društvo razvija. Linija društvenog razvoja može ići uzlaznom putanjom samo ukoliko država, kao društvena organizacija, temelji svoje postojanje na najboljim vrednostima njenog društva. Dakle, država mora da teži ka cilju ostvarenja tih vrednosti na obostranu korist kako nje same tako i celog društva, jer države bez društva nema. Naime, postavlja se pitanje o pojmu vrednosti uopšte. Aksiologija je nauka koja se bavi proučavanjem opšte teorije vrednosti. Da li su vrednosti stvorene od strane jednog društva ili su mu one date?

Ukoliko neki pravni poredak negira slobodu, to ne znači da sloboda ne postoji. Dakle, čovek kao pojedinac može biti sklon lažima, ali to ne znači da istina kao vrednost ne postoji. Ukoliko je pravda kao vrhunska vrednost univerzalna kategorija, to bi značilo da ona postoji uvek i svuda bez obzira na njeno prihvatanje od strane čoveka ili ne. Pravo bi predstavljalo samo produženje i ostvarenje pravde kao vrednosti i ideala u realnom vremenu ljudskog života. Dakle, pravo bi omogućilo da svi imaju ono i onoliko koliko im je potrebno, a raspodela resursa bi bila utemeljena na vrednostima.

Naime, ukoliko je pravda relativna, a ne apsolutna kategorija, onda bi to značilo da ono što je pravedno za jednog ne mora da bude pravedno i za drugog. Pravda u jednom društvenom poretku, koji oslikava njegovu državu, može često predstavljati oličenje nepravde iz ugla druge društvene sredine. Dakle, ovde zaključujemo da je društvo to koje gradi svoje vrednosti, koje mogu da u isto vreme predstavljaju *nevrednosti* za drugu društvenu zajednicu. Na izgradnji vrednosti jednog društva svakako važnu ulogu imaju religija, običaji kao i sam prostor. Naime, svakom društvu je od primarne važnosti sopstveni opstanak. Članovi društvene zajednice, tj. pojedinci, individualnim razvojem utiču na razvoj društva u celini. Stagnacija individualnog razvoja pojedinaca ruši temelje razvoja čitave društvene zajednice u celini.

Možemo zaključiti da stagnacija dolazi zbog nezadovoljstva koje je prouzrokovano nepravdom. Nepravedna raspodela resursa među članovima društvene zajednice neminovno dovodi do stvaranja atmosfere nezadovoljstva, koja rezultira nejednakošću, socijalnim nemirima i društvenim haosom. Svaka društvena zajednica da bi otklonila elemente koji predstavljaju mogućnost društvene destabilizacije mora, kroz državu, angažovati sve svoje napore ka očuvanju i promovisanju pravedne raspodele, ali i čisto pravne vrednosti sigurnosti koja obuhvata socijalni mir kroz funkcionisanje društvenog reda, koji se bazira na istini i jednakosti. Država je jedina u mogućnosti da tako nešto sprovede jer raspolaže legalnim monopolom fizičke sile i prinude kao poslednjim sredstvom za kojim će prionuti.

7. Pravda i jednakost

Dve jako bitne kako pravne tako i društvene vrednosti jesu pravda i jednakost. Za državu koja promoviše i štiti ove dve vrednosti možemo sa sigurnošću da konstatujemo da njeno društvo ima ozbiljan potencijal razvoja. Pravda ima smisao univerzalne vrednosti jer predstavlja duhovnu pojavu u ljudskom razvoju. Naime, ta univerzalnost pravde joj daje osobinu neodređenosti i apstraktnosti. Postoje različita razmišljanja kako pojedinaca tako i društvenih grupa koja se razlikuju u svom inicijalnom poimanju samog pojma pravde. Velika važnost pravde se ogleda u broju naučnih disciplina koji je proučavaju, kao npr. filozofija, sociologija, pravo, političke nauke kao i psihologija.

Često možemo da čujemo kako je pravda stanje u kojem ljudi žele stvari koje su pravedne pa se stoga i „ponašaju pravedno” [2, str. 87]. Još u Starom zavetu pojam pravde ima dominantnu ulogu. Naime Solomonova pravda tj. njegovo rasuđivanje, a bolje je reći presuđivanje *ad hoc* i danas je interesantna i inspirativna priča o pravdi.⁹ U našoj svesti je toliko duboko usađeno da pravo treba da bude prožeto pravdom kao vrhovnom vrednošću, da prosto i ne izaziva nikakvo psihičko preispitivanje. Pravda je jednostavno vrednost bez koje pravo nije relevantni činilac koji uređuje ljudske živote. Samo pravo koje proizilazi iz pravde je vredno ljuskog poštovanja. Danas naši savremenici sami prosuđuju šta je pravedno, a šta nepravedno, a da nisu u stanju da sami formulišu definiciju ovih pojmova.

Heraklit je govorio da ljudi ne bi znali za ime pravde, da nema nepravde [11, str. 42]. Naime, Heraklit govori da u definisanju ovako složenih pojmova kao što je pravda treba krenuti sa definisanjem opozita tj. suprotnosti. Aristotel u Nikomahovoj etici primećuje da suprotnost pravdi tj. nepravda ima bar tri značenja. Pohlepan i pristrasan čovek, kao i onaj koji krši zakone, je prožet idejom nepravde u širem smislu. Dok u užem smislu, nepravedan je onaj čovek koji je pohlepan (*pleonektes ho adikos*) [2, str. 88]. Dakle, pohlepa je strast koja dovodi do nepravde. Naime, pohlepa kao stanje koje kontroliše i drži u mraku čovekovu svest je uzrok nepravde. Kretanje ljudi širokim putem nepravde urušiće pravdu kao vrednost koja je jedini garant društvenog prosperiteta.

Zbog toga pravna država, pored promocije i zaštite najboljih društvenih vrednosti, mora da bude spremna da kažnjava tj. sankcioniše one koji se kreću putem nepravde. Jedino je država u stanju da to učini iz razloga postojanja monopola nad fizičkom silom, koji valja upotrebiti ukoliko državna i društvena

⁹ Jednog dana Solomon je počeo suditi dvema ženama koje nisu mogle podeliti bebu međusobom. Živeli su u istoj kući, a skoro u isto vreme dobili su i bebu. Noću je jedna od žena zaspala sa svojim detetom, a ono je umrlo. Zatim je od druge žene uzela živo dete, a mrtvo prenela njoj. Sledećeg jutra došlo je do žestoke svađe između žena. Tako su došli do Solomonove presude. On je, saslušavši njihovu priču, naredio da se dete prepolovi i polovice podeli majkama. Jedna od žena je odmah odlučila: bolje bi bilo da je niko ne dobije. Druga se molila da ne ubije bebu. Odmah je dozvolio drugoj ženi da uzme dete, samo da ostane živo. Pošto je u njoj identifikovao pravu majku, kralj Solomon je odmah naredio da se dete da ovoj ženi.

egzistencija postane upitna. Promocija pravde kao vrhunske vrednosti je najbolja prevencija da ljudi ne krenu putem nepravde i počnu da urušavaju društveni sistem. Zakon koji je zasnovan na pravdi kao vrednosti sam postaje oličenje pravde. Dakle, kršenje zakona tj. načela je samo po sebi nepravda jer, kako kaže Aristotel, „sve zakonite stvari su nekako i pravedne” [2, str. 89].

Pravedna raspodela resursa u određenom društvu se zapravo može nazvati i jednakom. Jednakost je drugi naziv za pravednost. Samo ukoliko svako dobije jednako tj. onoliko koliko zaslužuje, onda će raspodela biti pravedna. Ali nejednakost među ljudima je uvek postojala, bolje reći, ona je prirodna. Prirodna nejednakost je opštepoznata stvar. Nisu svi ljudi jednako zdravi, pametni niti lepi. Ali da li prirodna nejednakost kao društveno urođena stvar može biti prevaziđena? Država kao društvena organizacija svakako nije horizontalno ustrojena. Hijerarhijski princip tj. vertikalno ustrojstvo je neprevaziđeni element svake društvene organizacije. Čak i anarhija kao sistem bez sistema, koja je sinonim za kaos, predstavlja određeni red tzv. red iz haosa. Ali, da li ljudska urođena nejednakost biva neminovnost i za građansku nejednakost? Naime, u državama koje neguju sistem društvenih klasa, nejednakost je normalna stvar. Država koja je dozvolila da se čovek ne rađa kao slobodan već kao rob, ukoliko mu je majka robinja, je država koja se odrekla ove svete vrednosti.

Demokratska društva u načelu neguju sistem građanske jednakosti. Naime, to bi značilo jednakost svih pred zakonom. To je svakako neophodno i jako važno za društveni prosperitet i pravednu raspodelu, ukoliko ne predstavlja samo mrtvo slovo na papiru. Pravna i demokratska država treba da obezbedi jednakost u mogućnostima i prilikama, a ne samo jednakost pred zakonom. Ukoliko bi građani bili do te mere osvešćeni da i sami teže jednakosti, onda bi bilo lakše za društvo da jednakost svuda i zagospodari. Ali ljudi i sami često teže nejednakosti, jer svojim ambicijama, željama i životnim planovima, koji se najčešće ostvaruju na uštrb drugog, promovišu nejednakost. Želja za jednakošću treba da postane intimna stvar svakog pojedinca, stoga bi i društvo samo pratilo ponašanje svojih članova. U ovakvom društvu, u kojem je nejednakost postala vrednost, a jednakost neostvarena utopija, pravednost raspodele dobara neće imati svetlu budućnost.

8. Društveni red i socijalni mir

Održivost razvoja je uslovljena društvenim redom. Samo red kao vrednost može da obezbedi socijalni mir koji vodi u opštu stabilnost. Naime, da li je red vrednost ili ne? Da li je samo sinonim za mir i sigurnost, raspravljali su mnogi. Prema Tasiću, red sam po sebi predstavlja vrednost. Njega karakterišu dva elementa, a to su predvidljivost i izvesnost [24, str. 23]. Održivost funkcionisanja društva kroz pravednu raspodelu resursa može biti sigurna ukoliko je izvesna. Predvidljivost znači da pojedinac zna šta je neminovna posledica neke njegove radnje. Društvo će dobro nagraditi dobrim, a zlo će kazniti i na taj način pokazati

predvidljivost i izvesnost pojedincima i očuvati društveni red. Suprotnost redu je nered, tj. haos, metež. Dakle, besporedak ima neminovnu posledicu, a to je neodrživost razvoja. Razvoj je nemoguće obezbediti u društvenom metežu u kojem ne postoji pravna sigurnost, a ni društvena stabilnost.

Socijalni mir predstavlja posledicu društvenog reda i jedan je od osnovnih ciljeva svake društvene zajednice. Socijalni mir predstavlja garant održivosti društvenog razvoja, jer u suprotnom, ukoliko ga društvo ne ostvari, rodiće se njegova suprotnost tj. socijalni sukob. U njemu niko ne dobija, a razvoj postaje neminovno neodrživ. Prema Viskoviću, pravni sistem uvek nastoji da ostvari mir [18, str. 138]. Važnost mira kao vrednosti je velika, jer sam pravni sistem, ukoliko nije sposoban da ga uspostavi, rizikuje da dovede u pitanje i sopstveni opstanak. Jer, iz negacije tj. sukoba se ništa ne stvara, već može samo da se ruši. Zato opstanak društva i njegov održivi razvoj nije moguć bez ostvarenja vrednosti socijalnog mira, koji društvo ne samo da čini održivim, već i sigurno prosperitetnim i razvijenim. Takođe, socijalni mir i društveni red predstavljaju uslovne elemente za društvenu održivost ali, shodno tome, i za pravednu raspodelu resursa po principima pravde i jednakosti.

Zaključak

U radu smo pokušali da što sveobuhvatnije prikažemo teorijsko razmišljanje i reevaluaciju koncepta resursa. Naša analiza obuhvata nekoliko različitih, ali međusobno povezanih nivoa. Svaki od tih nivoa otkriva ključne tačke od značaja za sučeljavanje sa aktuelnim, hitnim problemima. Inicijalno, pristupili smo problemu sa kritičko-istorijskog stanovišta, pokušavajući da zahvatimo idejnu osnovu stvari. Nakon toga smo se poslužili taksonomskom analizom kako bismo detaljno razdelili nekoliko kategorija koje se redovno koriste u savremenim diskursima na ovu temu.

Nakon toga smo se preusmerili na moralne aspekte analize resursa, fokusirajući se na pitanje pravične raspodele. Kako je demonstrirano, pravična raspodela resursa tesno je povezana s širim pitanjem: pravičnim uređenjem društva. Umesto da nastojimo dati konkretan odgovor, analizirajući teoriju Johna Rawlsa i njegov koncept „vela neznanja”, naš cilj je bio da čitaocu predstavimo šta, s filozofske (teorijske) perspektive, znači postaviti pitanje o pravičnom uređenju.

Na kraju smo prešli na pravne aspekte ove i srodnih problema, tematizirajući stvar iz pravne perspektive. Posebno značajna konceptualna ideja koja se ovde izdvaja je distributivna pravda, koja ima svoje korene u antičkoj grčkoj političkoj misli. Na kraju ovih razmatranja, analizirali smo koncepte pravde, jednakosti, kao i društvenog i socijalnog mira.

Literatura

- [1] Aristotel. *Politika*. Beograd. BIGZ, 1960.
- [2] Aristotel. *Nikomahova etika*. Zagreb, Sveučilišna naklada Liber, 1982.
- [3] B. Latour. *We have never been modern*, Cambridge. Harvard University Press, 1993.
- [4] C. M. Tiebout, "A Pure Theory of Local Expenditures," *J. Polit. Econ.*, vol. 64, no. 5, pp. 416-424, Oct 1956.
- [5] Ciceron. *Država*. Beograd. Plato, 2002
- [6] Dž. Finis. *Prirodno pravo*. Podgorica. CID, 2005.
- [7] G. Faso. *Istorija filozofije prava*. Beograd- Podgorica. CID, 2007
- [8] G. Radbruh. *Filozofija prava*. Beograd. Nolit, 1980.
- [9] H. Heler. *Pravna država ili diktatura*. Beograd. Dosije, 2011
- [10] H. R. Varian. *Microeconomic Analysis*. New York, NY. Norton, 1992.
- [11] Heraklit. *Fragmenti*. Beograd. Modema, 1990.
- [12] J. E. Stiglitz. The Theory of Local Public Goods Twenty-Five Years After Tiebout: A Perspective. Cambridge, MA. National Bureau of Economic Research, 1982.
- [13] J. Rawls. *Teorija pravde*. Beograd. Službeni list SRJ, 1998.
- [14] K. Čavoški. Pravo kao umeće slobode – Ogled o vladavini prava. Beograd. Službeni glasnik, 1994
- [15] M. Olson. The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups. Cambridge, MA. Harvard University Press, 1971.
- [16] M. Đorđević. Ustavni razvitak Srbije u Prvom srpskom ustanku. Beograd. Naša reč, 1979
- [17] N. G. Mankiw. *Principles of Microeconomics*. Mason, OH. South-Western Cengage Learning, 2012.
- [18] N. Visković. *Pojam prava*. Split. Logos, 1981.
- [19] P. Singer. *Practical ethics*, Cambridge. Cambridge University Press, 2011.
- [20] P. A. Samuelson. *The Pure Theory of Public Expenditure*. The Review of Economics and Statistics, 1954.
- [21] Platon. *Zakoni*. Beograd. Tanesi, 1990.
- [22] R. Musgrave. *A Theory of Public Finance*. New York, NY. McGraw-Hill, 1959.
- [23] W. Cronon. *Uncommon Ground*. New York. W. W. Norton & Co, 1995.
- [24] Đ. Tasić. *Rasprave iz filozofije i teorije prava*. Beograd. Studentski grad, 1992
- [25] Š. Monteskje. *O duhu zakona*. Beograd. Zavod za udžbenike, 2011.
- [26] Ž.Ž. Ruso. *Društveni ugovor*. Beograd. Filip Višnjić, 1993.
- [27] Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije, „Mapa puta za cirkularnu ekonomiju u Srbiji” [Online], April 2020. Dostupno: <https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/2021-01/mapa-puta-za-cirkularnu-ekonomiju-u-srbiji.pdf>
- [28] C. Moore, "Great Pacific Garbage Patch: Plastic Turning Vast Area of Ocean into Ecological Nightmare" [Online], 2002. Dostupno: <https://web.archive.org/web/20150912023857/http://www.mindfully.org/Plastic/Ocean/Pacific-Garbage-Patch27oct02.htm>

- [29] L. Albeck-Ripka, "The 'Great Pacific Garbage Patch' Is Ballooning, 87,000 Tons of Plastic and Counting" [Online], March 22, 2018. Dostupno: <https://web.archive.org/web/20200111155655/https://www.nytimes.com/2018/03/22/climate/great-pacific-garbage-patch.html>
- [30] M. Стојановић, А. Горгиев, „Проблем система у Платоновој образовној мисли (Реконструкција аутентичног доприноса Платона атенском моделу образовања),“ *Зборник Византијско-словенска чтенија IV*, стр. 67-85, 2021.
- [31] М. Стојановић, „Појам душе у антици“, *Црквене студије*, година XIX, број 19, стр. 179-187, 2022. DOI https://doi.org/10.18485/ccs_cs.2022.19.19.10
- [32] С. Ристић Горгиев, А. Горгиев, „Динамички елемент душе у делу св. Григорија Ниског и Анри Бергсона“, *Зборник Византијско-словенска чтенија V*, стр. 101-108, 2022.
- [33] М. Stojanović, „Pojam 'identitet' unutar antičkog polisa i njegovo viđenje kroz prizmu savremenih socijalnih struktura“, *Socijalne (de)konstrukcije identiteta*, стр. 11-16, 2015.

FAIR DISTRIBUTION OF RESOURCES IN A SUSTAINABLE SOCIETY

Abstract: *The paper analyzes philosophical, legal, and ethical issues related to the concept of resources. The first part of the work focuses on a philosophical approach, starting from an analysis of the term resources, which has roots in the ancient Greek term for matter. This section delves further into a taxonomic analysis, discussing concepts of rivalry and non-rivalry in the context of resources. The findings from this analysis lay the groundwork for a discussion about the philosophical foundations of fair resource distribution, which is explored through the issue of fair social order. In this context, the paper includes an analysis of John Rawls' ethical conception. The second part of the paper focuses on the legal aspects of fair resource distribution, studying many legal-philosophical schools from the ancient period to the present time. The key term discussed here is distributive justice, providing a deep understanding of how philosophy and law shape and reflect our concepts of fairness in the context of resources.*

Keywords: *Resources, fairness, distribution, ecology, sustainability*

DEO 2

MIJERENJE I ANALIZA
CIRKULARNE EKONOMIJE

1. INSTITUCIONALNI OKVIR ZA RAZVOJ CIRKULARNE EKONOMIJE

Andrija Popović^{*}, Andreja Todorović, Zorana Z. Stanković

Inovacioni centar, Univerzitet u Nišu, Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, Srbija

Rezime: Transformacija privrede prema cirkularnoj ekonomiji pruža značajne ekološke i ekonomske mogućnosti. Kako bi se iskoristile ove prilike, ključan je sveobuhvatan strateški, regulatorni i institucionalni okvir. Ovaj rad istražuje ove tri dimenzije, naglašavajući njihovu međusobnu povezanost i ključnu ulogu u uspešnoj tranziciji. Rezultati rada ističu značaj ciljno orijentisane strategije za usklađivanje interesa zainteresovanih strana, ulogu doslednih propisa u podsticanju ispravnog ponašanja i investiranja i potrebu za jakim institucijama koje će sprovoditi regulative, podsticati inovacije i podržavati deljenje znanja. Uz razumevanje kontekstualne prirode ovih okvira, predlažu se dalja istraživanja da bi se razumela njihova prilagodljivost u različitim scenarijima. U radu se obogaćuje diskurs o cirkularnoj ekonomiji i nude se vredni uvidi za donosiocima politika, industrijske lidere i istraživače koji teže promovisanju održive i inkluzivne ekonomske promene.

Ključne reči: cirkularna ekonomija, institucionalni okvir, održivost, upravljanje resursima, regulatorne politike

Uvod

Savremeni globalni ekosistem je pod sve izraženijim i sve dinamičnijim uticajem društvenog, industrijskog i tehnološkog napretka. Međutim, ovaj ubrzani napredak ljudskog društva doveo je do alarmantnih negativnih posledica koje se ogledaju u klimatskim promenama, gubitku biodiverziteta širom planete i nekontrolisanoj ekstrakciji resursa i sirovina koje dovode u pitanje održivost ne samo globalne privrede, već i života na Zemlji [1, 2]. Može se reći da je trenutni sistem impotentan kako u pogledu očuvanja i unapređenja ekonomskog i privrednog prosperiteta tako i u pogledu očuvanja životne sredine [3, 4]. Imajući u vidu da ključni element društveno-ekonomskog sistema čini i sistem proizvodnje i

^{*} Kontakt mejl: andrija.m.popovic@gmail.com

potrošnje, onda je jasno da je trenutni linearni sistem dugoročno neodrživ, a da se kao ekonomske posledice njegove neodrživosti na globalnom nivou javljaju nedostatak resursa, cenovna volatilitnost, nesigurnost i sve učestalije ekonomske krize [3, 4]. Ovakva situacija u globalnoj ekonomiji dovela je do aktivnog promišljanja o alternativnim modelima proizvodnje i potrošnje, koji će omogućiti dugoročnu održivost, a cirkularna ekonomija (CE) je jedan od modela koji je vrlo brzo prihvaćen zbog mnogobrojnih ekonomskih, socijalnih i ekoloških koristi [2].

Cirkularna ekonomija, kao ekonomski model koji se suprotstavlja konvencionalnom linearnom „uzmi–proizvedi–odloži” modelu (engl. *take–make–dispose*), podrazumeva restorativne i regenerativne prakse. Ovaj savremeni ekonomski model ima za cilj da kreira održivu ekonomiju koja funkcioniše na principima minimalne emisije štetnih gasova, efikasnosti resursa i razvoja konkurentnosti [5]. Cirkularna ekonomija je u potpunosti usmerena ka eliminaciji otpada i smanjenju upotrebe resursa zatvaranjem kruga životnog ciklusa proizvoda, materijala i resursa [6]. Za razliku od linearnog modela, cirkularna ekonomija ističe dugoročno održavanje ekonomske vrednosti i funkcionalnosti materijalnih ciklusa, uz istovremeni prelaz na održive izvore energije. Osnovu cirkularne ekonomije čine tehnološke inovacije, posebno inovacije kreirane kroz Industriju 4.0, koje su orijentisane na minimizaciju otpada, maksimizaciju profita i unapređenje životne sredine [7, 8], a ključni faktori implementacije cirkularne ekonomije uključuju ekonomske, socijalne, tehnološke, informacione, organizacione, ali i faktore lanca snabdevanja i životne sredine [7, 9, 10, 11].

Imajući u vidu značaj koji se pripisuje modelu cirkularne ekonomije u savremenom društvu i na svim nivoima odlučivanja, uspeh u implementaciji ovog modela u velikoj meri zavisi od sveobuhvatnog i podržavajućeg institucionalnog okvira. Institucionalni okvir podrazumeva širok spektar zainteresovanih strana (engl. *stakeholder*), uključujući zakonodavne institucije, vladine agencije, nevladine organizacije i međunarodna tela i organizacije koje igraju ključnu ulogu u omogućavanju, vođenju i ubrzanju implementacije cirkularne ekonomije.

Potencijalno najjasniji i najrazvijeniji pristup ubrzanju primene cirkularne ekonomije može se videti u pristupu Evropske unije. Ovaj pristup „odozgo nadole” podrazumeva izmene u nacionalnim regulativama, strategijama i politikama, koje se uvode i sprovode pre nego što utiču na podređene, lokalne regulative. Stoga je od presudnog značaja razumeti, proceniti i unaprediti kapacitet i ulogu ovih institucija u vođenju ove transformativne tranzicije ka cirkularnoj ekonomiji [5, 12].

Dosadašnja istraživanja na temu cirkularne ekonomije su bila primarno fokusirana na tehnološke i industrijske aspekte, kao što su poslovni modeli i inženjering procesa, dok je institucionalni aspekt zanemaren. Stepem implementacije cirkularne ekonomije koji je moguće ostvariti u okviru savremenog institucionalnog sistema je upitan, imajući u vidu da bez promena fundamentalnih osnova moći, normi i politika modernog kapitalizma, cirkularna

ekonomija predstavlja inkrementalnu, a ne transformativnu promenu sistema [13–16]. Ipak, uspeh u implementaciji i razvoju modela cirkularne ekonomije umnogome zavisi od suštinskog odnosa industrijskog, regionalnog i nacionalnog privrednog razvoja. Imajući u vidu da se u literaturi konstatuje značaj institucija za cirkularnu transformaciju, relativno je malo literature koja analizira ulogu institucija u razvoju cirkularne ekonomije, a još manji je broj radova koji se ovom temom bavi u regionalnom kontekstu. Stoga, uloga institucija kao i ograničenja sa kojima se implementacija cirkularne ekonomije susreće na institucionalnom nivou tek moraju biti istražene [17].

Primarni cilj ovog rada je istraživanje instrumentalne uloge institucionalnog okvira u razvoju i podršci cirkularnoj ekonomiji. Ovo istraživanje se fokusira na detaljnu analizu implementacije, evolucije i faktora uspeha cirkularne ekonomije u Evropskoj uniji i Republici Srbiji, pružajući dragocene uvide i lekcije koje bi mogle olakšati tranziciju ka cirkularnoj ekonomiji u drugim zemljama i regionalnim integracijama sa sličnim karakteristikama kao u pomenutom teritorijalnom okviru. Takođe, cilj je isticanje suštinskog uticaja koji institucionalni pritisak može imati u promovisanju održivosti na različitim nivoima – od pojedinačnih privrednih subjekata do čitavih sektora. Osim toga, ovaj rad nastoji da osvetli regionalnu dinamiku, usvajanje i širenje institucija cirkularne ekonomije.

Rad je strukturiran tako da se pored uvodnog i zaključnog razmatranja analizira i uloga institucija u cirkularnoj ekonomiji, uključujući njihov značaj i vrste institucija koje su od značaja za njihovu implementaciju. Zatim se analizira zakonodavni i regulatorni okvir za cirkularnu ekonomiju u Evropskoj uniji i Srbiji, da bi se konačno utvrdio i značaj nacionalnih i regionalnih strategija za razvoj cirkularne ekonomije.

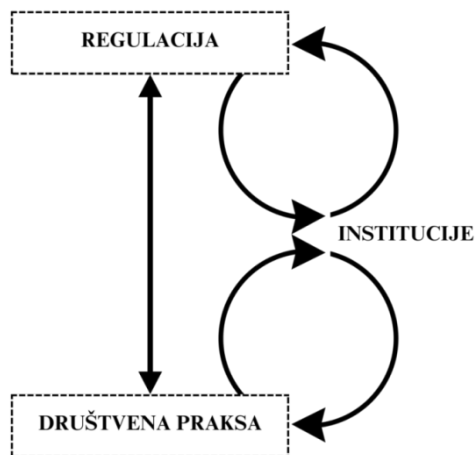
1. Uloga i značaj institucija u cirkularnoj ekonomiji

Cirkularna ekonomija, kao ekonomski model koji prema većini autora predstavlja sistemsku, održivu transformaciju tradicionalnog, linearnog, takozvanog „uzmi–proizvedi–odloži” privrednog modela, privlači pažnju sve većeg broja zemalja i donosilaca ključnih strateških i političkih odluka koje trasiraju društveno-ekonomsku budućnost globalne ekonomije. Ovaj novi model privrede, koji u različitim oblicima predstavlja predmet rasprave naučnih i stručnih krugova više od pola veka, smatra se putem ka većoj održivosti kroz ekonomske i tehnološke promene, praćene institucionalnom i društveno ekonomskom transformacijom [13, 18]. Industrijska ekologija, ekološka ekonomija i ekonomska ekologija su samo neke od mnogobrojnih oblasti koje se susreću u modelu cirkularne ekonomije i time proširuju njegove implikacije i uticaj.

U savremenim društveno-ekonomskim okolnostima i pri prethodno pomenutim ekološkim problemima, primena principa cirkularne ekonomije je

univerzalno prihvaćena kao socijalno, ekonomski i ekološki poželjna. Međutim, implementacija ovog novog modela privređivanja praćena je nizom izazova. Ovi izazovi se najčešće tiču društveno-ekonomske kompleksnosti i duboko ukorenjenog *statusa quo* linearnog modela privređivanja, i usled toga je prevazilaženje inherentne inercije trenutnog sistema izazov sa kojim se može suočiti jedino koherentnom i konzistentnom aktivnošću svih zainteresovanih strana [13].

Kako bi cirkularna ekonomija uspešno zamenila tradicionalni sistem privređivanja, značaj institucija se ne sme zanemariti. Definisane kao višestruke konfiguracije ekonomskih, političkih i socijalnih donosilaca odluka, institucije pružaju ključnu infrastrukturu za preko potrebne promene. Institucije uključuju različite elemente poput regulatornog okvira, poslovnih sporazuma, normi ponašanja i drugih faktora koji utiču na industrijske i društvene transformacije. Institucije formiraju fundamentalne strukture koje oblikuju socijalne interakcije, kreiraju očekivanja i definišu koje su akcije prihvatljive, koje poželjne, a koje ne mogu biti deo novog ekosistema [19]. Upravo je mesto institucija u društveno-ekonomskom sistemu predstavljeno na slici 1.



Slika 1. Institucionalni nivoi i cirkularna transformacija [25]

U svakoj privrednoj transformaciji, pa samim tim i u tranziciji tradicionalnog modela privrede ka cirkularnoj ekonomiji, institucije predstavljaju ključni mehanizam upravljanja [20]. Iako se ekonomski, socijalni, tehnološki, informacioni, organizacioni, a zatim i faktori lanaca snabdevanja i životne sredine smatraju ključnim u pokretanju tranzicije ka cirkularnom modelu privređivanja, uloga institucija ostaje najznačajnija. Institucije imaju izrazito važnu ulogu u prevazilaženju nesavršenosti i suboptimalnih rezultata i struktura u društveno-ekonomskom sistemu, pa samim tim i predstavljaju ključan faktor u cirkularnoj tranziciji [13, 21]. Da bi se ostvarila ova tranzicija, potrebne su promene u institucijama na više nivoa.

Tabela 1. Institucionalni nivoi i cirkularna transformacija [18, 22, 23].

INSTITUCIONALNI NIVO	ULOGA INSTITUCIJA	ZNAČAJ ZA CIRKULARNU EKONOMIJU
REGULATORNI NIVO	Sprovode pravila kroz sistem zakona, sankcija i nagrada. Na ovaj način se utiče na ponašanje građana kroz regulaciju i upravljanje.	Kreiraju i sprovode zakone i propise koji promovišu cirkularne prakse, kao što su smanjenje otpada, reciklaža i efikasnost resursa.
NORMATIVNI NIVO	Deluju kroz norme i vrednosti koje definišu šta je prihvatljivo ponašanje u društvu. Pružaju smernice za društveno ponašanje.	Pomažu u oblikovanju društvenih normi i vrednosti u cilju favorizovanja održivih obrazaca potrošnje i proizvodnje, podržavajući tako cirkularnu ekonomiju.
KOGNITIVNI NIVO	Oblikuju način na koji pojedinci tumače svet oko sebe. Oni predstavljaju zajedničke koncepcije, verovanja i mentalne modele u društvu.	Utiču na to kako pojedinci i organizacije percipiraju i razumeju cirkularnu ekonomiju, čime utiču na njihovu spremnost da usvoje cirkularne prakse.

Izazovi u cirkularnoj tranziciji u velikoj meri potiču od dinamičnog i sve izazovnijeg društveno-ekonomskog okruženja. Međutim, institucionalne i regulatorne barijere predstavljaju ključne prepreke koje određuju dinamiku i brzinu implementacije i razvoja cirkularne ekonomije. Dinamičan odnos institucija na različitim nivoima i društveno-ekonomskog i tehnološkog razvoja oblikuju način na koji se stimulišu aktivnosti, i na koji se upravlja konfliktima i definišu putevi cirkularne transformacije [22, 23]. Objektivna je činjenica da institucionalni okvir definiše način na koji se kreira i sprovodi strateški pristup implementaciji i razvoju cirkularne ekonomije na nivou nacionalne privrede i regionalnih integracija.

1.1. Tipovi institucija u cirkularnoj ekonomiji

Koncept institucija u okviru modela cirkularne ekonomije je širok i sveobuhvatan. One uključuju različite vrste formalnih i neformalnih institucija koje doprinose implementacije cirkularne ekonomije. Formalne institucije prvenstveno obuhvataju kodifikovane regulatorne instrumente kao što su zakoni i industrijske norme, dok manje formalne institucije uključuju rutine, navike, društvene norme, kulturne vrednosti i konvencije koje utiču na društveno-ekonomski život ljudi [23, 24].

Tabela 2. Tipovi institucija i njihova uloga u cirkularnoj tranziciji [21, 22]

TIPOVI INSTITUCIJA		ULOGA INSTITUCIJA U PROMOCIJI CIRKULARNE EKONOMIJE
FORMALNE INSTITUCIJE	ZAKONODAVNE INSTITUCIJE	Zakoni i propisi povezani sa zaštitom životne sredine, upravljanjem otpadom, ekstrakcijom resursa i njihovom upotrebom direktno utiču na principe cirkularne ekonomije. Njima se promovišu održive prakse, kao što su smanjenje otpada, reciklaža i upotreba obnovljivih izvora energije. Na primer, Zakon o upravljanju otpadom u Republici Srbiji.
	ADMINISTRATIVNE INSTITUCIJE	Sprovode politike koje se poklapaju sa principima cirkularne ekonomije. Te politike mogu uključivati regulaciju zelenih nabavki, podsticaje za održive inovacije ili smernice za upravljanje otpadom. Na primer, industrijska politika koja je orijentisana na povećanju racionalnosti upotrebe sirovina, materijala i proizvoda.
	SUDSKE INSTITUCIJE	Sprovode zakone i propise, obezbeđujući da sve strane poštuju postavljene smernice. Sudovi mogu da kazne one koji prekrše propise o zaštiti životne sredine, čime se odvrataju neodržive prakse. Oni održavaju vladavinu prava koja je ključna za funkcionalnu cirkularnu ekonomiju, gde je zakonodavstvo usvojeno da podrži cirkularne principe.
NEFORMALNE INSTITUCIJE	DRUŠTVENE NORME	Društvene norme utiču na ponašanje pojedinaca u pogledu potrošnje i odlaganja. Na primer, ako se društvenim normama podstiče reciklaža, pojedinci su verovatno skloniji da odvajaju otpad za reciklažu, doprinoseći cirkularnoj ekonomiji. Alternativno, norma koja favorizuje popravke umesto odbacivanja može smanjiti otpad.
	KULTURA I TRADICIJA	Određene tradicije mogu podržati ili ometati cirkularnu ekonomiju. Na primer, kulture koje cene štedljivost i ponovnu upotrebu podržavaju cirkularnu ekonomiju, dok one koje favorizuju nove proizvode nad polovnim mogu ometati njenu usvajanje. Transformacija kulture i tradicije ka održivijim praksama može unaprediti cirkularnu ekonomiju.
	ZAJEDNIČKA UVERENJA I VREDNOSTI	Ovi elementi stoje u osnovi stavova ljudi prema životnoj sredini i održivosti. Ako društvo ceni održivost i brigu o životnoj sredini, ta uverenja mogu pokrenuti veću podršku cirkularnoj ekonomiji i učešću u njenoj realizaciji.

Formalne institucije su ključne u oblikovanju strategija i politika kojima se podstiču usvajanje i razvoj cirkularnih praksi. One takođe neguju saradnju između različitih zainteresovanih strana kao što su preduzeća, vlade, istraživačke

institucije i društvene zajednice, nudeći platformu za identifikaciju zajedničkih ciljeva, razvoj partnerstava i deljenje znanja i resursa. Ova formalna tela mogu dodatno ubrzati tranziciju u cirkularnoj ekonomiji pružanjem finansijske podrške za istraživanje i razvoj održivih tehnologija, implementaciju cirkularnih poslovnih modela i razvoj infrastrukture.

Neformalne institucije, iako nisu kodifikovane, značajno utiču na razvojno okruženje cirkularne ekonomije. To uključuje evoluciju ponašanja i preferencija potrošača, kao što je izbegavanje plastičnog otpada ili interesovanje za umereni životni stil. Neformalne institucije takođe obuhvataju fleksibilna tumačenja i sprovođenje postojećih pravila, često odražavajući realni napredak i delotvornost inicijativa cirkularne ekonomije [25].

U suštini, kako formalne tako i neformalne institucije su centralne za funkcionisanje i uspeh modela cirkularne ekonomije. Prepoznavanje i korišćenje njihove uloge može usmeriti društva ka održivijim praksama, čime se omogućava uspešan prelazak na otporniju, regenerativnu i održivu ekonomiju.

U kontekstu cirkularne ekonomije, interakcija i sinergija između različitih tipova institucija su od vitalnog značaja. Dok formalne institucije uspostavljaju institucionalne okvire i definišu podsticaje za održive i cirkularne prakse, kao što su eko-dizajn, reciklaža, ponovna upotreba i druge, neformalne institucije podržavaju ili usporavaju njihovo delovanje. Stoga, neformalne institucije mogu stvoriti kulturnu promenu i dovesti do društvenog prihvatanja novih, održivih i cirkularnih praksi, kroz promene individualnog i kolektivnog ponašanja.

Ova institucionalna sinergija takođe može doprineti prevazilaženju barijera za implementaciju cirkularne ekonomije. Dok se tradicionalna tržišna dinamika i privredni sistemi mogu odupirati održivoj transformaciji usled potencijalnih negativnih uticaja na profitabilnost i rast, formalne institucije mogu ublažiti ovaj otpor putem propisa i podsticaja, dok neformalne institucije mogu raditi na prilagođavanju društvenih vrednosti i normi ka vrednostima koje podržavaju održive prakse i podstiču prihvatanje i potražnju za cirkularnim proizvodima i praksama.

1.2. Institucije, inovacije i globalizacija u cirkularnoj ekonomiji

Razvoj cirkularne ekonomije postavlja se kao imperativ u savremenom svetu, a njen uspeh zavisi od visokog nivoa inovativne aktivnosti koji prevazilazi tradicionalne tehnološke granice. Inovacije u ovom kontekstu obuhvataju ne samo tehnološke unapređenja, već i razvoj novih poslovnih modela, praksi i promenu društvenog ponašanja prema održivijem životnom stilu [18].

U ovom kontekstu, institucije preuzimaju ključnu ulogu kao pokretači i provodnici promena. Prethodno pomenute formalne institucije, uključujući vlade, regulatorne agencije i obrazovne institucije, imaju sposobnost da obezbede finansiranje i realizaciju istraživanja i razvoja koji su potrebni za podsticanje inovacija, posebno u oblasti cirkularne ekonomije. Kroz različite politike i

finansijske stimulanse formalne institucije mogu podsticati inovativne kružne poslove, čime se stimuliše poslovno angažovanje u oblasti cirkularne ekonomije. Osim toga, formalne institucije imaju ključnu ulogu u razvoju programa obrazovanja i obuke, kako bi osposobile radnu snagu za efikasnu tranziciju ka cirkularnoj ekonomiji [26].

S druge strane, neformalne institucije, poput nevladinih organizacija, društvenih pokreta i društvenih mreža, imaju moć da neguju kulturu inovacija, preuzimanja rizika i preduzetništva. Kroz svoje delovanje, one mogu podstaknuti prihvatanje novih tehnologija i praksi, promovisati saradnju i razmenu znanja, i inspirisati pojedince i preduzeća da izazovu *status quo* i traže održiva rešenja.

Kada je u pitanju globalizacija cirkularne ekonomije, institucije takođe igraju značajnu ulogu. Formalne institucije, poput međunarodnih upravnih tela i regulatornih agencija, postavljanjem međunarodnih standarda, koordinacijom globalnih napora i olakšavanjem razmene znanja i resursa promovišu usvajanje principa cirkularne ekonomije na globalnom nivou. Istovremeno, neformalne institucije utiču na globalno prihvatanje cirkularne ekonomije. Upravo neformalne institucije mogu podići svest o prednostima modela cirkularne ekonomije, inspirisati pojedince i biznise širom sveta da usvoje cirkularne prakse, i stvoriti globalnu potražnju za održivim proizvodima i uslugama [15].

Dok svet nastavlja da se bori sa sve izraženijom ekološkom krizom, uloga institucija u olakšavanju tranzicije ka cirkularnoj ekonomiji će postati sve značajnija. Napredne politike, podržavajući regulatorni okvir, sveobuhvatni programi obrazovanja i treninga, adekvatno finansiranje i čvrsta partnerstva za pokretanje cirkularne tranzicije predstavljaju njene ključne preuslove. Međutim, jednako važan će biti i razvoj društvenih normi, vrednosti i ponašanja usmerenih većoj održivosti. Kako ove neformalne institucije oblikuju društveno prihvatanje i potrebu za cirkularnim praksama, one će igrati sve izraženiju ulogu u ostvarivanju vizije cirkularne ekonomije.

Konačno, institucije, kako formalne tako i neformalne, pružaju suštinsku strukturu u okviru modela cirkularne ekonomije, definišući na taj način njegovu implementaciju i uspeh. Kroz bolje razumevanje njihove uloge i unapređenje njihove efikasnosti, možemo bolje upravljati tranzicijom prema održivijoj, cirkularnoj ekonomiji.

2. Nacionalne i regionalne strategije za razvoj cirkularne ekonomije u EU i Srbiji

Cirkularna ekonomija je ključni strateški koncept za zelenu tranziciju u Evropskoj uniji i Republici Srbiji, koji je poslednjih godina visoko na listi prioriteta društveno-ekonomskog razvoja. Ovaj transformativni proces podrazumeva ekonomsku, energetska i investicionu tranziciju, zasnovanu na održivoj upotrebi resursa i energije, smanjenju negativnih uticaja na životnu

sredinu, primeni inovacija i digitalnih alata, znanju, dodatoj vrednosti i povećanoj konkurentnosti ekonomije [5, 27].

Tradicionalni odnosi proizvodnje i potrošnje, koji su dominantni u trenutnim ekonomskim sistemima, podrazumevaju neodrživu upotrebu resursa i energije. Usvajanje *Agende Ujedinjenih nacija za 2030. godinu* i *Pariskog sporazuma* usmerilo je svet ka održivom razvoju i ublažavanju klimatskih promena [27, 28]. Pored globalnih sporazuma, Evropska unija je poslednjih godina intenzivno usvajala strateške dokumente i direktive kako bi podstakla prelazak na cirkularnu ekonomiju. Takav je *Evropski zeleni dogovor*, predstavljen u decembru 2019. godine kao nova razvojna strategija za transformaciju EU u pravedno i prosperitetno društvo sa modernom, konkurentnom ekonomijom, zasnovanom na efikasnoj potrošnji resursa i očuvanju životne sredine i ljudskog zdravlja. Vođena inicijativom Evropske unije i zahtevima za održivom i konkurentnijom privredom, Republika Srbija je nedavno započela razvoj strateškog okvira za cirkularnu ekonomiju. Izrada Programa za razvoj cirkularne ekonomije u Republici Srbiji za 2022–2024. godinu je značajan korak napred, koji ima potencijal da doprinese razvoju mnogih sektora privrede. Ovde će biti predstavljena sveobuhvatna slika nacionalnih i regionalnih strategija za razvoj cirkularne ekonomije.

2.1. Pregled strategija najrelevantnijih za razvoj cirkularne ekonomije u EU i Republici Srbiji

Cirkularna ekonomija je ključna komponenta savremene industrijske strategije Evropske unije i jedan od glavnih prioriteta razvoja. Cirkularna strategija Evropske unije se oslanja na principe dizajna koji se fokusiraju na smanjenje otpada i zagađenja, održavanje najveće vrednosti proizvoda i materijala i regeneraciju prirode. Cilj ovih principa je ne samo očuvanje prirodnih resursa već i zaštita životne sredine i ljudskog zdravlja, obezbeđivanje sigurne snabdevenosti sirovinama i delovanje na klimu kroz smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte.

S druge strane, u Republici Srbiji su *Programom razvoja cirkularne ekonomije za period 2022–2024. god.* definisane strategije za upravljanje otpadom, vodama, obnovljivim izvorima energije i energetsom efikasnošću. Program teži da ujedini, promoviše i poveže strane čije znanje, inovativnost i kreativnost mogu doprineti bržem prelasku na cirkularnu ekonomiju. Programom se zagovara proizvodnja kroz cirkularne poslovne modele, ohrabruje industrija da stvara nova radna mesta i unapređuje poslovne prakse pronalaženjem inovativnih i održivih rešenja za tržište.

Tabela 3. Usporedni prikaz strateškog pristupa implementaciji cirkularne ekonomije u Evropskoj uniji i Republici Srbiji [27, 29].

	EVROPSKA UNIJA	REPUBLIKA SRBIJA
STRATEŠKI DOKUMENT	EU Zeleni dogovor	Program za razvoj cirkularne ekonomije u Republici Srbiji za period 2022–2024.
CILJEVI	Transformacija EU u pravedno i prosperitetno društvo sa modernom, konkurentnom ekonomijom, zasnovanom na efikasnoj potrošnji resursa i očuvanju životne sredine i ljudskog zdravlja.	Ekonomska, energetska i investiciona tranzicija, fokusirane na održivu upotrebu resursa i energije, smanjenje negativnih uticaja na životnu sredinu, primenu inovacija i digitalnih alata i povećanje konkurentnosti ekonomije.
IMPLIKACIJE	Značajan uticaj na države članice Evropske unije, zahteva transformaciju u različitim ekonomskim sektorima.	Značajan potencijal za različite sektore, prepoznavanje potrebe za promenom i podsticanjem zelene tranzicije i prilagođavanje strateških i zakonskih dokumenata.
IZAZOVI	Balansiranje privrednog rasta i održivosti, obezbeđivanje pridržavanja svih država članica prema smernicama. Finansiranje održivih rešenja na nivou svih članica Evropske unije.	Prelazak sa tradicionalnih proizvodno-potrošnih odnosa na cirkularnu ekonomiju, pri relativno niskom nivou dohotka.

Najznačajnije strategije za razvoj cirkularne ekonomije u Evropskoj uniji i Srbiji proizilaze iz brojnih inicijativa koje se fokusiraju na optimizaciju resursa, prevenciju otpada, ponovnu upotrebu i reciklažu.

Evropska unija je razvila niz strateških smernica koje oblikuju njen pristup cirkularnoj ekonomiji. Prva i najvažnija je predstavljeni *Evropski zeleni dogovor* koji predstavlja ambiciozni plan za postizanje neutralnosti u emisiji ugljenika do 2050. godine. Da bi se to postiglo, EU se fokusira na implementaciju cirkularnih modela u svim sektorima ekonomije, promovišući cirkularne modele dizajna i proizvodnje koji maksimiziraju vrednost resursa i minimiziraju generisanje otpada [29].

U okviru ovog plana, *Akcioni plan za cirkularnu ekonomiju* igra ključnu ulogu u tranziciji ka održivijim proizvodima i uslugama. Ovaj plan naglašava važnost prelaska na cirkularne modele u industrijskim sektorima, uz podršku inovacija i digitalizacije. Plan podstiče i razvoj cirkularnih poslovnih modela, podsticanje reciklaže i ponovnu upotrebu, kao i minimizaciju otpada [5].

S druge strane, u Srbiji, predstavljeni *Program razvoja cirkularne ekonomije za period 2022–2024. god.* predstavlja ključni strateški dokument za ovu tranziciju. Program se fokusira na razvoj cirkularnih poslovnih modela, uključujući upravljanje otpadom, obnovljive izvore energije, energetska efikasnost i upravljanje vodama. Program takođe prepoznaje ulogu edukacije, promocije i povezivanja relevantnih aktera u podršci prelaska na cirkularnu ekonomiju. Srbija se u okviru ovog programa obavezuje na jačanje institucionalnih kapaciteta i razvoj zakonodavstva za podršku cirkularnoj ekonomiji. Ovaj pristup se podudara sa procesom pristupanja EU, pri čemu se nacionalna strategija mora uskladiti sa regulativom Evropske unije.

Pored predstavljenih strateških okvira, javne politike i regulativa u Republici Srbiji, proces pristupanja Evropskoj uniji zahteva usklađivanje nacionalnih strateških dokumenata i zakonodavstva. Ključni strateški dokumenti koji se primenjuju prilikom trasiranja tranzicije ka cirkularnoj ekonomiji u Evropskoj uniji su:

- *Agenda 2030 za održivi razvoj*: uvedena od strane Ujedinjenih nacija 2015. godine, uključuje 17 ciljeva usmerenih ka iskorenjivanju siromaštva, borbi protiv nejednakosti i suočavanju sa klimatskim promenama. Srbija je, kao članica UN, usvojila obaveze iz *Agende 2030* [28];
- *Sporazum iz Pariza*: cilj mu je jačanje globalnog odgovora na klimatske promene putem ograničavanja povećanja globalne temperature. Kao i Evropska unija, Srbija, kao potpisnica *Protokola iz Kjotoa*, ima obaveze prema *Pariskom sporazumu* [30];
- *Program EU zaštite životne sredine*: usvojen je 2013. godine, postavlja devet prioriteta ciljeva, uključujući tranziciju ka resursno efikasnoj, zelenoj i ekonomiji bez štetnih gasova, pružajući osnovu za dalji razvoj politika cirkularne ekonomije u EU i zemljama kandidatima za članstvo [31];
- *Direktive za cirkularnu ekonomiju*: 2018. godine usvojen je paket direktiva koji propisuje nove ciljeve za upravljanje otpadom do 2035. godine. Direktive se bave različitim aspektima kao što su upravljanje otpadom, otpadna ambalaža, odlaganje otpada na deponije, otpadna vozila, baterije, elektronski otpad, a cilj im je promovisanje ponovne upotrebe, industrijske simbioze, ekonomskih instrumenata, stopa reciklaže i proširene odgovornosti proizvođača [32–39];
- *Druge strategije i direktive*: postoje i druge komplementarne strategije i direktive, uključujući *Strategiju za održivost u oblasti hemikalija*, *Evropska strategija za plastiku u cirkularnoj ekonomiji* i *Strategiju od „farme do trpeze”*, koja se bavi održivim prehrambenim sistemima i EU

direktiva o smanjenju uticaja određenih plastičnih proizvoda na životnu sredinu [27].

Razmatrani dokumenti, strategije i inicijative imaju za cilj promovisanje održivog razvoja, borbu protiv klimatskih promena i prelazak na cirkularnu ekonomiju postavljanjem ciljeva, primenom mera i podsticanjem međunarodne saradnje u Evropskoj uniji.

Iako ključni strateški dokumenti Evropske unije imaju uticaj na formulisanje strateškog i regulatornog okvira u Republici Srbiji, sledeći strateški dokumenti imaju poseban značaj za Republiku Srbiju.

- *Zelena agenda za Zapadni Balkan*: Srbija se, kao potpisnica, obavezuje za sprovođenje preporučenih mera, uključujući one koje se odnose na cirkularnu ekonomiju, upravljanje otpadom, reciklažu, održivu proizvodnju i efikasnost resursa. Sprovođenje ovih mera će biti podržano od strane Evropske unije u okviru Ekonomskog i investicionog plana za Zapadni Balkan [40];
- *Akcioni plan za sprovođenje Zelene agende za Zapadni Balkan*: usvojen je u oktobru 2021. godine i definiše specifične aktivnosti koje se odnose na cirkularnu ekonomiju u regionu Zapadnog Balkana [41];
- *Strategija industrijske politike Republike Srbije 2021–2030. god.*: ima za cilj unapređenje industrijske konkurentnosti i prelazak sa linearnog na cirkularni ekonomski model. Identifikuje sektore sa potencijalom za primenu cirkularne ekonomije: prerađivačka industrija, građevinarstvo i primarna poljoprivreda. Uključuje mere poput promovisanja cirkularne ekonomije, podsticanja investicija u cirkularna rešenja i unapređenje efikasnosti korišćenja resursa i energije u industrijskim procesima [42];
- *Strategija pametne specijalizacije Srbije 2020–2027. god.*: usmerena je ka unapređenju konkurentnosti, privrednog rasta i društvenog napretka kroz integraciju istraživanja, industrije i inovacija. Njome se identifikuju prioritetne oblasti, uključujući informaciono-komunikacione tehnologije, budućnost hrane, budućnost mašina i proizvodnih procesa i kreativne industrije. Ona naglašava značaj razvoja pametne ambalaže, iskorišćavanja poljoprivrednih proizvoda i digitalizacije u podršci cirkularnoj ekonomiji [43];
- *Strategija održivog urbanog razvoja do 2030. god.*: ima za cilj unapređenje kvaliteta životne sredine, sistema upravljanja otpadom i energetske efikasnosti kao deo ciljeva urbanog razvoja. Uključuje i mere za ublažavanje klimatskih promena i unapređenje energetske efikasnosti, u skladu sa principima cirkularne ekonomije [44];
- *Strategija razvoja obrazovanja u Srbiji do 2030. god.*: se fokusira na povećanje kvaliteta, relevantnosti i efikasnosti obrazovanja radi olakšavanja ličnog i profesionalnog razvoja. Formira temelje za društva

zasnovana na znanju i podržava razvoj koncepata cirkularne ekonomije kroz obrazovanje [45];

- *Program upravljanja otpadom u Srbiji 2022–2031. god.:* postavlja strateške ciljeve za upravljanje otpadom i principe koji treba da usmeravaju zainteresovane strane ka cirkularnoj ekonomiji. Ona ima za cilj smanjenje uticaja na životnu sredinu, borbu protiv klimatskih promena i omogućavanje iskorišćavanja otpada u kontekstu cirkularne ekonomije [46];
- *Strategija upravljanja vodama u Srbiji do 2034. god.:* postavlja dugoročne smernice za upravljanje vodama u Srbiji, u vezi sa konceptima cirkularne ekonomije. Fokusira se na snabdevanje vodom stanovništva i industrije, upravljanje otpadnim vodama i efikasno korišćenje vodnih resursa [47];
- *Strategija razvoja energetike u Srbiji do 2025. god.:* daje smernice za energetska efikasnost i naglašava princip efikasnog korišćenja energije što je u skladu sa ciljevima i principima cirkularne ekonomije [48];
- *Pregovaračka pozicija za Poglavlje 27 „Životna sredina i klimatske promene”:* prikazuje početnu tačku za razvoj i usvajanje dokumenata javnih politika vezanih za cirkularnu ekonomiju. Usklađuje se sa Evropskim paketom za cirkularnu ekonomiju i podržava neophodna prilagođavanja nacionalnih politika i zakonodavstva.

Ovi dokumenti odražavaju opredeljenje Srbije da uskladi nacionalne strategije, zakone i politike sa evropskim standardima i primeni principe cirkularne ekonomije u različitim sektorima, uključujući industriju, poljoprivredu, obrazovanje, upravljanje otpadom, urbani razvoj i upravljanje vodama.

2.2. Faktori uspešne implementacije strategija za razvoj cirkularne ekonomije

Transformacioni potencijal cirkularne ekonomije za promociju održivosti, smanjenje otpada i podsticanje privrednog rasta zavisi od pažljive realizacije strateških inicijativa. Za uspešnu implementaciju strategije cirkularne ekonomije treba uzeti u obzir mnogo faktora, a razumevanje njihovih uloga i interakcija je od suštinskog značaja.

Čvrsti strateški i regulativni okviri predstavljaju temelj prelaska na cirkularnu ekonomiju. Uloga svake nacionalne vlade u oblikovanju institucionalnog okruženja je ključna. Uspostavljanjem jasnih smernica i propisa koji podstiču kompanije i pojedince da prihvate cirkularne prakse, može se pokrenuti pozitivan ciklus promena. Primeri za to uključuju postavljanje ambicioznih, ali dostižnih ciljeva, uspostavljanje koncepta proširene odgovornosti proizvođača i pružanje privlačnih finansijskih podsticaja onima koji primenjuju cirkularne principe u svojim operacijama [4].

Prelazak na cirkularnu ekonomiju zahteva saradnju različitih zainteresovanih strana, koje često uključuju državne entitete, preduzeća, neprofitne organizacije pa i javnost. Takva sinergija podstiče kulturu deljenja znanja i inovacija i može dovesti do rođenja revolucionarnih cirkularnih poslovnih modela. Saradnja se može ispoljiti na različite načine, na primer kroz strateška partnerstva, forume ili platforme koje podstiču slobodnu razmenu ideja i resursa [49].

Uloga tehnologije u pokretanju cirkularne ekonomije ne može se preceniti. Napredne tehnologije poput veštačke inteligencije, blokčejna (engl. *blockchain*) i interneta stvari (IoT) pružaju mogućnost za izvanredne nivoe praćenja i upravljanja resursima kroz njihov životni ciklus. Investiranjem u istraživanje i razvoj, negovanjem centara za inovacije i podrškom startup preduzećima, vlade i kompanije mogu ubrzati široku primenu cirkularnih tehnologija [50].

Imajući u vidu da kamen temeljac cirkularne ekonomije leži u konceptu upravljanja resursima, gde je fokus na optimizaciji upotrebe resursa, suzbijanju generisanja otpada i promovisanju recikliranja i ponovne upotrebe, razvoj efikasnih sistema za upravljanje otpadom, zatvorenih lanaca snabdevanja i preferiranje obnovljivih izvora energije su fundamentalni elementi upravljanja resursima unutar cirkularne ekonomije [3].

Svest i razumevanje šire javnosti o cirkularnoj ekonomiji su ključni za njenu uspešnu implementaciju, jer upravo oni formiraju neformalne institucije koje mogu doprineti ili značajno usporiti razvoj cirkularne ekonomije. To se može postići kroz ciljane edukativne kampanje, radionice i obuke koje ne samo prenose znanje već i inspirišu na akciju. Krajnji cilj je usaditi kulturu održivosti i cirkularnog razmišljanja, čime se podstiče dugoročna promena ponašanja [51].

Finansije često predstavljaju ozbiljnu prepreku za prihvatanje praksi cirkularne ekonomije, posebno za mala i srednja preduzeća. Da bi se ovo prevazišlo, vlade i finansijske institucije mogu ponuditi podršku kroz grantove, subvencije i povoljne kredite, podstičući preduzeća da investiraju u cirkularna rešenja. Nadalje, uspostavljanje finansijskih mehanizama koji nagrađuju efikasnost resursa i cirkularne poslovne modele može podstaći prelazak ka cirkularnoj ekonomiji [52].

Na kraju, neophodno je postaviti čvrste mehanizme za praćenje i evaluaciju kako bi se procenio napredak i efikasnost inicijativa cirkularne ekonomije. Redovne procene ključnih pokazatelja uspešnosti (poput potrošnje resursa, generisanja otpada i ekonomskog rasta) mogu istaći oblasti za poboljšanje i informisati o potrebnim prilagođavanjima politike. Ovaj pristup, zasnovan na podacima, omogućava kontinualnu optimizaciju strategija cirkularne ekonomije [53].

Sve u svemu, za uspešnu implementaciju strategije cirkularne ekonomije potrebno je holistički posmatrati sve gore navedene faktore i njihovu interakciju. Uspešna implementacija zahteva zajednički napor svih društvenih aktera – vlada, preduzeća i pojedinaca – koji se moraju obavezati na održive prakse kako bi

ostvarili obećanja cirkularne ekonomije. Nagrada za zajednički rad bila bi otporna, regenerativna budućnost, koja osigurava dobrobit generacija koje dolaze.

3. Regulatorni okvir za razvoj cirkularne ekonomije u EU i Srbiji

Pored strateškog opredeljenja, potreban je snažan regulatorni okvir kao jedan od osnovnih preduslova razvoja sistema cirkularne ekonomije, sistema dizajniranog da se suprotstavi globalnim izazovima kao što su klimatske promene, gubitak biodiverziteta, otpad i zagađenje [21, 22]. Evropska unija i Republika Srbija identifikovali su ovu potrebu i preduzimaju korake ka uspostavljanju ovih okvira kako bi vodili svoje politike, prakse i inicijative prema održivijoj i resursno efikasnijoj ekonomiji.

3.1. *Regulativni i strateški okvir za podršku cirkularnoj ekonomiji u Evropskoj uniji*

Evropska unija je tokom poslednje decenije uložila velike napore da pređe na održiviji model privređivanja, cirkularnu ekonomiju. Ova strateška promena ukorenjena je u brojnim dokumentima izdatim od strane Evropske komisije, izlažući ključne inicijative i zakone, koji imaju za cilj da produže životni vek proizvoda, minimiziraju generisanje otpada i održavaju vrednost materijala unutar ekonomije što je duže moguće [12, 13].

Tabela 4. Regulativni okvir za regulaciju cirkularne ekonomije u EU [5, 31 – 39]

NAZIV INICIJATIVE	TIP INICIJATIVE	GODINA	CILJ INICIJATIVE
EU Akcioni plan za cirkularnu ekonomiju (CEAP)	Akcioni plan Evropske komisije	2020	Pružajući novi okvir politike sa merama duž celog životnog ciklusa proizvoda, ciljajući na dizajn, promovišući procese cirkularne ekonomije, podstičući održivu potrošnju i težeći tome da se resursi koji se koriste održe unutar ekonomije EU što je duže moguće.
Direktiva o upravljanju otpadom	Direktiva Evropskog parlamenta i Saveta Evrope	2008 (revidirana 2018)	Postavlja osnovne koncepte i definicije povezane sa upravljanjem otpadom, uvodi princip „zagađivač plaća” i „proširenu odgovornost proizvođača”.
Direktiva o jednokratnoj upotrebi plastike	Direktiva Evropskog parlamenta i Saveta Evrope	2019	Rešava problem morskog otpada ciljajući na deset najčešće pronađenih jednokratnih plastičnih proizvoda na plažama i morima Evrope, zajedno sa izgubljenom i napuštenom ribarskom opremom.
EU Direktiva o eko-dizajnu	Direktiva Evropskog parlamenta i Saveta Evrope	2009	Kroz eko-dizajn pruža pravila EU za poboljšanje ekoloških performansi proizvoda (poput proizvoda koji troše energiju).

NAZIV INICIJATIVE	TIP INICIJATIVE	GODINA	CILJ INICIJATIVE
Direktiva o deponijama	Direktiva Evropskog parlamenta i Saveta Evrope	1999 (revidirano 2008)	Ima za cilj da spreči ili smanji nepovoljne efekte deponovanja otpada na životnu sredinu.
Direktiva o pakovanju i otpadu pakovanja	Direktiva Evropskog parlamenta i Saveta Evrope	1994 (revidirano 2018)	Ima za cilj da uskladi nacionalne mere koje se tiču upravljanja pakovanjem i otpadom pakovanja.
Direktiva o vozilima na kraju svog životnog veka (ELV)	Direktiva Evropskog parlamenta i Saveta Evrope	2000	Postavlja jasne ciljeve za povlačenje vozila i iznosi mere za prikupljanje, reciklažu i odlaganje vozila.

Nekoliko ključnih inicijativa koje Evropska unija sprovodi uključuju *Akcionni plan za cirkularnu ekonomiju (CEAP)*, *Direktivu o upravljanju otpadom*, *Direktivu o jednokratnoj plastici*, *Direktivu o eko-dizajnu*, *Zeleni dogovor EU*, *Direktivu o deponijama*, *Direktivu o pakovanju i otpadu od pakovanja*, kao i *Direktivu o vozilima na kraju svog životnog veka*. Ove inicijative se bave različitim aspektima cirkularne ekonomije, od dizajna proizvoda i upravljanja otpadom, do održive potrošnje i ekološkog dizajna. Kroz ove inicijative, Evropska unija teži ka minimiziranju otpada, produženju životnog veka proizvoda i održavanju vrednosti resursa unutar ekonomije što je duže moguće.

Uspostavljeni su okviri za praćenje, kako bi se analiziralo kako države članice sprovode mere cirkularne ekonomije, a brojne direktive su ažurirane da bi se pojačala posvećenost cirkularnoj ekonomiji u sektorima poput upravljanja otpadom, pakovanja i elektronske opreme.

3.2. Regulatorni okvir za podršku cirkularnoj ekonomiji u Republici Srbiji

Republika Srbija je, vodeći se principima Evropske unije i tendencijama u pogledu održivosti, strateški opredelila svoju razvojnu putanju ka cirkularnoj ekonomiji. S obzirom na to, regulatorni okvir igra ključnu ulogu u oblikovanju putanje ka implementaciji i upotrebi ovog modela. Prelazak na cirkularnu ekonomiju zahteva sveobuhvatan, efikasan i inovativan regulatorni okvir za podsticanje održivih obrazaca potrošnje i proizvodnje.

Tabela 6. Regulatorni okvir za regulaciju cirkularne ekonomije u Republici Srbiji [54–60]

NAZIV INICIJATIVE	TIP INICIJATIVE	GODINA	CILJ INICIJATIVE
Program razvoja cirkularne ekonomije u Republici Srbiji za period 2022–2024.	Državni program Vlade Republike Srbije	2022	Razvoj cirkularne ekonomije kroz upravljanje otpadom, vodom, obnovljivim izvorima energije i energetsom efikasnošću
Zakon o upravljanju otpadom	Zakonodavstvo	2009 (revidiran 2023)	Prevenција otpada, ponovna upotreba i reciklaža, uklanjanje neuređenih deponija
Zakon o ambalaži i otpadu od ambalaže	Zakonodavstvo	2009 (revidiran 2018)	Regulacija uslova za plasman ambalaže na tržište Srbije, upravljanje otpadom od ambalaže, reciklaža materijala, kompostiranje, biodegradacija i energetski oporavak
Zakon o hemikalijama	Zakonodavstvo	2009 (revidiran 2015)	Menadžment hemikalija sa naglaskom na predostrožnost i osiguranje da proizvođači, uvoznici ili krajnji korisnici proizvode, plasiraju na tržište i koriste hemikalije bez negativnog uticaja na zdravlje ljudi i životnu sredinu
Zakon o energetici	Zakonodavstvo	2014 (revidiran 2023)	Uspostavljanje dugoročnih ciljeva u energetici, poboljšanje energetske efikasnosti i povećanje korišćenja obnovljivih izvora energije
Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije	Zakonodavstvo	2021 (revidiran 2023)	Regulacija korišćenja energije, određivanje ciljeva obnovljivih izvora, integracija energije iz obnovljivih izvora na tržištu
Zakon o energetske efikasnosti i racionalnoj upotrebi energije	Zakonodavstvo	2021	Uslovi i načini efikasne upotrebe energije, energetska politika, energetski menadžment, energetska oznaka i zahtevi u vezi sa eko-dizajnom
Zakon o klimatskim promenama	Zakonodavstvo	2021	Osnov za efikasan i transparentan sistem praćenja, izveštavanja i verifikacije (MRV)
Zakon o zaštiti vazduha	Zakonodavstvo	2009 (revidiran 2021)	Regulacija upravljanja kvalitetom vazduha, uspostavljanje mera, načina organizacije i kontrole implementacije zaštite vazduha

Regulatorni razvoj Republike Srbije u oblasti cirkularne ekonomije doveo je donošenje nekoliko ključnih zakona i regulativa kako bi se podržao koncept cirkularnosti u okviru njenog društveno-ekonomskog sistema i usaglasio sa putem koji je trasirala Evropska unija. Od 2009. godine doneti su zakoni u oblasti tretmana otpada, reciklaže, upotrebe obnovljivih izvora energije, upotrebe ograničenih resursa i mnogi drugi, sa ciljem promocije principa održivosti i cirkularnosti [27].

Iako su preduzeti značajni koraci u razvoju regulativa koje podržavaju cirkularnu ekonomiju, primena ovih zakona ostaje veliki izazov. Za uspešnu implementaciju principa i cirkularnih procesa, potrebni su mehanizmi za nadzor i obezbeđivanje usklađenosti na svim nivoima odlučivanja i u svim delovima lanca snabdevanja. Izgradnja kapaciteta unutar regulatornih tela takođe je bitna za efikasnu realizaciju modela cirkularne ekonomije. Osim toga, trenutni regulatorni okvir zahteva dalje usklađivanje, da bi uključio specifične regulative koje se bave primenom principa cirkularne ekonomije unutar ključnih sektora, kao što su proizvodnja, građevinarstvo i poljoprivreda.

Činjenica je da proces pridruživanja Republike Srbije Evropskoj uniji značajno utiče na njen zakonodavni i regulatorni okvir. Ovaj proces podrazumeva usklađivanje nacionalnih zakona i regulativa sa sveobuhvatnim i evoluirajućim skupom zakona i regulative Evropske unije, *Acquis Communautaire*. Akcioni plan Evropske unije za cirkularnu ekonomiju pruža mapu puta koju Srbija može pratiti u svojoj težnji za prelaskom na cirkularnu ekonomiju. Ovo usklađivanje pruža jedinstvenu priliku za Srbiju da implementira već uspešne regulative i politike, uči iz iskustava država članica Evropske unije i usaglašava svoj regulatorni okvir sa internacionalno priznatim i prihvaćenim modelom.

Na putu napretka ka cirkularnoj ekonomiji, Republici Srbiji je potrebno da kontinuirano razvija svoj regulatorni okvir. To uključuje adresiranje nedostataka u trenutnim zakonima, obezbeđivanje sveobuhvatnog pokrivanja svih sektora i unapređenje sposobnosti i efikasnosti njihovog sprovođenja. Razvoj specifičnih regulatornih mera za podsticanje preduzeća da usvoje cirkularne prakse, kao što su poreske olakšice za kompanije koje primenjuju strategije smanjenja otpada ili subvencije za one koje ulažu u cirkularne poslovne modele, je jedna od značajnih preporuka za donosiocima odluka u Republici Srbiji. Pored toga, podsticanje partnerstava sa međunarodnim organizacijama, nevladinim organizacijama i akademskim institucijama može pomoći u izgradnji kapaciteta, deljenju znanja i implementaciji najboljih praksi iz drugih regiona.

Konačno, regulatorni okvir Republike Srbije je ključan u njenom prelazu na cirkularnu ekonomiju. Iako izazovi ostaju, zemlja pravi značajne korake i uz kontinuiranu posvećenost, dobro je pozicionirana da u potpunosti usvoji model cirkularne ekonomije koji promoviše održiv rast i otpornost.

4. Diskusija i analiza

Razvoj institucionalnog okvira za implementaciju cirkularne ekonomije predstavlja priliku za privredni i ekološki napredak [15]. Ovim radom se potvrđuje da su strateški, regulatorni i institucionalni aspekti integralni u uspješnom sprovođenju ove esencijalne promene savremenog modela privrede.

Strateško planiranje igra ključnu ulogu u uspostavljanju cirkularne ekonomije kao dominantnog modela privređivanja. Rad je utvrdio da jasna strategija, orijentisana ka cilju, omogućava usklađivanje podsticaja i koordinaciju različitih zainteresovanih strana [64]. Ovo potvrđuje mišljenje Ghisellinija i sar. [3], koji smatraju da je opsežna strategija, zasnovana na holističkom razumevanju tokova resursa, podržana jasnim, dostižnim ciljevima, neophodnost u savremenom društvu. Ona omogućava vladama i korporacijama da usmere resurse i napore na specifične sektore ili probleme, čime se ubrzava napredak ka cirkularnoj ekonomiji.

S druge strane, regulatorni okviri pružaju „pravila igre” za cirkularne prakse, a ovim radom se ističe njihov značaj. Konzistentne i sveobuhvatne regulative ne samo da ohrabruju pravilne oblike ponašanja već takođe sprečavaju zloupotrebe, kao što su ilegalno odlaganje otpada ili prekomerna eksploatacija resursa. Dodatno, sigurnost koja proističe iz regulatornih okvira zajedno sa stabilnim, dugoročnim politikama podstiče preduzeća da ulažu u cirkularne prakse [26]. Ovo se slaže sa nalazima Kirchherra i sar. [61], koji tvrde da je uravnotežen i sveobuhvatan regulatorni okvir ključan za uvođenje cirkularnih praksi u glavnu struju.

Institucionalni aspekt je treći stub uspešnog razvoja cirkularne ekonomije. Naša studija naglašava potrebu za obimnim i sveobuhvatnim institucijama sposobnim za upravljanje tranzicijom. Ove institucije ne bi trebalo samo da sprovode regulative već i da podržavaju inovacije i pružaju neophodnu infrastrukturu za detaljnu i suštinsku transformaciju [62]. To se može postići promovisanjem partnerstava između javnog i privatnog sektora, podsticanjem istraživanja i razvoja i olakšavanjem procesa deljenja znanja. Kao što su Geissdoerfer i sar. [18] primetili, ove institucije su ključne za „stvaranje plodnog tla” za principe cirkularne ekonomije.

Iako interakcija između ova tri elementa može varirati u zavisnosti od konteksta, jasno je da je sveobuhvatan pristup razvoju institucionalnog okvira neophodan. Samo tako, adresirajući sva tri elementa – strateški, regulatorni i institucionalni – možemo se nadati da ćemo stvoriti ekonomiju koja nije samo cirkularna, već i održiva, inkluzivna i prosperitetna.

Zaključak

Primarni cilj ovog istraživanja bio je istraživanje strateškog, regulatornog i institucionalnog okvira neophodnog za razvoj cirkularne ekonomije. Istraživanjem se ponovo potvrđuje značaj ova tri ključna elementa u podsticanju efektivne tranzicije ka održivim praksama, koje balansiraju i ekonomski i ekološki napredak.

Strateški, rad naglašava potrebu za jasnim pristupom orijentisanim ka cilju, koji je podržan holističkim razumevanjem tokova resursa. Ovakav pristup omogućava usklađivanje podsticaja i podstiče koordinaciju različitih zainteresovanih strana, što je od suštinskog značaja za uspešnu implementaciju cirkularne ekonomije.

Regulatorni okviri, s druge strane, oblikuju ponašanja i prakse u cirkularnoj ekonomiji. Ovim radom se ističe potreba za doslednim propisima, koji podstiču cirkularne prakse i odvrćaju od formalnih i neformalnih zloupotreba. Štaviše, regulatorna sigurnost motiviše privredne subjekte da investiraju u cirkularne prakse, podstičući privredni razvoj, uz istovremeno očuvanje životne sredine.

Institucionalne strukture predstavljaju kritičan stub u upravljanju tranzicijom na cirkularnu ekonomiju. Sveobuhvatne institucije, pored implementacije i sprovođenja propisa, takođe treba da stimulišu inovacije, obezbede neophodnu infrastrukturu i podstiču razmenu znanja. U radu se ističe i naglašava važnost kako formalnih tako i neformalnih institucija u stvaranju plodnog tla za principe cirkularne ekonomije.

Važno je priznati i ograničenja rada. S obzirom na multidisciplinarnu prirodu cirkularne ekonomije, rezultati rada zavise od konteksta i ne može se isticati njihova univerzalna promenljivost. Različiti geografski, ekonomski i kulturni konteksti mogu uticati na efikasnost i primenu određenih strateških, regulatornih ili institucionalnih mehanizama. Stoga su potrebna dalja istraživanja da bi se razumele specifičnosti ovih mehanizama u različitim kontekstima.

Konačno, rad naglašava međusobnu povezanost i međuzavisnost strateških, regulatornih i institucionalnih komponenti za uspešan razvoj cirkularne ekonomije. Pristup koji obuhvata sva tri elementa je od suštinskog značaja za stvaranje ekonomije koja nije samo kružna, već i održiva, inkluzivna i prosperitetna. Rezultati ovog rada doprinose rastućem obimu znanja o cirkularnim ekonomijama i nude praktičan putokaz za kreatore politike, lidere industrije i istraživače.

Literatura

- [1] H.-O. Pörtner et al., "Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability," in Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2022, pp. 3056. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- [2] A. Popović, M. Ivanović-Djukić, and A. Milijić, „Assessment of the impact of Circular Economy competitiveness and innovation on European economic growth,” *The European Journal of Applied Economics*, vol. 19, no. 2, 2022.
- [3] P. Ghisellini, C. Cialani, and S. Ulgiati, "A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems," *Journal of Cleaner Production*, vol. 114, pp. 11-32, 2016. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>. [Accessed: June 21, 2023].
- [4] Ellen MacArthur Foundation, "Towards the circular economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition," 2013. [Online]. Available: <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>. [Accessed: June 21, 2023].
- [5] European Commission, "Circular Economy Action Plan," European Environment Agency, 2021. [Online]. Available: https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en. [Accessed: June 10, 2023].
- [6] A. Sassanelli, P. Rosa, R. Rocca, and S. Terzi, "Circular economy performance assessment methods: A systematic literature review," *J. Clean. Prod.*, vol. 229, pp. 440-453, 2019.
- [7] A. Fischer and S. Pascucci, "Institutional incentives in circular economy transition: The case of material use in the Dutch textile industry," *Journal of Cleaner Production*, vol. 155, pp. 17-32, 2017. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.038>.
- [8] A. Popović, „Implications of the Fourth Industrial Revolution on sustainable development,” *Econ. Sustain. Dev.*, vol. 4, no. 1, pp. 45-60, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.5937/ESD2001045P>.
- [9] N. Tura, J. Hanski, T. Ahola, M. Ståhle, S. Piiparinen, and P. Valkokari, "Unlocking circular business: A framework of barriers and drivers," *Journal of Cleaner Production*, vol. 212, p. 90, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.202>.
- [10] J. Kirchherr, L. Piscicelli, R. Bour, E. Kostense-Smit, J. Muller, A. Huibrechtse-Truijens, and M. Hekkert, "Barriers to the circular economy: Evidence from the European Union (EU)," *Ecological Economics*, vol. 150, pp. 264-272, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2018.04.028>.
- [11] F. Preston and J. Lehne, "Briefing A wider circle? The circular economy in developing countries," Chatham House, 2017. [Online]. Available: <http://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/research/2017-12-05-circular-economy-preston-lehne.pdf>.
- [12] M. M. Alonso-Almeida and J. M. Rodríguez-Antón, "The Role of Institutional Engagement at the Macro Level in Pushing the Circular Economy in Spain and Its Regions," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 17, no. 6, Art. no. 2086, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/ijerph17062086>.

- [13] M. Henrysson and C. Nuur, "The Role of Institutions in Creating Circular Economy Pathways for Regional Development," *The Journal of Environment & Development*, 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.1177_1070496521991876
- [14] F. Khitous, F. Strozzi, A. Urbinati, and F. Alberti, "A systematic literature network analysis of existing themes and emerging research trends in circular economy," *Sustainability*, vol. 12, 1633, 2020. doi:10.3390/su12041633
- [15] A. Murray, K. Skene, and K. Haynes, "The circular economy: An interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context," *Journal of Business Ethics*, vol. 140, no. 3, pp. 369-380, 2017. doi:10.1007/s10551-015-2693-2
- [16] K. Hobson and N. Lynch, "Diversifying and de-growing the circular economy: radical social transformation in a resource-scarce world," *Futures*, vol. 82, pp. 15-25, 2016. doi:10.1016/j.futures.2016.05.012
- [17] M. Giezen, "Shifting infrastructure landscapes in a circular economy: An institutional work analysis of the water and energy sector," *Sustainability*, vol. 10, no. 10, 3487, 2018. doi:10.3390/su10103487
- [18] M. Geissdoerfer, P. Savaget, N. M. P. Bocken, and E. J. Hultink, "The circular economy – A new sustainability paradigm?" *Journal of Cleaner Production*, vol. 143, pp. 757-768, 2017. doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2016.12.048.
- [19] A. Chizaryfard, P. Trucco, and C. Nuur, "The transformation to a circular economy: Framing an evolutionary view," *Journal of Evolutionary Economics*, pp. 1-30, 2020
- [20] J. Schumpeter, *Capitalism, socialism, and democracy*. New York, NY, USA: Harper & Bros., 1942.
- [21] S. Geisendorf and F. Pietrulla, "The circular economy and circular economic concepts – A literature analysis and redefinition," *Thunderbird International Business Review*, vol. 60, no. 5, pp. 771-782, 2018. doi: 10.1002/tie.21924.
- [22] D. C. North, *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1990.
- [23] C. Schulz, R. E. Hjaltadóttir, and P. Hild, "Practising circles: Studying institutional change and circular economy practices," *Journal of Cleaner Production*, vol. 237, 117749, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117749>.
- [24] G. M. Hodgson, "Institutions and Individuals: Interaction and Evolution," *Organization Studies*, 2007. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1177/0170840607067832>.
- [25] J. Glückler and R. Lenz, "How institutions moderate the effectiveness of regional policy: A framework and research agenda," *Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research*, vol. 36, pp. 255-277, 2016.
- [26] V. Rizos, A. Behrens, T. Kafyeke, M. Hirschnitz-Garbers, and A. Ioannou, "The circular economy: Barriers and opportunities for SMEs," *CEPS Working Documents*, 2015.
- [27] „Program razvoja cirkularne ekonomije u Republici Srbiji za period 2022-2024. godine,” Vlada Republike Srbije, 2022. [Online]. Available: http://www.europisi.com/dokumenti/SG1372022_008.pdf. [Accessed: June 22, 2023].
- [28] United Nations, "2030 Agenda for Sustainable Development," 2015. [Online]. Available: <https://sdgs.un.org/2030agenda> [Accessed: June 21, 2023]
- [29] European Commission, "The European Green Deal," 2019. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>. [Accessed: June 15, 2023].

- [30] UNFCCC. "The Paris Agreement." Paris Climate Change Conference - November 2015, COP 21, 29 Nov. 2018. Available: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement> [Accessed: June 15, 2023].
- [31] European Union. "DECISION No 1386/2013/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 20 November 2013 on a General Union Environment Action Programme to 2020 'Living well, within the limits of our planet'." 2013. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32013D1386>. [Accessed: June 15, 2023].
- [32] European Union. "DIRECTIVE 2008/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives." 2008. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>. [Accessed: June 21, 2023].
- [33] DIRECTIVE (EU) 2019/904 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 5 June 2019 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment, European Union, 2019. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32019L0904>. [Accessed: June 21, 2023].
- [34] European Union. DIRECTIVE 2009/125/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 21 October 2009 Establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products, European Union, 2009. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32009L0125>. [Accessed: June 21, 2023].
- [35] European Union. "Council of Europe Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste." [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31999L0031>. [Accessed: June 21, 2023].
- [36] European Union. "European Parliament and Council Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging and packaging waste." 1994. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31994L0062>. [Accessed: June 21, 2023].
- [37] European Commission, "Roadmap to a Resource Efficient Europe," 2011. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0571>. [Accessed: June 15, 2023].
- [38] European Environment Agency, "The circular economy and the bioeconomy — Partners in sustainability," 2020. [Online]. Available: <https://www.eea.europa.eu/publications/circular-economy-and-bioeconomy>. [Accessed: June 15, 2023].
- [39] European Commission, "A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050," 2011. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52011DC0112>. [Accessed: June 15, 2023].
- [40] European Commission. "Commission Staff Working Document: Guidelines for the Implementation of the Green Agenda for the Western Balkans." Brussels, 6.10.2020, SWD(2020) 223 final, Accompanying the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: An Economic and Investment Plan for the Western Balkans, {COM(2020) 641 final}. Available: https://neighbourhood-enlargement.ec.europa.eu/system/files/2020-10/green_agenda_for_the_western_balkans_en.pdf [Accessed: June 15, 2023].

- [41] Regional Cooperation Council, "Action Plan for the Implementation of the Sofia Declaration on the Green Agenda for the Western Balkans 2021-2030," Declaration/Decision, Oct. 6, 2021. Available: [https://www.rcc.int/download/docs/Action%20Plan%20ENG%20ver%201%20\(1\).pdf/d6b170df3ed1b06973f02675e474d661.pdf](https://www.rcc.int/download/docs/Action%20Plan%20ENG%20ver%201%20(1).pdf/d6b170df3ed1b06973f02675e474d661.pdf) [Accessed: June 15, 2023].
- [42] „Strategija industrijske politike Republike Srbije od 2021. do 2030. godine”, Vlada Republike Srbije, 2020. [Online]. Available: <https://privreda.gov.rs/sites/default/files/documents/2021-08/Industrijska-Strategija-Vlade-Srbije-F01.pdf> [Accessed: June 15, 2023].
- [43] „Strategija pametne specijalizacije”, Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Dec. 2021. [Online]. Available: https://prosveta.gov.rs/wp-content/uploads/2021/12/Strategija-pametne-specijalizacije_SR_WEB.pdf [Accessed: June 15, 2023].
- [44] „Strategija održivog urbanog razvoja Republike Srbije do 2030. godine”, Vlada Republike Srbije, 2019. [Online]. Available: http://demo.paragraf.rs/demo/combined/Old/t/t2019_07/t07_0009.htm [Accessed: June 15, 2023].
- [45] „Strategija razvoja obrazovanja u Republici Srbiji 2021-2030”, Vlada Republike Srbije, 2019. [Online]. Available: <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SIGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/strategija/2019/47/1/reg> [Accessed: June 15, 2023].
- [46] „Program upravljanja otpadom u Republici Srbiji za period 2022-2031. godine”, Ministarstvo zaštite životne sredine, Beograd, Srbija, 2022. [Online]. Available: https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/2022-02/program_upravljanja_otpadom_u_rs_za_period_2022-2031._god_0_2.pdf [Accessed: June 22, 2023].
- [47] „Strategija upravljanja vodama u Srbiji do 2034. godine”, Vlada Republike Srbije, 2017 [Online]. Available: <https://www.paragraf.rs/propisi/strategija-upravljanja-vodama-u-srbiji-do-2034.html> [Accessed: June 22, 2023].
- [48] „Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2025”, Vlada Republike Srbije, 2015. Available: <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SIGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/skupstina/ostalo/2015/101/1/r>. [Accessed: June 22, 2023].
- [49] „Pregovaračka pozicija za Poglavlje 27: Životna sredina i klimatske promene stiže Evropskoj komisiji u Brisel”, Ministarstvo zaštite životne sredine, Vlada Srbije, [Online]. Available: <https://www.ekologija.gov.rs/saopstenja/vesti/pregovacka-pozicija-za-poglavlje-27-zivotna-sredina-i-klimatske-promene-stize-evropskoj-komisiji-u-brisel> [Accessed: June 22, 2023].
- [50] F. Blomsma and G. Brennan, "The emergence of circular economy: A new framing around prolonging resource productivity," *Journal of Industrial Ecology*, vol. 21, no. 3, pp. 603-614, 2017.
- [51] J. Korhonen, C. Nuur, A. Feldmann, and S. E. Birkie, "Circular economy as an essentially contested concept," *Journal of Cleaner Production*, vol. 175, pp. 544-552, 2018.
- [52] J. Kirchherr, D. Reike, and M. Hekkert, "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 127, pp. 221-232, 2017.
- [53] Y. Geng, J. Sarkis, S. Ulgiati, and P. Zhang, "Measuring China's circular economy," *Science*, vol. 339, no. 6127, pp. 1526-1527, 2012.
- [54] „Zakon o upravljanju otpadom”, Vlada Republike Srbije, 2023. [Online]. Available: <https://www.paragraf.rs/propisi/zakonoupravljanjuotpadom.html>

- [55] „Zakon o ambalaži i otpadu od ambalaže”, Vlada Republike Srbije, 2023. [Online]. Available: <https://www.paragraf.rs/propisi/zakonoambalaziiambalaznomotpadu.html>. [Accessed: June 22, 2023].
- [56] „Zakon o hemikalijama”, Vlada Republike Srbije, 2015. [Online]. Available: <https://www.paragraf.rs/propisi/zakonochemikalijama.html>. [Accessed: June 22, 2023].
- [57] „Zakon o energetici”, Vlada Republike Srbije, 2023. [Online]. Available: <https://www.paragraf.rs/propisi/zakonoenergetici.html>. [Accessed: June 22, 2023].
- [58] „Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije”, Vlada Republike Srbije, 2021. [Online]. Available: <https://www.paragraf.rs/propisi/zakon-o-koriscenju-obnovljivih-izvora-energije.html>. [Accessed: June 22, 2023].
- [59] „Zakon o klimatskim promenama”, Vlada Republike Srbije, 2021. [Online]. Available: <https://www.paragraf.rs/propisi/zakon-o-klimatskim-promenama.html>. [Accessed: June 22, 2023].
- [60] „Zakon o zaštiti vazduha”, Vlada Republike Srbije, 2021. [Online]. Available: <https://www.paragraf.rs/propisi/zakon-o-zastiti-vazduha.html>. [Accessed: June 22, 2023].
- [61] J. Kirchherr, D. Reike, and M. Hekkert, "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 127, pp. 221-232, 2017.
- [62] K. Webster, *The Circular Economy: A Wealth of Flows*. Ellen MacArthur Foundation Publishing, 2015.

Zahvalnosti: Ovaj istraživački rad finansijski je podržalo Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Ugovor br. 451-03-47/2023-01/ 200371).

INSTITUTIONAL FRAMEWORK FOR THE CIRCULAR ECONOMY DEVELOPMENT

Abstract: *The transformation towards a circular economy provides substantial environmental and economic prospects. To tap into these opportunities, a comprehensive strategic, regulatory, and institutional framework is critical. This paper explores these three facets, emphasizing their interconnectedness and their pivotal role in a successful transition. Our findings underscore the importance of a goal-oriented strategy for aligning stakeholder incentives, the role of consistent regulations in fostering correct behavior and investment, and the need for strong institutions to enforce regulations, stimulate innovation, and support knowledge sharing. Acknowledging the context-dependent nature of these frameworks, we propose further research to understand their adaptability in diverse scenarios. This study enriches the discourse on circular economies, offering valuable insights for policymakers, industry leaders, and researchers aiming to promote a sustainable, inclusive, and prosperous economic shift.*

Keywords: *Circular Economy, Institutional Framework, Sustainability, Resource Management, Regulatory Framework*

2. METODOLOŠKI OKVIRI ZA MERENJE I PROCENU STEPENA RAZVOJA CIRKULARNE EKONOMIJE

Andrija Popović*, Milenko Tanović

Inovacioni centar, Univerzitet u Nišu, Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, Srbija

Rezime: Ovaj rad pruža sveobuhvatan pregled kriterijuma, indikatora i metoda za merenje i procenu stepena razvoja cirkularne ekonomije. Fokusiran je na pružanje jasnog metodološkog okvira za ocenu cirkularne ekonomije i identifikaciju ključnih elemenata koji su važni za praćenje i procenu napretka ka održivoj i efikasnoj cirkularnoj ekonomiji. U prvom delu rada, analizirani su kriterijumi za ocenu razvoja cirkularne ekonomije. Posebna pažnja posvećena je smanjenju upotrebe prirodnih resursa, emisiji štetnih gasova, povećanju udela obnovljivih ili recikliranih resursa, dok su konstatovani kriterijumi socijalnog i ekonomskog uticaja. Drugi deo rada obuhvata pregled relevantnih indikatora na nacionalnom nivou, kao što su protok materijala, produktivnost resursa i stopa recikliranja, kao i indikatori na nivou preduzeća koji kvantitativno mere napredak u implementaciji cirkularnih strategija. Takođe, razmatrane su različite metode za ocenu stepena cirkularne ekonomije, pri čemu su metode životnog ciklusa proizvoda (LCA), analiza protoka materijala (MFA) i input-autput metoda identifikovane kao najčešće korišćene. Diskusija o ključnim elementima i analiza ukazuju na potrebu za daljim istraživanjem i saradnjom kako bi se unapredila metodologija za merenje i procenu cirkularne ekonomije. Ovaj rad pruža osnovu za donošenje politika i odluka usmerenih ka održivom razvoju.

Ključne reči: cirkularna ekonomija, metodološki okvir, indikatori cirkularnosti, ekonomski uticaj, ocena

Uvod

Sve značajniji uticaj društvenog, industrijskog i tehnološkog razvoja na našu planetu i globalni ekosistem, obeležen je klimatskim promenama, gubitkom biodiverziteta i kontinuiranom ekstrakcijom resursa koji dovode do sve veće

* Kontakt mejl: andrija.m.popovic@gmail.com

volatilnosti globalne ekonomije i znakova upitne održivosti života kakvog poznajemo [1, 2, 3]. Od globalnih klimatskih konferencija u Parizu (2015) i Glazgovu (2021), ekstrakcija resursa i sirovina je 70% prevazišla mogućnosti planete Zemlje da ih bezbedno obnovi [4]. Kao potencijalni predlog rešenja ove situacije, u kojoj se našla globalna ekonomija, javio se novi model privređivanja – cirkularna ekonomija (CE).

Kao alternativni model privređivanja koji se oslanja na nove tehnologije Industrije 4.0, cirkularna ekonomija nudi mnogobrojne operativne i strateške koristi kako na mikro, tako i na makroekonomskom nivou [5, 6, 7]. Cirkularna ekonomija predstavlja kontrast tradicionalnom, linearnom (engl. *take–make–dispose*) modelu privrede. Ona podrazumeva restorativni i obnovljivi sistem, koji teži da zatvori krug životnog ciklusa proizvoda [8], čime će se značajno smanjiti potrošnja resursa, kreiranje otpada, unaprediti konkurentnost nacionalnih privreda i rešiti sve izraženiji ekološki izazovi [2, 9].

Kada se dublje upustimo u suštinu cirkularne ekonomije, postaje jasno da se njeni ključni principi (7R – engl. *redesign, reduce, reuse, repair, renovate, recycle i recover*) odnose na ostvarivanje najviše moguće vrednosti materijala i proizvoda. Ova ideja potiče od imitacije prirode gde sve ima vrednost i sve se koristi, a otpad postaje novi resurs. Na ovaj način se životni ciklus proizvoda produžava, otpad se upotrebljava, tokom vremena se uspostavljaju inovativniji, efikasniji i održiviji poslovni modeli, podstiče se upotreba obnovljivih izvora energije i eliminišu se toksične hemikalije [8, 10].

Međutim, realizacija cirkularne ekonomije je tema stalne rasprave u naučnim i stručnim krugovima, često ometana mnoštvom ograničenja. Ova ograničenja uključuju granice sistema, zavisnost od puta, termodinamiku, i kompleksnosti upravljanja i vođenja [2, 11, 12]. Napredak ka realizaciji cirkularne ekonomije zahteva temeljno merenje i procenu njene implementacije. Međutim, ovaj zadatak je prepun izazova. Jedan od glavnih izazova proističe iz nedostatka univerzalno prihvaćenih metodoloških okvira, indikatora ili metrika. Pored toga, složeni odnos između ekoloških, ekonomskih i socijalnih aspekata inherentnih u cirkularnim procesima, predstavlja još jednu značajnu prepreku [13].

Uprkos ovim izazovima, značaj evaluacije razvoja cirkularne ekonomije je od presudne važnosti. Sposobnost da se prati napredak, identifikuju oblasti koje zahtevaju unapređenje i oblikuju politike i strategije za efikasan prelazak na cirkularnu ekonomiju, je ključna [2]. Pored toga, sveobuhvatno razumevanje ekonomskih aspekata cirkularne ekonomije je neophodno za njenu implementaciju. Kako se strategije i pristupi privrednom razvoju, zasnovani na tradicionalnom, linearnom modelu privrede polako transformišu i prilagođavaju zahtevima održivosti, tako se razvijaju i sveobuhvatni metodološki pristupi, metodi i indikatori za evaluaciju stepena implementacije i efekata cirkularne ekonomije.

Detaljna analiza postojeće literature otkriva ozbiljan nedostatak univerzalno prihvaćenih metrika ili indikatora, što samo po sebi predstavlja značajan izazov [2, 13]. Ipak, moramo biti svesni različitih aspekata cirkularne ekonomije, koji samo doprinose već neprekidnoj i naizgled uzaludnoj potrazi za zajedničkim metodološkim pristupima, metodama i indikatorima [14, 15, 16]. Ovaj kompleksni izazov stoga zahteva njihovo usklađivanje, uključujući elemente za procenu i predložene metode evaluacije, koje sve zajedno olakšavaju poređenje stepena cirkularnosti organizacija, nacionalnih i regionalnih privreda, ali i globalne ekonomije.

U skladu sa prethodno navedenim stanjem, različita međunarodna regulatorna tela počela su da se bave predstavljanjem nefinansijskih informacija, među koje spadaju i ključni elementi neophodni za evaluaciju cirkularne ekonomije. Najprepoznatljiviji je pristup Evropske komisije [17] kroz *Direktivu 2014/95/EU*, koja se zasniva na metodološkim okvirima poput *Vodiča za društvenu odgovornost* [18], *Sistema za upravljanje životnom sredinom i reviziju* [19] i *Globalne inicijative za izveštavanje* [20], između ostalih. Ova direktiva i predstavljeni okviri pružaju smernice za odabir i merenje indikatora. Međutim, čak i kada 80% od 250 vodećih multinacionalnih preduzeća koristi ove standardizovane formate u svojim Izveštajima o korporativnoj održivosti, predstavljenim informacijama i dalje nedostaje uniformnost [13]. Ova realnost ističe potrebu za daljim istraživanjem o tome koje aspekte cirkularnosti organizacije trenutno mere i komuniciraju u svojim izveštajima, i koje dodatne informacije treba da uključe da bi tačno prikazali nivo usvajanja cirkularne ekonomije. Takođe, na ovim informacijama je potrebno graditi i nacionalne indikatore, koji će pružiti osnov za sveobuhvatnu analizu.

Uprkos ovim izazovima, rad teži da izgradi čvrstu osnovu i pruži jasan pregled metodoloških pristupa merenju stepena implementacije i razvoja cirkularne ekonomije. Cilj rada je da rasvetli gustu mrežu ekonomskih, ekoloških, i socijalnih dimenzija ukorenjenih u cirkularne procese i da identifikuje najadekvatnije metodološke pristupe, metode i indikatore koji se mogu primeniti u privredi Republike Srbije.

Rad će uz uvod i zaključak biti struktuiran u pet delova. Nakon uvodnog dela, u drugom delu će biti obrađeni kriterijumi za evaluaciju razvoja cirkularne ekonomije, u okviru kojeg će biti analizirani: efikasnost resursa, strategije i metodologije za redukciju i upravljanje otpadom, mere za produženje životnog veka proizvoda i konačno cirkularni poslovni modeli i inovacije. U trećem delu biće predstavljeni izvori i alati za merenje cirkularne ekonomije kako na nivou nacionalne privrede tako i na nivou individualnih privrednih subjekata. Četvrti deo rada predstaviće najzastupljenije metodologije za merenje razvoja cirkularne ekonomije, dok će u petom delu biti predstavljeni i analizirani rezultati ove analize kao i predlog modela za primenu u privredi Republike Srbije. Cilj rada je da kroz sistematski metodološki pristup doprinese široj diskusiji o cirkularnoj

ekonomiji, pružajući vredne uvide za donosiocce odluka kako u privatnom tako i u javnom sektoru.

Konačno, rad je motivisan potrebom za unapređenjem razumevanja cirkularne ekonomije, značajem merenja efekata njene implementacije i urgentnošću izrade pouzdanog okvira, kojim se može pratiti napredak u njenoj implementaciji. Dok se svet bori sa hitnim ekološkim pitanjima, nastojimo da doprinesemo prelasku ka održivoj i cirkularnoj ekonomiji.

1. Kriterijumi za evaluaciju razvoja cirkularne ekonomije

Iako je promovisana od strane nadnacionalnih i nacionalnih institucija, akademske zajednice i privrede, cirkularna ekonomija još uvek predstavlja veoma mlad i izuzetno izazovan koncept u pogledu definisanja i merenja [21, 22]. Upravo je ovo razlog zašto ne postoji opšte prihvaćena definicija cirkularne ekonomije, a samim tim kriterijumi za njenu evaluaciju nisu uniformisani.

Trenutno najdominantnija je definicija *Ellen MacArthur fondacije* [23] kojom se cirkularna ekonomija definiše kao „industrijski sistem koji je obnovljiv ili regenerativan po nameri i dizajnu. Ona zamenjuje *end-of-life* koncept obnovljivosti, orijentiše se ka upotrebi obnovljivih izvora energije, eliminiše upotrebu toksičnih hemikalija koje ometaju ponovnu upotrebu i ima za cilj eliminaciju otpada kroz vrhunski dizajn materijala, proizvoda, sistema, a u okviru toga i poslovnih modela” [23, str. 7]. Takođe, Kirchherr i sar. [24] su u svom sveobuhvatnom pregledu literature identifikovali 114 definicija i predložili objedinjujući koncept kojim se cirkularna ekonomija definiše kao „ekonomski sistem koji zamenjuje *end-of-life* koncept smanjenjem, alternativnom upotrebom, recikliranjem i obnavljanjem materijala u procesima proizvodnje/distribucije i potrošnje. Ona funkcioniše na mikronivou (proizvodi, kompanije, potrošači), mezonivou (eko-industrijski parkovi) i makronivou (gradovi, regioni, nacionalne privrede i šire), sa ciljem da ostvari održivi razvoj, uz istovremeno ostvarivanje kvaliteta životne sredine, ekonomskog prosperiteta i socijalne jednakosti, a kako bi koristila sadašnjim i budućim generacijama. Omogućena je novim poslovnim modelima i odgovornim potrošačima” [24, str. 229].

Predstavljene definicije pružaju osnovu za utvrđivanje kriterijuma za evaluaciju i praćenje razvoja cirkularne ekonomije, koji imaju za cilj da odražavaju primarne ciljeve strategija cirkularne ekonomije. Ovi kriterijumi uključuju [25, 26, 27]:

- **Smanjenje upotrebe prirodnih resursa:** glavni cilj je smanjenje erozije prirodnog ekosistema koju trenutno izazivaju linearni modeli. Ukratko, cilj je pružiti veću vrednost sa manje resursa. Direktna posledica je očuvanje prirodnih resursa, uz efikasnu upotrebu sirovina, vode i energije;
- **Smanjenje nivoa emisije štetnih gasova:** ovo se odnosi na direktne, kao i na indirektno emisije;

- **Smanjenje otpada i gubitaka vrednih materijala:** implementacija modela zatvorenog kruga za ponovnu upotrebu i reciklažu proizvoda i materijala kroz obrnute tokove omogućava sprečavanje proizvodnje, minimizaciju spaljivanja i deponovanja otpada i smanjenje gubitaka energije i materijala;
- **Povećanje udela obnovljivih ili recikliranih resursa:** cilj je smanjiti emisije tokom celog ciklusa upotrebom manje sirovina i održivijih izvora sirovina i energije, a takođe i postići manje zagađenja kroz čistije materijalne cikluse;
- **Povećanje korisnosti, vrednosti i trajnosti proizvoda:** ovaj cilj može se postići produžavanjem životnog veka proizvoda, usvajanjem novih poslovnih modela zasnovanih na uslugama orijentisanim na upotrebu (npr. zajedničko korišćenje automobila), ponovnu upotrebu proizvoda, kao i komponenti i širokom rasprostranjenosti reciklaže materijala.

Održivost i efikasnost bilo kog okvira za evaluaciju razvoja cirkularne ekonomije zavisi od njegove validnosti, pouzdanosti i korisnosti [27], ali i kriterijuma koji uspostavljaju osnovu za njenu evaluaciju. Stoga je neophodno utvrditi da li analizirani metodološki okviri, indikatori ili alati precizno mere napredak ka cirkularnoj ekonomiji, daju li konzistentne rezultate u različitim kontekstima i da su praktični za primenu.

Osim toga, s obzirom na to da se model cirkularne ekonomije može primeniti na mikro, mezo i makronivou [24, 26], kriterijumi evaluacije treba da obuhvate ove nivoe, kako bi se obezbedila sveobuhvatna procena razvoja cirkularne ekonomije. Da bi se u analizu uključila tri ključna aspekta održivosti – kvalitet životne sredine, ekonomski prosperitet i socijalna jednakost – kriterijumi evaluacije treba da obuhvate i ekonomske i socijalne dimenzije. Ovo razmatranje navelo je Corona i sar. [27] da predlože tri dodatna kriterijuma:

- otvaranje radnih mesta na svim obrazovnim nivoima,
- kreiranje i distribuciju dodatne vrednosti,
- unapređenje društvenog blagostanja.

Pregledom različitih definicija cirkularne ekonomije, u ovom delu rada su identifikovani ključni kriterijumi koji će omogućiti adekvatnu evaluaciju razvoja cirkularne ekonomije. Ovi kriterijumi omogućavaju strukturirani pristup za procenu tranzicije ka cirkularnoj ekonomiji, doprinoseći na kraju opštem cilju održivog razvoja.

2. Indikatori za merenje cirkularne ekonomije

I pored velikog broja radova koji se bave implementacijom cirkularne ekonomije u manje razvijenim zemljama, cirkularna tranzicija predstavlja koncept koji se u najširem smislu primenjuje samo u najrazvijenijim zemljama sveta.

Ostatak zemalja, cirkularnu ekonomiju posmatra na temeljima i iskustvima najrazvijenijih zemalja, bez posebnih isticanja u njenoj implementaciji. Kao takav koncept, cirkularna ekonomija sa sobom nosi brojna otvorena pitanja, među kojima i definisanje indikatora i alata za merenje cirkularne ekonomije. „Ono što se meri, time se i upravlja” – tvrdi Peter Drucker, koji otkriva zamku za ciljanu tranziciju ka održivoj, cirkularnoj ekonomiji [28, str. 1]. Uzimajući u obzir da se ovaj koncept zasniva na paradigmi koja je u tesnoj korelaciji sa održivim razvojem, alati merenja cirkularne ekonomije se uglavnom zasnivaju na njenom doprinosu održivom razvoju. Sa druge strane, cirkularna ekonomija ima dodirnih tačaka sa celokupnim društvenim delovanjem te se određeni alati za merenje posmatraju kroz prizmu raznovrsnih izvora. Naglašeni značaj ovog modela privrede inicirao je potrebu praćenja njenog učinka u zemljama i upoređivanja uspešnosti političkih inicijativa. Stoga, uprkos ogromnoj raznolikosti metodologija zasnovanih na indeksima cirkularne ekonomije, gde preovlađuju pojedinačni indeksi, kreatori politika sve više traže sveobuhvatne agregatne indikatore u vezi sa kompozitnim indeksima, kao korisni alat koji bi se mogao lako tumačiti i prenositi javnosti [29, str. 2].

Prilikom dalje analize elemenata metodoloških okvira za evaluaciju razvijenosti cirkularne ekonomije, dolazimo do ključnog segmenta koji zahteva temeljnu analizu i detaljnu interpretaciju podataka. Ovaj deo rada adresira indikatore i alate koji se koriste za ocenu stepena razvoja cirkularne ekonomije na mikro i makroekonomskom nivou.

U ovom segmentu, prvo će biti ispitani indikatori na nacionalnom, odnosno makronivou. Za ove potrebe biće korišćeni indikatori i metodološki okvir Evropske unije kao reprezentativni primer zbog njenog pionirskog značaja u implementaciji cirkularne ekonomije. Biće analiziran i značaj merenja cirkularne ekonomije na ovom nivou, uzimajući u obzir interakciju između privrede i životne sredine, međunarodnu trgovinu i akumulaciju materijala. Takođe, rad će se baviti i pristupom Evropske unije politici zaštite životne sredine i načinom na koji je uticala na razvoj i praćenje indikatora povezanih sa cirkularnom ekonomijom.

Nakon makroekonomskog, pažnja će biti preusmerena na evaluaciju cirkularne ekonomije na nivou preduzeća ili mikronivou. Kako bi se pružilo jasnije razumevanje kompleksnosti indikatora, biće predstavljeni ključni i najzastupljeniji indikatori koji su prepoznati u naučnim i stručnim krugovima. Diskusija će obuhvatiti kvantitativne, analitičke i kompozitne indikatore i njihovu primenu na različite aspekte cirkularne ekonomije, uključujući prethodno predstavljene kriterijume za evaluaciju razvoja cirkularne ekonomije.

2.1. Indikatori za merenje cirkularne ekonomije na nacionalnom nivou

Na osnovu značajnog broja istraživanja i eksplorativnih studija i izveštaja, može se uočiti da je model cirkularne ekonomije doživeo ubranu promociju i značajnu primenu samo u malom broju najrazvijenijim zemljama sveta. Veliki

broj tih zemalja se nalazi u Evropskoj uniji, te će se indikatori i alati za evaluaciju cirkularne ekonomije na nacionalnom nivou poistovetiti sa indikatorima predstavljenim u *Okviru za praćenje cirkularne ekonomije u Evropskoj uniji* [30]. Evaluacija stepena razvoja cirkularne ekonomije na nacionalnom nivou ima višestruki značaj za trasiranje puta cirkularne ekonomije. Važnost merenja cirkularne ekonomije na nacionalnom nivou je zbog toga što je cirkularna ekonomija pokretač održivog razvoja. U ovom slučaju, vlade igraju važnu ulogu u definisanju i sprovođenju politika koje podržavaju tranziciju sa linearnih ekonomija na privrede koje se pridržavaju principa cirkularne ekonomije [29]. Na osnovu raznih podataka, neke države su razvile specifične pristupe za praćenje napretka ka razvoju cirkularne ekonomije na nacionalnom nivou (makronivou). Zanimljivo je to što se uglavnom sve ove inicijative temelje na proračunima materijalnih tokova i podacima o upravljanju otpadom [31, str. 46]. Na makronivou, glavni akcenat je na (materijalnoj) razmeni između privrede i životne sredine, na međunarodnoj trgovini i na akumulaciji materijala u nacionalnim privredama, a ne na tokovima unutar privrede. Makroekonomski indikatori opisuju karakteristike zemlje ili većeg regiona uglavnom u odnosu na interakcije sa ostatkom sveta kroz trgovinske tokove [32, str. 6].

Politika zaštite životne sredine danas predstavlja najvažniju politiku Evropske unije i direktno se oslanja na njene pravne tekovine i zakonodavstvo. Evropska politika zaštite životne sredine se zasniva na principima predostrožnosti, sprečavanju zagađenja na izvoru i na principu „zagađivač plaća”. Politika Evropske unije u vezi sa otpadom i cirkularna ekonomija razvijale su se u poslednjih 30 godina kroz niz akcionih planova za zaštitu životne sredine i niz politika vezanih za cirkularnu ekonomiju, koji imaju za cilj da smanje uticaje na životnu sredinu, poboljšaju zdravlje ljudi i stvore efikasnu ekonomiju [31, 33]. Poslednji dokument u nizu kojim se prati merenje razvoja cirkularne ekonomije u Evropskoj uniji jeste *Metodološki okvir za praćenje napretka u sprovođenju mera za cirkularnu ekonomiju* iz 2018. godine [34]. Okvir uključuje deset ključnih indikatora koji pokrivaju četiri široke oblasti kao što su: proizvodnja i potrošnja, upravljanje otpadom, sekundarne sirovine i konkurentnost i inovativnost. Podaci indikatora i podindikatora zasnovani su na zvaničnoj statistici Eurostata, Zajedničkog istraživačkog centra i Evropskog zavoda za patente [29, str. 3].

Tabela 1. Lista indikatora CE Evropske unije [29, str. 4]

INDIKATOR		IZVOR PODATAKA	REFERENTNO PODRUČJE	PERIOD POKRIVENOSTI
PROIZVODNJA I POTROŠNJA				
1	Samoodrživost sirovina za proizvodnju u EU	Evropska komisija	Samo EU agregat	
2	Zelene javne nabavke			
3	Proizvodnja otpada			

INDIKATOR		IZVOR PODATAKA	REFERENTNO PODRUČJE	PERIOD POKRIVENOSTI
3a	Proizvodnja komunalnog otpada po glavi stanovnika	Eurostat	Sve države članice	> 10 godina (2000)
3b	Proizvodnja otpada po jedinici BDP-a bez većeg mineralnog otpada	Eurostat	Sve države članice	> 10 godina (2004)
3c	Stvaranje otpada po jedinici potrošnje domaćeg materijala bez većeg mineralnog otpada	Eurostat	Sve države članice	> 10 godina (2004)
4	Prehrambeni otpad			
UPRAVLJANJE OTPADOM				
5	Stope recikliranja			
5a	Stopa recikliranja komunalnog otpada	Eurostat	Sve države članice	> 10 godina (2000)
5b	Stopa recikliranja ukupnog otpada bez mineralnog otpada	Eurostat	Sve države članice	5 do 10 (2010)
6	Recikliranje za specifične tokove otpada			
6a	Stopa recikliranja ukupnog ambalažnog otpada	Ministarstva životne sredine	Sve države članice	> 10 godina (2000)
6b	Stopa recikliranja otpada od plastične ambalaže	Ministarstva životne sredine	Sve države članice	> 10 godina (2000)
6c	Stopa recikliranja drvene ambalaže	Ministarstva životne sredine	Sve države članice	> 10 godina (2000)
6d	Stopa recikliranja električnog i elektronskog otpada (e-otpad)	Eurostat	Sve države članice	> 10 godina (2000)
6e	Recikliranje biootpada po glavi stanovnika	Eurostat	Sve države članice	> 10 godina (2000)
6f	Stopa povraćaja građevinskog otpada i otpada od rušenja	Eurostat	Sve države članice	5 do 10 (2010)
SEKUNDARNE SIROVINE				
7	Doprinos recikliranih materijala potražnji sirovina			
7a	Stopa unosa recikliranja na kraju radnog veka	Evropska komisija	Samo EU agregat	2016
7b	Stopa cirkularnosti upotrebe materijala	Eurostat	Sve države članice	> 10 godina (2010)
8	Trgovina sirovinama koje se mogu reciklirati između država EU i ostatka sveta	Eurostat	Sve države članice	> 10 godina (2004)
KONKURENTNOST I INOVATIVNOST				
9	Privatne investicije, poslovi i BDP vezani za sektore CE			
9a	Bruto ulaganje u materijalnu robu	Eurostat	Sve države članice	> 10 godina (2012)
9b	Broj zaposlenih	Eurostat	Sve države članice	> 10 godina (2012)
9c	Dodata vrednost po troškovima faktora	Eurostat	Sve države članice	> 10 godina (2012)
10	Broj patenata koji se odnose na recikliranje i sekundarne sirovine	Evropski zavod za patente	Sve države članice	> 10 godina (2000)

Lista indikatora i podindikatora za evaluaciju različitih kriterijuma cirkularne ekonomije prikazana u tabeli 1 ukazuje na stepen njenog razvoja u Evropskoj uniji. Lista uključuje i dva indikatora, zelene javne nabavke i prehrambeni otpad, iako će njihova konačna primena početi tek tokom narednih godina. Najveći broj indikatora i podindikatora se odnosi na oblast upravljanja otpadom, uzimajući u obzir da je otpad zapravo jedan od ključnih problema održivog razvoja.

2.2. Indikatori za merenje cirkularne ekonomije na nivou preduzeća

Teorija cirkularne ekonomije je široko rasprostranjena i dostupna dok su empirijske studije u vezi sa ovim konceptom relativno retke [26]. Štaviše, postoji nedostatak empirijskih koncepata za merenje uticaja cirkularne ekonomije u praksi kao i utvrđenih mera i indikatora za ovu svrhu [35]. Cirkularna tranzicija zahteva alate za merenje i ocenu stepena razvijenosti cirkularne ekonomije kako na nacionalnom tako i na nivou preduzeća, tj. na mikronivou. Podaci koji se odnose na nacionalni odnosno makronivo, relativno su dostupni, pa je samim tim merenje cirkularne ekonomije na ovom nivou omogućeno. Sa druge strane, preduzeća susreću nemogućnost evaluacije cirkularne ekonomije, osim onog dela koji se odnosi na generisani otpad i reciklažu. Stoga, neophodno je dizajnirati adekvatan sistem merenja i na nivou preduzeća (mikronivo) kako bi se cirkularna ekonomija analizirala na svim nivoima.

Cirkularna tranzicija je tek počela, i to samo u preduzećima najrazvijenijih ekonomija, gde 28% kompanija nisu uopšte sprovele aktivnosti cirkularne ekonomije, odnosno 8–12% kompanija su značajno uključene u prelazak na cirkularnu ekonomiju [36, str. 4]. Zato, merenje na nivou preduzeća treba posmatrati kroz sistem merenja preduzeća koja su implementirala koncept cirkularne ekonomije. Literatura iz ove oblasti prepoznaje preko sto indikatora na nivou preduzeća [37, str. 522], pa samim tim merenje na mikronivou ima ograničavajući faktor, koji se odnosi na sam odabir alata za merenje. Indikatori kojima se meri cirkularna ekonomija moraju biti relevantni pa se na listi predloženih alata izdvaja 28 mikroindikatora [37, str. 523].

Kao što je prikazano u tabeli 2, mikroindikator cirkularne ekonomije se mogu podeliti u tri grupe, i to [38]:

- kvantitativni indikatori – numeričke mere cirkularnosti,
- analitički alati – kvalitativne mere cirkularnosti,
- kompozitni indikatori – kombinuju kvantitativne indikatore i analitičke alate za procenu cirkularnosti proizvoda ili preduzeća.

Posmatrano sa aspekta fokusa na cirkularne ekonomije, indikatori se mogu grupisati u devet kategorija i to:

1. produžetak životnog ciklusa,
2. efikasnost resursa,
3. *end-of-life* upravljanje,

4. upravljanje otpadom,
5. reciklaža,
6. ponovna proizvodnja,
7. ponovna upotreba,
8. demontaža i
9. višedimenzionalni indikatori.

Većina mikroindikatora je kategorizovana u reciklaži, ponovnoj proizvodnji ili upravljanju životnim ciklusom. Vrlo malo njih je u ponovnoj upotrebi, demontaži, upravljanju otpadom, produženju životnog veka ili efikasnosti resursa [37, 38].

Tabela 2. Prikaz indikatora cirkularne ekonomije na nivou preduzeća
[37, str. 531 – 532]

GRUPA	INDIKATOR		CE FOKUS	PRINCIP MERENJA
KVANTITATIVNI INDIKATORI	<i>RDI Recycling Desirability Indeks</i>	Indeks poželjnosti reciklaže	Recikliranje	Koliko je poželjna reciklaža
	<i>RPI Reuse Potential Indicator</i>	Indikator potencijalnog ponovnog korišćenja	Recikliranje	Koliko je obnovljen materijal sličan resursu ili otpadu
	<i>CEI Circular Economy Index</i>	Indeks cirkularne ekonomije	Recikliranje	Ekonomska vrednost materijala proizvoda na kraju veka trajanja
	<i>MCI Material Circularity Indicator</i>	Indikator cirkularnosti materijala	Recikliranje Produžetak životnog ciklusa Upravljanje otpadom	Stepen cirkularnosti proizvoda na osnovu toka njegovih materijala
	<i>MRS Material Reutilization Score</i>	Ocena ponovnog korišćenja materijala	Recikliranje	Ocena proizvoda prema frakciji materijala koji se može reciklirati
	<i>EVR Eco-cost /value Creation</i>	Stvaranje ekoloških troškova/vrednosti	Efikasnost resursa	Efikasnost resursa u odnosu na ekološke troškove i vrednosti proizvoda
	<i>VRE Value-Based Resource Efficiency</i>	Efikasnost resursa zasnovana na vrednosti	Efikasnost resursa	Efikasnost resursa zasnovana na masi i u skladu sa ekološkim/društvenim/ekonomskim politikama
	<i>eDIM Ease of Disassembly Metric</i>	Jednostavna metrika rastavljanja	Demontaža	Vreme rastavljanja proizvoda
	<i>EDT Effective Disassembly Time</i>	Efektivno vreme rastavljanja	Demontaža	Efektivno vreme za rastavljanje proizvoda da bi se izolovala ciljna komponenta

GRUPA	INDIKATOR		CE FOKUS	PRINCIP MERENJA
	<i>LI</i> <i>Longevity Indicator</i>	Indikator dugovečnosti	Produžetak životnog ciklusa	Period u kome se materijal zadržava u ciklusu proizvoda
ANALITIČKI INDIKATORI	<i>PLCM</i> <i>Product-level Circularity Metric</i>	Metrika cirkularnosti na nivou proizvoda	Recikliranje Ponovna proizvodnja	Cirkularna metrika se agregira na osnovu ekonomske vrednosti svih delova kao osnovne jedinice i proizvoda
	<i>CC</i> <i>Circularity Calculator</i>	Kalkulator cirkularnosti	Recikliranje Ponovna upotreba	Reciklirani sadržaj proizvoda
	<i>EPVR</i> <i>End-of-use product value recovery</i>	Povraćaj vrednosti proizvoda na kraju upotrebe	<i>End-of-life</i> upravljanje	Metoda sa različitim opcijama za upravljanje proizvodima na kraju upotrebe
	<i>SDEO</i> <i>Sustainable design and end-of-life options</i>	Održiv dizajn i opcije <i>end-of-life</i>	<i>End-of-life</i> upravljanje	Performanse održivog dizajna proizvoda na kraju upotrebe
	<i>PR-MCDT</i> <i>Product Recovery Multi-criteria Decision Tool</i>	Više kriterijuma za oporavak proizvoda Alat za odlučivanje	<i>End-of-life</i> upravljanje	Izvodljivost odabira ponovne proizvodnje kao opcije za oporavak proizvoda na kraju upotrebe
	REPRO2 Remanufacturing Product Profiles	Modeli ponovne proizvodnje	Ponovna proizvodnja	Alat koji pomaže u dizajniranju prerađenih proizvoda zasnovanih na ekodizajn predlozima
	<i>TPQ</i> <i>Typology for Quality Properties</i>	Tipologija za svojstva kvaliteta	Efikasnost resursa	Alat za skrining kvaliteta materijala/komponenti proizvoda, za poboljšanje efikasnost resursa
	<i>EZWP</i> <i>Model of Expanded Zero Waste Practice</i>	Model proširene prakse bez otpada	Upravljanje otpadom	Polazna tačka za preduzeća da razviju indikatore za upravljanje otpadom (na pristupu bez otpada)
	<i>CDG</i> <i>Circularity Design Guidelines</i>	Smernice za dizajn cirkularnog oblika	Višedimenzionalni indikatori	Smernice za poboljšanje dizajna proizvoda iz perspektive cirkularne ekonomije
KOMPOZITNI INDIKATORI	<i>DSTR</i> <i>Decision Support Tool for Remanufacturing</i>	Alat za podršku odlučivanju za ponovnu proizvodnju	Ponovna proizvodnja	Procenjuje da li je prerada ekonomski i ekološki održiv proces
	<i>RI</i> <i>Recycling Indices</i>	Indeksi reciklaže	Recikliranje	Definiše stopu recikliranja i oporavka proizvoda i dodeljuje kategoriju efikasnosti reciklaže

GRUPA	INDIKATOR		CE FOKUS	PRINCIP MERENJA
	<i>SICE</i> <i>Sustainability indicators in EC</i>	Indikatori održivosti u CE	Recikliranje Upravljanje otpadom Ponovna upotreba	Skup od pet indikatora, zasnovanih na održivosti i funkcionalnim performansama proizvoda
	<i>CM</i> <i>Combination Matrix</i>	Kombinovana matrica	Recikliranje Produžetak životnog ciklusa Ponovna proizvodnja	Doprinosi cirkularnom korišćenju resursa u preduzeću
	<i>EOLI</i> <i>End-of-life Index</i>	Indeks kraja životnog veka	Upravljanje krajem životnog ciklusa	Ukupni troškovi svakog procesa upravljanja proizvodom na kraju životnog veka
	<i>EOLI-DM</i> <i>End-of-life Indices (Design Methodology)</i>	Indeksi na kraju životnog veka (dizajn-metodologija)	Upravljanje krajem životnog ciklusa	Ukupni troškovi svakog procesa upravljanja proizvodom na kraju životnog veka, zasnovanog na ekodizajnu metodologije
	<i>EEVC</i> <i>Eco-efficient Value Creation</i>	Ekološki efikasno stvaranje vrednosti	Ponovna proizvodnja	Zasnovan na EVR modelu za procenu potencijala ponovne proizvodnje

Odabir alata za merenje razvijenosti cirkularne ekonomije na nivou preduzeća zavisi od mnoštva faktora. Izvori podataka za potrebe merenja mogu biti unutar ili izvan preduzeća, pa samim tim delovati ograničavajuće na pojedine indikatore. Prezentovana lista od njih 28 u tabeli 2, čini grupu najrelevantnijih od velikog broja indikatora. Preduzeće odabirom konkretnih indikatora pokazuje orijentisanost prema cirkularnoj ekonomiji, odnosno njenoj željenoj dimenziji. Najveći broj pokazatelja jeste kvantitativnog tipa, orijentisanih prema reciklaži. Međutim, dominantna brojnost ovih pokazatelja ne znači apsolutnu značajnost koju oni zauzimaju. Analitički alati i kompozitni indikatori pružaju sliku koju kvantitativni indikatori ne mogu prezentovati. Odabir pokazatelja treba posmatrati i sa strane uticaja od strane preduzeća. Mnoštvo njih je u direktnoj zavisnosti od eksternih faktora, među kojiima je od posebnog uticaja zakonodavni okvir. Svakako da je najbolja opcija kombinovanje većeg broja indikatora, kako bi se cirkularna razvijenost na nivou preduzeća izmerila na adekvatan način.

3. Metode za ocenu cirkularne ekonomije

Procena uspešnosti prelaska na cirkularnu ekonomiju može se izvršiti kroz primenu različitih metoda ocenjivanja. Ove metode su od ključnog značaja jer omogućavaju da se identifikuju uspesi i izazovi u implementaciji cirkularnih ekonomskih modela. One takođe služe kao osnova za kontinuirano poboljšanje praksi, politika i strategija koje vode ka održivom razvoju. Ipak, u dosadašnjoj

literaturi u oblasti cirkularne ekonomije je prisutan nedostatak interesovanja za evaluaciju performansi cirkularne ekonomije i nedostatak metoda koje bi merile i istovremeno procenjivale sve promenljive uključene u cirkularni sistem [25, 26, 27].

Postoje različite metode za evaluaciju razvoja cirkularne ekonomije. Nekoliko popularnih metoda koje se koriste za evaluaciju cirkularne ekonomije uključuju *Life Cycle Assessment (LCA)*, *Material Flow Analysis (MFA)*, *Input-Output Analysis (IOA)*, *Ecological Footprint (EF)*, i *Circular Economy Indicator (CEI)* [8, 27]. Ove metode se koriste u različitim kontekstima i za različite ciljeve, ali sve one omogućavaju pružanje jasnih i mernih informacija o cirkularnosti.

3.1. LCA metoda (engl. *Life Cycle Assessment Method*)

Procena životnog ciklusa (LCA) je sistemski strukturirana metoda, koja se široko koristi u akademskom i industrijskom svetu za evaluaciju ekoloških implikacija proizvoda, usluge, materijala ili procesa, tokom njegovog životnog veka [8, 25, 27]. Ova tehnika je dizajnirana da zahvati ekološke uticaje povezane sa svakom fazom životnog ciklusa proizvoda, od ekstrakcije resursa, proizvodnje, upotrebe, do tretmana na kraju životnog veka, čineći je sveobuhvatnim alatom za razumevanje ekološkog otiska proizvoda. Ovaj holistički pristup se često naziva pristupom *od klevke do groba* ili *od klevke do klevke* [39, 40].

Standardizovana metodologija LCA, koju definišu ISO 14040–14044 i Priručnik Međunarodnog referentnog sistema za podatke o životnom ciklusu (ILCD) [40], podeljena je na dve glavne komponente: inventar životnog ciklusa (LCI) i procena uticaja životnog ciklusa (LCIA) [27, 41, 42]. Faza LCI se fokusira na prikupljanje podataka i proračune za kvantifikaciju ekološkog opterećenja proizvoda, dok faza LCIA procenjuje i tumači ova opterećenja i ekološke uticaje [44].

Kapacitet LCA da ispita široki spektar kategorija ekološkog uticaja, poput potrošnje resursa, usluga u ekosistemu i uticaja na ljudsko zdravlje, čini ga svestranim alatom za procenu razvoja strategija cirkularne ekonomije [27]. Koristi se za analizu različitih alternativa na kraju životnog veka (*end-of-life*), dajući uvide u ekološka opterećenja i benefite povezane sa svakom od ovih opcija. Primena LCA u kružnim strategijama vođena je kapacitetom da se bavi višeizlaznim procesima koji su inherentno povezani sa (*end-of-life*) aktivnostima.

Iako ima mnogo prednosti, primena LCA metodološkog pristupa takođe donosi izazove. Jedno od glavnih ograničenja je primarni fokus na ekološke aspekte, dok se ekonomske i socijalne dimenzije zanemaruju. Takođe, troškovi povezani sa sprovođenjem potpunog LCA mogu biti previsoki za neke organizacije. Osim toga, kvalitet podataka i dostupnost mogu predstavljati ograničenja, u zavisnosti od faktora kao što su definisani obim i granice sistema, kao i metode koje se koriste za prikupljanje podataka [43, 45].

LCA metoda je vrlo rasprostranjena i široko primenjena u istraživanju održivog razvoja i cirkularne ekonomije, jer omogućava bolju informisanost u procesu donošenja odluka u vezi sa ekološkim uticajima [8, 25, 27]. Omogućava identifikaciju oblasti gde se mogu napraviti održiva unapređenja i pomaže u olakšavanju tranzicije ka održivijim praksama. Zbog svoje pristupačnosti i pozitivnih strana, koriste je različiti entiteti, uključujući vlade, preduzeća i druge organizacije, za procenu održivosti i donošenje odluka.

3.2. Višekriterijumski pristup (MCDM) i fazi logika (engl. Fuzzy logic)

Procena cirkularnih sistema zahteva primenu tehnika koje uzimaju u obzir njihovu inherentnu složenost. U skladu s tim, više autora koristilo je višekriterijumske pristupe i fazi logiku kao pouzdane alate u svojim procenama [8, 46, 47, 48]. Na primer, Ng i Martinez Hernandez [46] su razvili okvir za donošenje odluka koji kombinuje analizu na osnovu više kriterijuma, sa modeliranjem procesa radi procene performansi cirkularne ekonomije odabranih sistema.

Nastavljajući ovaj koncept, Shen i sar. [50] koristili su pristup na osnovu više kriterijuma da bi procenili efikasnost performansi zelenih lanaca snabdevanja, dok su Olugu i Wong [49] primenili sistem na osnovu fazi logike stručnjaka za izgradnju okvira za merenje performansi zatvorenog lanca snabdevanja, uzimajući u obzir i u potpunosti integrisane lance snabdevanja [8].

Značajno je da ovi alati omogućavaju procenu materijala i resursa, uključujući energiju i zagađenje, iz ekonomske i ekološke perspektive. Ovaj holistički pogled je integralan za koncept cirkularne ekonomije, koja stavlja premijum na efikasnu i održivu upotrebu resursa.

Primena MCDM u cirkularnoj ekonomiji, međutim, još je u fazi razvoja. Zato postoji stalna potreba za istraživanjima koja će usavršiti metodologije i poboljšati njihovu efikasnost. S druge strane, fazi logika pokazala je svoju prikladnost u rukovanju inherentnim neizvesnostima i subjektivnim percepcijama koje prate procenu održivosti. Svojom sposobnošću da se nosi sa neodređenim i nepreciznim informacijama, nejasna logika pokazuje se kao dobro usklađena sa složenom i nesigurnom prirodom procena održivosti i cirkularne ekonomije [51].

Međutim, metode MCDM i nejasne logike nisu opsežno integrisane s drugim pristupima za merenje cirkularnih performansi. Bez obzira na to, njihova kombinovana upotreba nudi sveobuhvatniji pristup donošenju odluka u cirkularnoj ekonomiji. Omogućava procenu više, često suprotstavljenih kriterijuma, dok ujedno uzima u obzir neizvesnosti i subjektivne percepcije [46, 49–53].

Na kraju, sveobuhvatna analiza postojećih MCDM tehnika, aspekata cirkularne ekonomije i indikatora, naglašava potencijal ovih alata u unapređenju cirkularne ekonomije [47]. Kako se ove tehnike usavršavaju i unapređuju svoje

razumevanje, kombinovani pristup MCDM-a i fazi logike može ponuditi uvide u cirkularnu ekonomiju i značajno doprineti njenom razvoju [46, 47].

3.3. DfX metoda (engl. *Design for X*)

Primena DfX metode (engl. *Design for X*) u omogućavanju cirkularnosti je zapažena u različitim studijama [8, 54, 55]. Slovo ‚x‘ u DfX predstavlja različite aspekte dizajna, kao što su dizajn za rastavljanje, *end-of-life* ili reciklažu, koji su u skladu sa principima cirkularne ekonomije. Nekoliko grupa istraživača [56, 54, 57] predložilo je različite smernice i DfX metodu koji se fokusiraju na razvoj generičkih parametara performansi cirkularne ekonomije, indikatora ekoloških performansi i *end-of-life* indeksa.

DfX metoda je pokazala značajan doprinos u dizajnu i razvoju proizvoda, pružajući strateške smernice za evaluaciju početka životnog veka i *end-of-life* faza. Ovaj pristup ima značajan fokus na sastav materijala proizvoda, posebno sa ekološke tačke gledišta. To ga čini vrednim alatom u kombinaciji sa metodama procene životnog ciklusa (LCA) i analizom toka materijala (MFA) [54].

Kako cirkularna ekonomija evoluira, postoji sve veća potreba za hibridnim metodologijama koje mogu da se prilagode rastućoj složenosti perspektiva cirkularnog dizajna. To zahteva napredak u upravljanju znanjem, robusnom pristupu dizajnu proizvoda i podršci merilima odlučivanja. Postoji značajan naglasak na pristupima *Dizajn za održivu upotrebu (DfSu)*, koji se bave upravljanjem životnim ciklusom proizvoda i drugim paradigmama cirkularne ekonomije [55].

Dalje, iz DfX metode su izvedene specijalizovane smernice za dizajn, koje obuhvataju 51 pravilo za cirkularne proizvode, predstavljajući pristup koji ide dalje od dizajniranja trajnih komponenti i omogućavanja popravki [8, 55]. Produženje veka proizvoda i olakšavanje ponovne proizvodnje su sada značajni aspekti cirkularnog dizajna. Pored toga, strategije za ponovnu upotrebu i promenu namene unutar cirkularne ekonomije zahtevaju dalje istraživanje zbog potencijalnih ograničenja i kontradikcija o kojima se posebno mora voditi računa [55].

U suštini, DfX metodologija deluje kao putokaz za stvaranje održivih, dugotrajnih i cirkularnih proizvoda koji su u skladu sa principima cirkularne ekonomije. Ovi proizvodi ne samo da koriste okolini, već i stvaraju vrednost na različite načine, obećavajući budućnost u kojoj principi cirkularne ekonomije postaju norma, a ne izuzetak.

3.4. Analiza protoka materijala (MFA – *Material Flow Analysis*)

Analiza protoka materijala (MFA), kao jedna od ključnih metodologija za analizu razvoja cirkularne ekonomije igra ključnu ulogu u njenom napretku, tako što omogućava praćenje i procenu upotrebe resursa i upravljanja otpadom. Kao biofizički analitički alat, MFA kvantifikuje protok i zalihe materijala ili supstanci

unutar dobro definisanog sistema, pružajući ključne uvide u efikasnost upotrebe resursa i upravljanje otpadom [58, 59].

MFA se zasniva na principu balansiranja mase, koji se koristi za proučavanje odnosa između protoka materijala, ljudskih aktivnosti i promena u životnoj sredini [60, 61]. Ovaj metodološki pristup u obzir uzima stanje i promene svakog protoka materijala u sistemu, izračunavajući bilanse mase tokom vremena unutar definisanog prostora. Informacije generisane iz MFA mogu biti ključne u identifikovanju suptilnih promena koje mogu dovesti do dugoročnih štetnih efekata, čineći ga vrednim alatom za podršku odlukama u upravljanju resursima, upravljanju otpadom i upravljanju životnom sredinom [58, 60].

U kontekstu cirkularne ekonomije, MFA ima značajnu ulogu, pružajući neophodne podatke za odluke vezane za razvoj. Model cirkularne ekonomije ima za cilj uspostavljanje ravnoteže između ekonomije, životne sredine i društva, smanjujući antropogeni uticaj na životnu sredinu [58]. Studija slučaja koja se fokusira na protok plastike na Trinidadu i Tobagu ilustruje ulogu MFA u takvom kontekstu, pružajući uvid u to kako se MFA primenjuje u situacijama sa ograničenim podacima, i identifikuje mogućnosti za intervencije koje bi mogle dovesti do ekonomskog razvoja i poboljšanja životne sredine [60, 61].

Bitna primena MFA u cirkularnoj ekonomiji je merenje stope cirkularnosti, koja ukazuje na deo materijala reciklirano i ponovno uvedenog u ekonomiju u ukupnoj upotrebi materijala. Ovo merenje minimizira ekstrakciju primarnih sirovina, pokazuje efikasnu upotrebu resursa i igra ključnu ulogu u postizanju ciljeva cirkularne ekonomije [60, 59]. Na primer, nekoliko studija je koristilo MFA da bi procenilo cirkularnosti sistema, uključujući značajnu studiju Wen i Li [63] koja je ispitala ukupne materijalne tokove u Kini [59, 60].

Na kraju, izazovi s kojima se suočava primena MFA u cirkularnoj ekonomiji uključuju dostupnost podataka, kapacitet za procenu sistema na različitim nivoima, i mogućnost kvantifikovanja antropogenih uticaja na životnu sredinu. Uprkos ovim izazovima, MFA predstavlja snažan alat za podršku donošenju odluka u CE, pomažući u optimizaciji upotrebe resursa, upravljanju otpadom i ostvarivanju održivog razvoja.

3.5. *Input-output analiza (IO analysis)*

Analiza ulaza i izlaza (engl. *input-output*) je ključni alat za proučavanje međuzavisnosti između sektora unutar ekonomije [63]. Ova tehnika je prvobitno razvijena da opisuje i analizira ekonomsku međuzavisnost unutar regionalnih, nacionalnih ili međunarodnih ekonomija [27]. Vremenom je IO analiza proširena da bi ocenila ekološke i socioekonomske uticaje povezane sa aktivnostima ovih sektora [63, 64].

Input-output analiza je široko usvojena u okviru krugova za procenu životnog ciklusa (LCA) kako bi se kompenzovala ograničenja procesno bazirane LCA metode, kao što je ignorisanje manjih procesa zbog kriterijuma isključivanja, i

širenje obima sa nivoa proizvoda na nacionalni/globalni nivo [27]. Dodatno, modeli input-autput analize otpada su posebno relevantni za cirkularnu ekonomiju, jer uzimaju u obzir ekonomske i fizičke razmene između različitih sektora, zajedno sa vrstama proizvedenog otpada i metodama njihovog tretmana [27, 64].

U kontekstu cirkularne ekonomije, input-autput analiza je pokazala veliki potencijal za proučavanje efikasnosti resursa i potencijala za smanjenje otpada. Pružajući ekonomsku vrednost *end-of-life* proizvoda, promoviše se održiviji dizajn i prakse upotrebe proizvoda [64, 65]. Ova tehnika analize implementirana je u nekoliko zemalja, uključujući i Kinu, gde je korišćena za konstrukciju indeksa koji odražavaju nivo razvoja cirkularne ekonomije [8, 27].

Međutim, važno je napomenuti da primena input-autput analize u cirkularnoj ekonomiji treba da uzme u obzir sociokulturne sisteme regiona koji se proučavaju, posebno u zemljama u razvoju [65]. To obezbeđuje sveobuhvatno razumevanje cirkularne ekonomije, uzimajući u obzir njene potencijalne prednosti, kao i inherentne izazove.

Napredni pristup input-autput analize u cirkularnoj ekonomiji uključuje integraciju sa procesno baziranom LCA, stvarajući hibridnu IO-LCA metodologiju [8, 27]. Iako ona povećava složenost, ujedno i objedinjuje najbolje prakse modeliranja oba metoda, čime se pruža sveobuhvatnija analiza.

Takođe, značajna je upotreba input-autput analiza srodnih modela kao što je analiza efikasnosti omotača podataka (DEA) u merenju varijabli uključenih u sistem. DEA, kako su predložili Mardani i sar. [66], se koristi za analizu pitanja energetske efikasnosti, povezanih sa različitim jedinicama za donošenje odluka (DMU) [6]. Expósito i Velasco [67] su na primer predložili radijalni DEA model, primenjen na procese reciklaže komunalnog čvrstog otpada.

4. Diskusija i analiza

U ovom delu rada biće predstavljeni i sumirani ključni elementi ovog rada, čiji je fokus na metodologiji za ocenu razvoja cirkularne ekonomije, koja se bazira na kriterijumima, indikatorima i metodima koji se koriste za evaluaciju i merenje njenog razvoja.

U prvom delu rad pruža sveobuhvatan pregled i analizu kriterijuma za ocenu razvoja cirkularne ekonomije. Kroz detaljan pregled i analizu postojeće literature o ovoj temi, ističe se važnost merenja i procene cirkularne ekonomije za efikasno donošenje politika i odluka kako na nacionalnom, tako i na nivou preduzeća. U radu se identifikuju dva ključna segmenta evaluacije, koji predstavljaju osnovu za predstavljene metode i pristupe oceni: kriterijumi za evaluaciju razvoja cirkularne ekonomije i indikator za merenje cirkularne ekonomije.

U radu se razmatraju dominantni kriterijumi koji su u literaturi prihvaćeni kao okosnica mnogobrojnih indikatora i metodoloških pristupa evaluaciji razvoja. Ovi kriterijumi uključuju: smanjenje upotrebe prirodnih resursa, smanjenje nivoa

emisije štetnih gasova, smanjenje otpada i gubitaka vrednih materijala, povećanje udela obnovljivih ili recikliranih resursa, povećanje korisnosti, vrednosti i trajnosti proizvoda, kao i socijalne i ekonomske uticaje. Ovi kriterijumi predstavljaju samo jedan aspekt posmatranja osnovnih elemenata cirkularne ekonomije. Pored u radu predstavljenih pet ključnih i tri prateća kriterijuma, postoje i pristupi koji poistovećuju principe (7R) sa kriterijumima za evaluaciju cirkularne ekonomije. U pregledu se polazi od pretpostavke da postoji jasna distinkcija između principa koji predstavljaju putokaz razvoja cirkularne ekonomije i kriterijuma za evaluaciju, koji predstavljaju polaznu osnovu za prikupljanje podataka, merenje i formulisanje metodološkog okvira za evaluaciju razvoja cirkularne ekonomije.

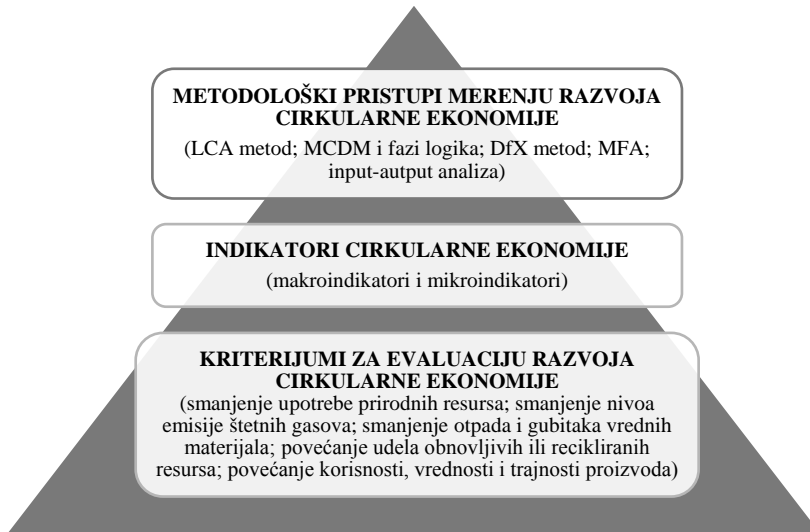
U daljem toku rada pružen je pregled različitih indikatora koji se mogu koristiti za merenje cirkularne ekonomije kako na nacionalnom tako i na nivou preduzeća. Ističe se važnost izbora relevantnih i značajnih indikatora koji obuhvataju ključne aspekte cirkularne ekonomije, poput protoka materijala, produktivnosti resursa, cirkularnih poslovnih modela i cirkularnih inovacija. Na osnovu pregleda indikatora, jasno je da je evaluacija razvoja cirkularne ekonomije u zamahu, ali je ovoj temi potrebno pristupiti sistematski i strukturirano.

Indikator na nacionalnom nivou su od izuzetnog značaja kako bi se pratili i procenili napredak cirkularne ekonomije u jednoj zemlji ili grupi zemalja kao što je Evropska unija. Ističe se potreba za sveobuhvatnim prikupljanjem i analizom podataka, kako bi se pratili ključni pokazatelji, poput cirkularnih protoka materijala, stvaranja otpada, stopa recikliranja i doprinosa cirkularnih aktivnosti BDP-u i otvaranju radnih mesta. Od izuzetne važnosti je harmonizacija nacionalnih indikatora, kako bi se omogućilo poređenje između različitih zemalja. Za potrebe ovog rada uzeti su u obzir indikator formulisani *Okvirom za praćenje cirkularne ekonomije u Evropskoj uniji*, jer imajući u vidu broj zemalja koji primenjuje ovaj okvir i sveobuhvatnost ovog okvira, on predstavlja najlogičniji izbor za potrebe evaluacije razvoja cirkularne ekonomije u Republici Srbiji, čiji se metodološki okvir za ocenu tek razvija.

Pored nacionalnih indikatora, u radu se daje i pregled indikatora koji se mogu primeniti na nivou preduzeća radi merenja i praćenja cirkularne ekonomije. Razmotreni su različiti pristupi, poput indeksa cirkularne ekonomije, izveštavanja o održivosti i metoda ocene performansi. Diskusija naglašava potrebu za razvojem i primenom indikatora koji mogu kvantitativno meriti napredak preduzeća u implementaciji cirkularnih strategija, efikasnosti resursa i upravljanju otpadom.

Konačno, razmotrene su i različite metode koje se mogu koristiti za ocenu stepena cirkularne ekonomije. U okviru analize ukratko su predstavljene prednosti i mane svake od metoda, međutim ostaje činjenica da je LCA najzastupljenija metoda, praćena MFA i input-autput metodom. I pored određenih inovacija u literaturi, frekvencija primene ovih metoda jasno ih ističe kao izbor u evaluaciji razvoja cirkularne ekonomije.

Grafikon 2. Pristup formulaciji metodološkog okvira za ocenu razvoja cirkularne ekonomije



Izvor: Autor

Na grafikonu 1 jasno se vidi hijerarhijski značaj svakog od elemenata relevantnih za ocenu razvoja cirkularne ekonomije, a rad pruža njihov sveobuhvatan pregled. Diskusija ističe potrebu za daljim istraživanjem i saradnjom u cilju unapređenja merenja i ocene cirkularne ekonomije.

Zaključak

U ovom radu pružen je sveobuhvatan pregled i analiza ključnih elemenata koji su važni za ocenu razvoja cirkularne ekonomije, dok je fokus rada na metodologiji koja se bazira na kriterijumima, indikatorima i metodama za evaluaciju i merenje njenog napretka.

Jasno se ističe činjenica da je merenje i evaluacija cirkularne ekonomije od izuzetne važnosti za donošenje efikasnih politika i odluka na makro i mikronivou. Iako im se pristupa na različite načine, kriterijumi za evaluaciju cirkularne ekonomije obuhvataju aspekte kao što su efikasnost resursa, smanjenje otpada, korišćenje obnovljivih i recikliranih resursa, vrednost i trajnost proizvoda, kao i socijalni i ekonomski uticaji, te stoga predstavljaju idealnu osnovu za merenje i procenu cirkularne ekonomije.

Takođe, istaknuta je važnost izbora relevantnih i značajnih indikatora koji obuhvataju ključne aspekte cirkularne ekonomije, kao što su protok materijala, produktivnost resursa, cirkularni poslovni modeli i inovacije. Indikatori na nacionalnom nivou su od posebnog značaja za praćenje napretka cirkularne ekonomije u zemlji, a harmonizacija nacionalnih indikatora omogućava upoređivanje između zemalja.

Na nivou preduzeća, uočen je značaj razvoja i primene indikatora koji mogu kvantitativno meriti napredak u implementaciji cirkularnih strategija, efikasnosti resursa i upravljanju otpadom. Takođe, razmatrane su različite metode za ocenu cirkularne ekonomije, pri čemu se analiza životnog ciklusa (LCA), analiza protoka materijala (MFA) i input-output metoda ističu kao najzastupljenije.

Konačno, ovaj rad pruža sveobuhvatan pregled kriterijuma, indikatora i metoda za merenje i procenu cirkularne ekonomije. Međutim, potrebna su dalja istraživanja i saradnja kako bi se unapredili pristupi i metode merenja cirkularne ekonomije. Kroz dalji razvoj metodoloških okvira i primenu harmonizovanih indikatora, moguće je unaprediti evaluaciju i praćenje napretka cirkularne ekonomije, što će doprineti održivom razvoju i efikasnom korišćenju resursa.

Literatura

- [1] H.-O. Pörtner et al., "Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability," in Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2022, pp. 3056. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- [2] A. Kulakovskaya, C. Knoeri, F. Radke, et al., "Measuring the Economic Impacts of a Circular Economy: an Evaluation of Indicators," *Circ. Econ. Sust.*, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00190-w>.
- [3] A. Popović, M. Ivanović-Djukić, and A. Milijić, „Assessment of the impact of Circular Economy competitiveness and innovation on European economic growth”, *The European Journal of Applied Economics*, vol. 19, no. 2, 2022.
- [4] Circle Economy, "The Circularity Gap Report 2022," Amsterdam, Rep., pp. 1-64, 2022. [Online]. Available: <https://www.circularity-gap.world/2022>. [Accessed: May 21, 2023].
- [5] Ellen MacArthur Foundation, "Towards the Circular Economy 1: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition," Isle of Wight, 2013. [Online]. Available: <https://emf.thirdlight.com/link/x8ay372a3r11-k6775n/@/preview/1?o>. [Accessed: May 21, 2023].
- [6] World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation, & McKinsey & Company, "Towards the Circular Economy – Accelerating the Scale-Up Across Global Supply Chains," Geneva, Switzerland, 2014. [Online]. Available: https://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf. [Accessed: May 21, 2023].
- [7] A. Popović, „Implications of the Fourth Industrial Revolution on sustainable development”, *Econ. Sustain. Dev.*, vol. 4, no. 1, pp. 45-60, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.5937/ESD2001045P>.
- [8] A. Sassanelli, P. Rosa, R. Rocca, and S. Terzi, "Circular economy performance assessment methods: A systematic literature review," *J. Clean. Prod.*, vol. 229, pp. 440-453, 2019.
- [9] European Commission, "Circular Economy," Directorate-General for Environment, Brussels, 2022. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy_en. [Accessed: May 21, 2023].

- [10] REPSOL, "What is circular economy and why is it important?" REPSOL Global, May 30, 2022. [Online]. Available: <https://www.repsol.com/en/sustainability/circular-economy/index.cshtml> [Accessed: May 21, 2023].
- [11] J. Potting, M. Hekkert, E. Worrell, and A. Hanemaaijer, "CIRCULAR ECONOMY: MEASURING INNOVATION IN THE PRODUCT CHAIN," 2017.
- [12] J. Korhonen, A. Honkasalo, and J. Seppälä, "Circular economy: the concept and its limitations," *Ecol Econ*, vol. 143, pp. 37-46, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- [13] V. Ibáñez-Forés, V. Martínez-Sánchez, K. Valls-Val, and M. D. Bovea, "Sustainability reports as a tool for measuring and monitoring the transition towards the circular economy of organisations: Proposal of indicators and metrics," *Journal of Environmental Management*, vol. 320, p. 115784, 2022.
- [14] A. Vinante, P. Sacco, G. Orzes, and Y. Borgianni, "Circular economy metrics: literature review and company-level classification framework," *J. Clean. Prod.*, vol. 288, pp. 1-18, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125090>.
- [15] A. De Pascale, R. Arbolino, K. Szopik-Depczyńska, M. Limosani, and G. Ioppolo, "A systematic review for measuring circular economy: the 61 indicators," *J. Clean. Prod.*, vol. 281, pp. 1-37, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124942>.
- [16] S. Fortunati, L. Martiniello, and D. Morea, "The strategic role of the corporate social responsibility and circular economy in the cosmetic industry," *Sustain. Times*, vol. 12, pp. 1-28, 2020, <https://doi.org/10.3390/su12125120>.
- [17] European Commission, "Directive 2014/95/EU," *Meditari Accountancy Research*, 2014. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1108/medar-06-2019-0504>. [Accessed: May 22, 2023]
- [18] ISO 26000, "International Standard Organization ISO 26000:2010," 2010, p. 86.
- [19] European Commission, "Regulation 1221/2009 on the Voluntary Participation by Organisations in a Community Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)," *Official Journal of the European Union*, 2009.
- [20] GRI, "Global report initiative," 2019. [Online]. Available: <https://www.globalreporting.org/>. [Accessed: May 21, 2023]
- [21] Y. Kalmykova, M. Sadagopan, and L. Rosado, "Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 135, pp. 190–201, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2017.10.034>. [Accessed: May 22, 2023]
- [22] J. Korhonen, C. Nuur, A. Feldmann, and S. E. Birkie, "Circular economy as an essentially contested concept," *Journal of Cleaner Production*, vol. 175, pp. 544–552, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>. [Accessed: May 22, 2023]
- [23] Ellen MacArthur Foundation, "Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition," 2010. [Online]. Available: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>. [Accessed: May 23, 2023]
- [24] J. Kirchherr, D. Reike, and M. Hekkert, "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 127, pp. 221–232, 2017. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2017.09.005>. [Accessed: May 23, 2023]

- [25] K. Navare, B. Muys, K. C. Vrancken, and K. Van Acker, "Circular economy monitoring—how to make it apt for biological cycles?," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 170, art. no. 105563, 2021. [Accessed: May 24, 2023]
- [26] V. Elia, M. G. Gnoni, and F. Tornese, "Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis," *Journal of Cleaner Production*, vol. 142, pp. 2741-2751, 2017. [Accessed: May 23, 2023]
- [27] A. Corona, L. Shen, D. Reike, J. R. Carreón, and E. Worrell, "Towards sustainable development through the circular economy—A review and critical assessment on current circularity metrics," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 151, art. no. 104498, 2019.
- [28] M. Haupt and S. Hellweg, "Measuring the environmental sustainability of a circular economy," *Environmental and Sustainability Indicators*, vol. 1-2, Sep. 2019
- [29] A. Garcia-Bernabeu, A. Hilario-Caballero, D. Pla-Santamaria, and F. Salas-Molina, "A Process Oriented MCDM Approach to Construct a Circular Economy Composite Index," *Sustainability*, vol. 12, no. 2, p. 618, 2020.
- [30] "CIRCULAR ECONOMY: Monitoring framework" Eurostat, European Commission. Available: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/monitoring-framework>. [Accessed: May 30, 2023].
- [31] T. Milanović, „METODOLOGIJA PRIMENE DEA METODE U RAZVOJU KOMPOZITNOG INDEKSA CIRKULARNE EKONOMIJE”, Doktorska disertacija, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2021.
- [32] A. Vercalsteren, M. Christis, and V. Van Hoof, "Indicators for a Circular Economy," SUMA Circular Economy Policy Research Centre, Tech. Rep., 2018.
- [33] T. Ohliger, "Environment policy: general principles and basic framework," European Parliament, Brussels, Tech. Rep., 2015.
- [34] European Commission, "EU Circular Economy Package," [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX:52014DC0398R%2801%29>. [Accessed: Jun. 29, 2023].
- [35] G. Moraga, S. Huysveld, F. Mathieux, G. A. Blengini, L. Alaerts, K. Van Acker, S. de Meester, and J. Dewulf, "Circular economy indicators: What do they measure?," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 146, pp. 452-461, Sep. 2019.
- [36] T. Stucki, M. Woerter, N. Loumeau, "Clearing the fog: How circular economy transition can be measured at the company level," *Journal of Environmental Management*, vol. 326, Part B, p. 116749, Sep. 2023.
- [37] J. Matos, C. Martins, C. L. Simões, and R. Simoes, "Comparative analysis of micro level indicators for evaluating the progress towards a circular economy," *Sustainable Production and Consumption*, vol. 39, pp. 521-533, Jun. 2023.
- [38] H. S. Kristensen and M. A. Mosgaard, "A review of micro level indicators for a circular economy – moving away from the three dimensions of sustainability?," *Journal of Cleaner Production*, vol. 243, p. 118531, Jan. 2020.
- [39] "What is Life Cycle Assessment (LCA)?", Sustainability Institute, Rochester Institute of Technology, 2021. [Online]. Available: <https://www.rit.edu/sustainabilityinstitute/blog/what-life-cycle-assessment-lca>. [Accessed: May 30, 2023].
- [40] European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability, "International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance," 1st ed., EUR 24708 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2010.

- [41] M. A. Wolf, K. Chomkham, M. Brandao, R. Pant, F. Ardente, D. Pennington, and M. Goralczyk, "International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook-general guide for life cycle assessment-detailed guidance," 2010.
- [42] L. Zampori and R. Pant, "Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method," Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019.
- [43] "Life Cycle Assessment," European Environment Agency. [Online]. Available: <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/life-cycle-assessment>. [Accessed: May 31, 2023].
- [44] K. Allacker, F. Mathieux, S. Manfredi, N. Pelletier, C. De Camillis, F. Ardente, and R. Pant, "Allocation solutions for secondary material production and end of life recovery: Proposals for product policy initiatives," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 88, pp. 1-12, 2014.
- [45] "What Current Challenges and Limitations Limit LCA Impact?," Advice, LinkedIn, 2022. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/advice/3/what-current-challenges-limitations-lca-impact>. [Accessed: May 31, 2023].
- [46] K. S. Ng and E. Martinez Hernandez, "A systematic framework for energetic, environmental and economic (3E) assessment and design of polygeneration systems," *Chem. Eng. Res. Des.*, vol. 106, pp. 1-25, 2016. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2015.11.017>.
- [47] P. V. dos Santos Gonçalves and L. M. Campos, "A systemic review for measuring circular economy with multi-criteria methods," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, pp. 1-15, 2022.
- [48] H. Taherdoost and M. Madanchian, "Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods and Concepts," *Encyclopedia*, vol. 3, no. 1, pp. 77-87, 2023.
- [49] E. U. Olugu and K. Y. Wong, "Expert Systems with Applications an expert fuzzy rule-based system for closed-loop supply chain performance assessment in the automotive industry," *Expert Syst. Appl.*, vol. 39, pp. 375-384, 2012. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.07.026>.
- [50] L. Shen, L. Olfat, K. Govindan, R. Khodaverdi, and A. Diabat, "A fuzzy multi criteria approach for evaluating green supplier 's performance in green supply chain with linguistic preferences," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 74, pp. 170-179, 2013. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.09.006>.
- [51] A. B., "MCDM & Fuzzy Logic," LinkedIn, 2022. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/mcdm-fuzzy-logic-avinash-b/>. [Accessed: June 01, 2023].
- [52] S. Wibowo and S. Grandhi, "Performance evaluation of recoverable end-of-life products in the reverse supply chain," in *IEEE ICIS 2017*, pp. 215-220, 2017.
- [53] Y. Xu, L. Zhang, C. H. Yeh, and Y. Liu, "Evaluating WEEE recycling innovation strategies with interacting sustainability-related criteria," *J. Clean. Prod.*, vol. 190, pp. 618-629, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.078>.
- [54] Oliveira et al., "Strategic CE guidelines: Formulation of generic CE performance parameters," 2018.
- [55] Ceschin and Gaziulusoy, "Design for X (DfX) approaches in the circular economy," 2016.

- [56] O. O. Akinade, L. O. Oyedele, S. O. Ajayi, M. Bilal, H. A. Alaka, H. A. Owolabi, S. A. Bello, B. E. Jaiyeoba, and K. O. Kadiri, "Design for Deconstruction (DfD): Critical success factors for diverting end-of-life waste from landfills," *Waste Manag.*, vol. 60, pp. 3-13, 2017, doi: 10.1016/j.wasman.2016.08.017.
- [57] C. Favi, M. Germani, A. Luzi, and M. Mandolini, "A design for EoL approach and metrics to favour closed-loop scenarios for products A design for EoL approach and metrics to favour closed-loop scenarios for products," *Int. J. Sustain. Eng.*, vol. 7038, no. 0, 2017, doi: 10.1080/19397038.2016.1270369.
- [58] Franklin-Johnson, E., Figge, F., Canning, L., 2016. Resource Duration as a Managerial Indicator for Circular Economy Performance. *J. Clean. Prod.* 133, 589–598.
- [59] Wen, Z., Meng, X., 2015. Quantitative assessment of industrial symbiosis for the promotion of circular economy: a case study of the printed circuit boards industry in China's Suzhou New District. *J. to next assignment*
- [60] Voskamp, I.M., Stremke, S., Spiller, M., Perenboom, D., Wentink, C., Lammeren, R.J.A., 2016. Enhanced performance of the Eurostat method for comprehensive assessment of urban metabolism: A material flow analysis of Amsterdam. *J. Ind. Ecol.* 20, 887–902.
- [61] Brunner, P.H., Rechberger, H., 2016. *Handbook of Material Flow Analysis: For Environmental, Resource, and Waste Engineers*, Second Edition. CRC Press.
- [62] Leontief, W. (1970). Input-output analysis and the structure of income distribution. *Leontief Paradox*, 2, 92.
- [63] Wen, Z., & Li, R. (2010). Materials metabolism analysis of China's highway traffic system (HTS) for promoting circular economy. *J. Ind. Ecol.*, 14, 641–649.
- [64] Cooper, S. J., Hammond, G. P., & Norman, J. B. (2017). Energy and exergy analyses of the UK and Iranian energy sectors—Two contrasting energy utilisation patterns. *Applied energy*, 208, 432-446.
- [65] Tisserant, A., Pauliuk, S., Merciai, S., Schmidt, J., Fry, J., Wood, R., & Tukker, A. (2017). Solid waste and the circular economy: a global analysis of waste treatment and waste footprints.
- [66] Mardani, A., Zavadskas, E. K., Khalifah, Z., Zakuan, N., Jusoh, A., Nor, K. M., & Khoshnoudi, M. (2017). A review of multi-criteria decision-making applications to solve energy management problems: Two decades from 1995 to 2015. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 216-256.
- [67] Expósito, R. M., & Velasco, F. (2018). A DEA Approach to Measure the Quality Efficiency of Public Transportation Systems. In *Transportation Systems and Engineering: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 616-635). IGI Global.

METHODOLOGICAL FRAMEWORKS FOR MEASURING AND ASSESSING THE DEVELOPMENT DEGREE OF THE CIRCULAR ECONOMY

Abstract: *This paper provides a comprehensive overview of criteria, indicators, and methods for measuring and assessing the degree of circular economy development. It focuses on providing a clear methodological framework for evaluating the circular economy and identifying key elements that are important for monitoring and assessing progress towards a sustainable and efficient circular economy. In the first part of the paper, criteria for assessing circular economy development are analyzed. Special attention is given to reducing the use of natural resources, emissions of harmful gases, and increasing the share of renewable or recycled resources, while criteria for social and economic impact are also identified. The second part of the paper includes a review of relevant indicators at the national level, such as material flows, resource productivity, and recycling rates, as well as indicators at the company level that quantitatively measure progress in implementing circular strategies. Various methods for assessing the degree of circular economy are also discussed, with life cycle assessment (LCA), material flow analysis (MFA), and input-output analysis identified as the most commonly used methods. The discussion of key elements and analysis highlights the need for further research and collaboration to enhance the methodology for measuring and assessing the circular economy. This paper provides a basis for policymaking and decision-making aimed at sustainable development.*

Keywords: *circular economy, methodological framework, circularity indicators, economic impact, assessment*

3. INDIKATORI CIRKULARNE EKONOMIJE U EKOSOCIJALNOM SISTEMU

Žarko Vranjanac^{1*}, Zorana Z. Stanković², Milena Rajić², Marko Mančić²

¹ Inovacioni centar, Univerzitet u Nišu, Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, Srbija

² Mašinski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija

Rezime: *Koncept cirkularne ekonomije postaje sve aktuelniji u svetu, s obzirom na povećanu tražnju za ugradnjom materijala, resursa i energije iz obnovljivih izvora u krajnje proizvode. Pandan dimenzijama održivog razvoja, koncept cirkularne ekonomije u ekosocijalnom sistemu zahteva odgovarajuće indikatore. Indikatori cirkularne ekonomije se mogu klasifikovati na ekonomske indikatore, indikatore održivog razvoja i indikatore zaštite životne sredine. Pojedinačni i kompozitni indikatori cirkularne ekonomije, imaju za cilj da prate napredak u ostvarivanju principa višedimenzionalnog koncepta cirkularne ekonomije. Zbog svoje interdiciplinarne prirode, koncept cirkularne ekonomije zahteva pokazatelje koji će pratiti održivu proizvodnju i potrošnju, upravljanje otpadom, sekundarne sirovine, cirkularnost materijala kao i inovacije u ovoj oblasti. U radu je, na osnovu relevantne literature iz ove oblasti, najpre predstavljen kratak pregled razvoja metrologije i nastanka indikatora, data su terminološka određenja i predstavljena je primena analiziranih indikatora cirkularne ekonomije. Osnovni cilj rada je da ukaže na značaj i bolje razumevanje indikatora cirkularne ekonomije, kao i istakne mogućnosti za njihovu primenu i modeliranje, primenom savremenih softverskih paketa u teoriji i praksi.*

Ključne reči: *održiva potrošnja, merenje, ekonomski indikatori, zaštita životne sredine, energetska efikasnost*

Uvod

Koncept cirkularne ekonomije poslednjih godina privlači značajnu pažnju, kao potencijalno rešenje za rastuće ekološke izazove koje nameću postojeći linearni obrasci potrošnje. Ovaj pristup naglašava važnost efikasnog korišćenja resursa, smanjenja otpada i kontinualnog protoka materijala u zatvorenom krugu.

* Kontakt mejl: zarevranjanac@gmail.com

Implementacija cirkularne ekonomije zahteva sveobuhvatno razumevanje njenih indikatora koji služe kao ključni alati za procenu napretka i identifikaciju područja za unapređenje. Ovaj rad ima za cilj da istraži indikatore cirkularne ekonomije u širem kontekstu ekosocijalnog sistema, ukazujući na njihov značaj i potencijalne implikacije za održivi razvoj.

Najpre je neophodno definisati ekosocijalni sistem i njegov odnos sa cirkularnom ekonomijom. Ekosocijalni sistem predstavlja integrisani okvir koji prepoznaje međuzavisnost ekoloških i društvenih sistema, priznajući da ekonomske aktivnosti moraju biti usklađene sa ekološkom održivošću i društvenim blagostanjem. U okviru ovog sistema, cirkularna ekonomija nudi alternativnu paradigmu tradicionalnom linearnom modelu „uzmi–napravi–odbaci” i teži odvajanju ekonomskog prosperiteta od stalnog korišćenja neobnovljivih resursa i degradacije životne sredine.

Ispitivanje indikatora cirkularne ekonomije je od suštinske važnosti za procenu efikasnosti javnih politika, poslovnih strategija i individualnih akcija u postizanju održive i otporne budućnosti. Analizirani indikatori pružaju merljive metrike koje odražavaju performanse različitih aspekata cirkularne ekonomije, poput efikasnosti resursa, smanjenja otpada, dizajna proizvoda, remanufakture i reciklaže. Praćenjem i analizom ovih pokazatelja, donosioci odluka, privredni subjekti i akademska zajednica mogu pratiti napredak, identifikovati nedostatke i donositi informisane odluke kako bi podstakli zelenu tranziciju ka održivom društvu.

Strukturu rada čini šest celina. Nakon uvoda, u prvom delu rada je dat istorijski pregled razvoja merenja. Drugi deo rada sagledava položaj indikatora u ekosocijalnom sistemu, i obuhvata terminološko određenje indikatora. Treći deo rada pažnju posvećuje ekonomskim indikatorima koji služe za merenje razvoja cirkularne ekonomije. Indikatori održivog razvoja su predmet analize u četvrtom delu rada. Indikatori cirkularne ekonomije su predstavljeni u petom delu, dok su indikatori energetske efikasnosti objašnjeni u šestom delu rada, u kome je razmotrena međuzavisnost različitih indikatora koja proces zelene tranzicije može učiniti efikasnijim.

1. Istorijski pregled razvoja merenja i nastanak indikatora

Sa savremenog stanovišta, koncept merenja je u naučnoj literaturi široko proučavan i primenjivan. Začeci merenja povezuju se sa starim Egiptom, 3000 godina p.n.e. Merne jedinice su u to doba uglavnom bile dužine delova tela faraona ili dužine određenih predmeta iz okruženja. Prvi kraljevski „kubit” definisan je kao dužina podlaktice od lakta do vrha ispruženog srednjeg prsta vladajućeg faraona, uvećan za širinu njegove šake. Ova originalna mera bila je zatim prenesena i isklesana od komada crnog granita, čije kopije od drveta su dobijali radnici na gradilištima. Za merenja većih rastojanja uglavnom su se koristili konopci sa čvorovima vezanim na određenoj dužini. Tako, prvo što je

izmereno bila je dubina reke Nil koja je iznosila 6 laktova i 1 dlan [1]. To pokazuje da čovek, od nastanka do danas ima potrebu da kvantifikuje pojave i predmete iz prirode i okruženja.

Prirodni resursi su oduvek bili najvredniji, zbog toga je najznačajniji zadatak bio odrediti merne jedinice za površinu (izračunavanje površine temelja piramida, palata, kuća i drugih objekata). Sledeći zadatak bio je utvrđivanje mernih jedinica zapremine, što je bilo značajno zbog snabdevanja stanovništva vodom. U antičkoj Grčkoj se na skoro identičan način uz pomoć dužine delova tela i predmeta određivala jedinica mere, koja se klasifikovala na manje i veće. Međutim, smatra se da je merenje dobilo na značaju sa pojavom dobara i njihove razmene. Nisu svi Rimljani i Atinjani bili iste konstitucije, pa je zbog toga bila otežana ravnopravna razmena dobara, a samim tim i sporazumevanje među stanovnicima i trgovcima. To pokazuje da je komparacija drevnih mera dala polaznu osnovu razvoju unificiranih mernih jedinica, neophodnih za spoznaju različitih društvenih i prirodnih pojava.

Teorija merenja se prema literaturi [2, 3], razvila krajem 18. veka pod uticajem francuske buržuaske revolucije, kada i nastaje metrologija. Etimološki, termin metrologija potiče iz grčkog jezika, od reči metro (grč. *μετρο*), što znači meriti, i reči logija (grč. *λογιζα*), što znači nauka. Metrologija je nauka koja se bavi mernim jedinicama i njihovim etalonima (referenca), merilima (merni instrumenti) i merenjima (postupak). Potpisivanju Međunarodne metarske konvencije, 20. maja 1875. godine u Parizu, kojoj su pristupile skoro sve razvijene zemlje, prethodio je razvoj metarskog sistema 1799. godine. U istom gradu, napravljena su dva etalona od platine, etalon kilogram i etalon metar. Prvi etaloni Kraljevine Srbije, koja je Međunarodnoj metarskoj konvenciji pristupila 1879. godine, bili su prototipovi metra i kilograma iz 1891. godine [4].

Razvoj metrologije u 20 veku se istorijski može podeliti u sledećih 5 etapa [5, 6]:

- Prva etapa odnosi se na period do 1920. godine, kada se u industrijsku proizvodnju uvode jednostruka merila. Tada se otvaraju i prve fabrike mernih instrumenata i merne opreme;
- Druga etapa odnosi se na period od 1920. do 1940. godine, kada se u merno-kontrolne sisteme uvodi optika. Tada je razvijeno više novih mernih instrumenata: optimetar, interferometar, Šmalcov (*Schmaltz*) mikroskop za merenje hrapavosti i drugi.;
- Treća etapa odnosi se na period od 1940. do 1960. godine, kada se uvodi pneumatika u merne sisteme, a razvijeni su interferentni mikroskop i induktivni merni sistemi;
- Četvrta etapa odnosi se na period od 1960. do 1980. godine, kada se uvodi elektronika u merne sisteme i razvijaju se: tranzistori, integralna kola, počeci primene mikroprocesora i mikroracunara;

- Peta etapa odnosi se na period posle 1980. godine, kada se vrši integracija metroloških procesa sa drugim procesima (transport, kontrola, monitoring i dr.) na bazi računarske podrške. Razvijaju se metrološki sistemi na bazi digitalne obrade fotografija i vrše se istraživanja u oblasti inteligentnih metroloških sistema.

Kao rezultat težnje za unificiranjem mernih jedinica, 1960. godine je nastao Međunarodni sistem jedinica (franc. *Système international d'unités* odnosno (SI), engl. *International System of Units*). Daljim razvojem nauke, ovaj sistem se usavršavao i univerzalno je prihvaćen u nauci. Metrologija se od nastanka do danas stalno menjala, pa se u literaturi javljaju različite klasifikacije metrologije u zavisnosti od primene (naučna, industrijska, zakonska; opšta ili fundamentalna i zakonska) koja se još detaljnije može podeliti (medicinska metrologija, tehnička metrologija i dr.) [7]. Kod prirodnih pojava, metrologija (metrologija temperature, vremena i dr.) vrši procenu vrednosti veličina koje ih karakterišu, zbog čega je u upotrebi veliki broj mernih jedinica.

Merenje je proces kojim se eksperimentalno određuje jedna ili više vrednosti veličine koja se meri. Merena veličina može se izmeriti direktno ili indirektno [8]. U užem smislu, pod merenjem se podrazumeva samo kvantitativno, odnosno numeričko merenje. Merenjem se u širem smislu, pored kvantitativnog merenja zasnovanog na pripisivanju brojeva objektima, podrazumeva i kvalitativno (kategoričko) merenje, zasnovano na utvrđivanju vrednosti kategoričke varijable, razvrstavanjem objekata u kategorije. Proces merenja može biti različitog nivoa (nominalni, ordinalni, intervalni i racio nivo), a praćen je i greškom merenja [9]. U suštini, merenje predstavlja skup postupaka koji imaju za cilj određivanje vrednosti veličine [10].

U multidisciplinarnim oblastima, kao što je cirkularna ekonomija, česta pojava je da usled nesavršenosti merila prava vrednost merene veličine bude nepoznata, zbog čega je veoma značajan način, odnosno tehnika merenja. I dok je u prirodnim i tehničkim naukama upotreba indikatora stara skoro koliko i merenje, u društvu je uvođenje indikatora imalo više faza. Početkom 19. veka socijalni reformatori u Belgiji, Francuskoj, Engleskoj i Sjedinjenim Državama počeli su da koriste statističke pokazatelje za poboljšanje javnog zdravlja i socijalnih uslova. U Evropi, lekari i statističari prednjače u razvoju indikatora, tražeći načine da razumeju prirodu epidemija u industrijskim gradovima. Korišćenjem podataka, koji su prvi put prikupljeni tokom ovog perioda, formulisali su uzročne modele koji su pokazali kako je bolest povezana sa siromaštvom i drugim socijalnim uslovima. U Sjedinjenim Američkim Državama, reformatori i religijske grupe teže ka razvoju indikatora, smatrajući da je alkohol uzrok kriminala, moralne izopačenosti, siromaštva i ekonomske rasipnosti. Izračavanjem broja hektara posvećenih proizvodnji alkohola (poput moderne analize ekološkog otiska), želelo se ukazati na to da je alkohol bio ekonomski

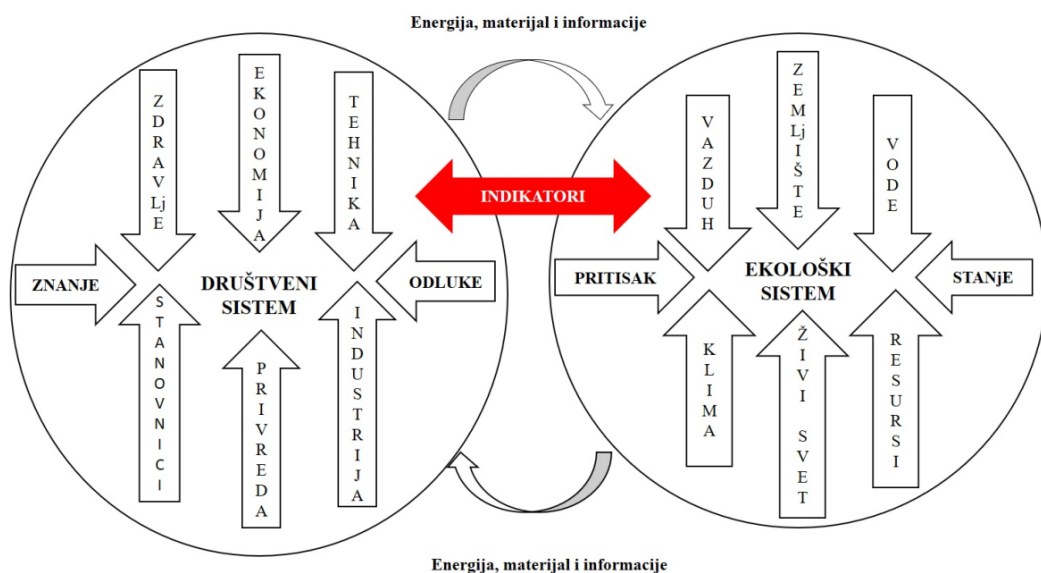
rasipan. Pivare su na taj način dodatno oporezivane i imale su obavezu da uplaćuju novac za brigu o siromašnima. Krajem 19. veka politički život u SAD i Evropi karakterišu sukobi oko plata, nezaposlenosti i uslova rada. Tada su oformljene i prve institucije koje su se bavile statistikom: Zavod za statistiku rada (Masačusets) 1869. godine, kao i američki Biro rada 1884. godine [11]. Početak 20. veka obeležilo je interesovanje za razvoj ekonomskih, demografskih, obrazovnih i zdravstvenih pokazatelja.

U 21. veku, izazovi u ekonomiji i životnoj sredini, pre svega sa otpadom i prirodnim resursima, prouzrokovali su težnju ka konceptu cirkularne ekonomije, za čije praćenje su potrebni indikatori cirkularne ekonomije.

2. Položaj indikatora u ekosocijalnom sistemu

Termin ekosocijalni sistem je na početku nailazio na dosta ograničenja u naučnim krugovima. Društvene nauke su ignorisale ekosistem i životnu sredinu, tako da su svoj domen istraživanja usmerile na čoveka. Sa druge strane, prirodne nauke, npr. ekologija, su pokušale da isključe čoveka iz istraživanja. Pojedini naučnici (npr. Bateson, 1979.) su pokušavali da izbrišu granice između prirodnih i društvenih nauka, fokusirajući svoja istraživanja na socijalni sistem [12]. Većina pouka odnosilo se na to da održivo upravljanje životnom sredinom zahteva institucionalno adaptivan i organizovan socijalni sistem. Sa porastom razumevanja značaja ekološkog sistema, sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog veka, ovakav pristup se promenio, što je za rezultat imalo pojavu novih naučnih disciplina (održivi razvoj, ekološka ekonomija, etika životne sredine, politika zaštite životne sredine i dr.). Potreba da se kauzalne veze između ekološkog i društvenog sistema analiziraju u celini, rezultirala je konceptom ekosocijalnog sistema. Koncept ekosocijalnog sistema naglašava da je čovek deo prirode, kao i da je razgraničenje prirodnog i društvenog sistema kompleksno [13]. Odnosi se na to kako ljudsko društvo inkorporira prirodni (ekološki) u materijalni sistem (društveno-ekonomski sistem). Najadekvatniji primer za to su prirodni resursi. Posledice neodrživog korišćenja i prekomerne eksploatacije prirodnih resursa ravnomerno se reflektuju na prirodnom i društvenom sistemu, tako da je ekosocijalni sistem pod kontinuiranim pritiskom. Pojava socijalne i ekonomske deprivacije, siromaštvo, kriminal, društvene traume (npr. diskriminacija, mobing i dr.), neadekvatna zdravstvena zaštita, ciljani marketing štetnih proizvoda (npr. duvan, alkohol, nezdrava hrana), migracije, samo su neke od posledica u društvenom sistemu. Sa druge strane, neke od posledica u prirodnom sistemu su pojava degradacije ekosistema koja dovodi do izumiranja biljnih i životinjskih vrsta, kontinuirano zagađivanje medijuma životne sredine koje dovodi do negativnog uticaja na zdravlje populacije, kao i problemi od globalnog značaja kao što su klimatske promene [14]. Zbog toga je značajno uticati na ekonomski sistem koji stimuliše neograničeni rast, bez obzira na ograničenost prirodnih resursa. Globalizacija, pridružena eri informacionih

tehnologija, utiče tako da međupovezanost u svim sistemima danas beleži samo rast. Pojedini autori smatraju da je ekosocijalni sistem značajno otporniji na sve savremene izazove, u odnosu na pojedinačno posmatran ekološki i društveni sistem [15]. Ukoliko dinamičnost biofizičkog i društvenog sistema udruženih u ekosocijalni sistem posmatramo u kontekstu indikatora, neosporivo je da postoji izvesna veza između njegovih podsistema. Zadatak indikatora ekosocijalnog sistema je da prate i analiziraju kompleksne veze unutar društvenog i ekološkog sistema, na osnovu čega mogu da se izvode zaključci, ocene, procene i odluke o ekosocijalnom sistemu (Slika 1). Slika 1 prikazuje da se procesi u društvenom sistemu zasnivaju na znanju i odlukama, koje generišu Bergerove veze između sledećih komponenata društvenog sistema [16]: zdravlje, ekonomija, tehnika, stanovništvo, privreda i industrija. Sa druge strane, u ekološkom sistemu pritisak utiče na stanje, tako da ukoliko prethodne veze primenimo na ekološki sistem, imaćemo odnose između sledećih elemenata ekosistema: vazduh, vode, zemljište, klima, živi svet i prirodni resursi.



Slika 1. Indikatori ekosocijalnog sistema

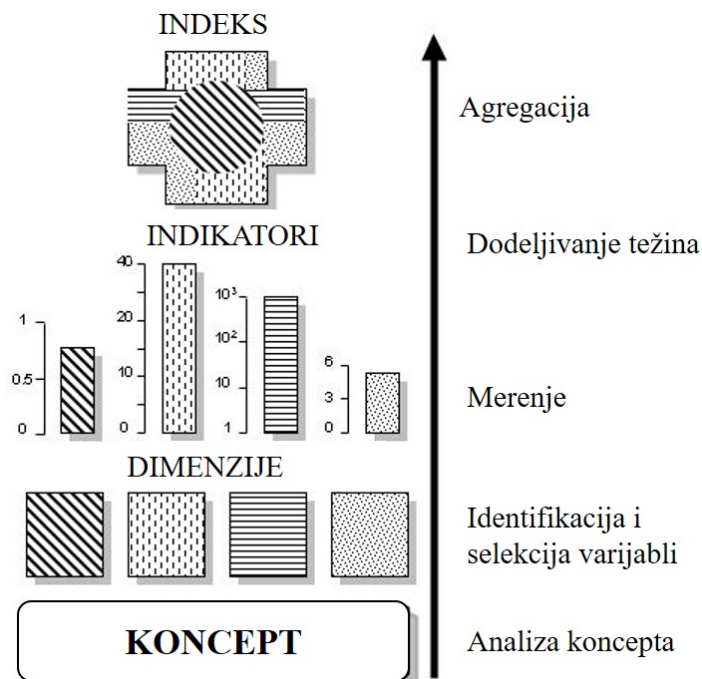
Izvor: Veljković, N., 2004

Međutim, nije jednostavno posmatrati kompleksan fenomen ekosocijalnog sistema putem konačnog broja indikatora jer u njemu dolazi do neprekidnih transformacija promena u vremenu. Na primer, društvo je stvorilo ekonomiju, koja danas oblikuje društvo. Prema mišljenju pojedinih autora tradicionalni indikatori ekosocijalnog sistema neodrživi su zbog činjenice da ne uzimaju u razmatranje kapacitet društva sa jedne, ili kapacitet životne sredine i prirodnih resursa, sa druge strane [16].

2.1. Terminološko određenje indikatora

Termin indikator potiče od latinskog glagola *indicare* (pokazivač, kratki sadržaj) i srodne latinske imenice *indicator* (neko ko pokazuje). Indikatori su alati koji ukazuju na određeno stanje ili promene u određenom stanju. Indikatori i indeksi su alati za svođenje velike količine podataka na jednostavnu formu, uz očuvanje suštine datih podataka, sa dodatnom kompaktnošću i jasnim razumevanjem. Dok su indikatori statistički usmereni da ukažu na specifično odabrana pitanja, koja upućuju na rezultate i zaključke datog fenomena, indeksi pokazuju odnose koji ukazuju na varijacije jedne ili više vremenskih ili dinamičkih serija [17, 18].

Polazeći od opšte definicije indikatora koji se primenjuju u oblasti zaštite životne sredine i održivog razvoja, na slici 2 prikazan je razvoj indikatora univerzalno primenljiv na koncept cirkularne ekonomije [19, 20]. U višedimenzionalnim pojavama, koje se ne mogu obuhvatiti samo jednim pokazateljem, pojedinačni indikatori, zajedno sa odgovarajućim težinskim koeficijentima, integrisani su u jedinstven kompozitni indikator.



Slika 2. Razvoj indikatora za praćenje višedimenzionalnih koncepata
Izvor: Boulagner, M.P., 2008; Vranjanac, Ž., 2019.

Neki autori smatraju da je razvoj kompozitnih indikatora rezultat globalizacije i da se zbog svog jednostavnog razumevanja široko koriste u svim naučnim oblastima. Takođe, u prilog tome ide i pogodnost istih za analiziranje

velikih skupova podataka, kao i prevođenja u odgovarajuće forme i interpretacija rezultata trendova različitih pojava [21]. Kompozitni indikatori se sve više koriste za ilustraciju složenih i teško merljivih koncepata, kao što su zaštita životne sredine, održivi razvoj i cirkularna ekonomija.

Performanse cirkularne ekonomije mogu se efikasno meriti korišćenjem kompozitnih (kombinovanih) indikatora, koji se odnose na različite dimenzije cirkularne ekonomije, kao što su ekonomska, ekološka i ređe socijalna.

U tabeli 1, prikazane su definicije indikatora od strane različitih institucija [22–25].

Tabela 1. Definicije indikatora

Institucija	Definicija
WHO	<i>Indikatori su varijable koje pomažu u merenju promena, direktno ili indirektno.</i>
OECD	<i>Indikatori su kvantitativni ili kvalitativni faktor ili varijabla koja obezbeđuje jednostavno i pouzdano sredstvo za merenje postignuća, koja odražava promene povezane sa intervencijom ili pomaže u proceni učinka razvojnog aktera.</i>
USAID	<i>Indikator je varijabla, čija je svrha merenje promene u pojavi ili procesu.</i>
EUROSTAT	<i>Indikatori pomažu u opisu ciljeva projekata u smislu kvantiteta, kvaliteta, ciljne grupe, vremena i mesta.</i>

Izvor: sistematizacija autora prema [22–25]

U svakodnevnoj upotrebi termin indikator se odnosi na instrument koji obezbeđuje informacije. Ipak, zadatak indikatora je da dostigne nivo informisanosti o upravljanju i donošenju odluka kroz praćenje i evaluaciju, koji zahteva prikupljanje i statističku obradu podataka. [16–18].

3. Ekonomski indikatori

U okviru ekosocijalnog sistema ekonomski indikatori na makronivou imaju značajnu ulogu u praćenju ekonomske aktivnosti, s obzirom da se na osnovu njih mogu porediti i rangirati zemlje na međunarodnom nivou. Ekonomski indikatori se koriste kao pomoć kreatorima politike da bolje razumeju ekonomsku situaciju. Prekretnicu u praćenju ekonomskih aktivnosti napravio je OECD sedmadesetih godina prošlog veka, kada je razvijen sistem vodećih kompozitnih indikatora (*Composite leading indicators – CLIs*).

Indikatori su kreirani kako bi omogućili pravovremenu analizu trenutne i kratkoročne ekonomske situacije predviđanjem ciklusa u referentnoj seriji, koja je izabrana kao referenca za date ekonomske aktivnosti. Primarni izvor je baza podataka o glavnim ekonomskim pokazateljima (*The OECD Main Economic Indicators – MEI database*) koja obuhvata indikatore razvrstane u 14 područja. Neki od najznačajnijih indikatora su: bruto domaći proizvod, industrijska proizvodnja, domaća i međunarodna trgovina, tržište rada, devizni kurs, platni

bilans i dr. Nacionalni računi *Eurostata* (*Eurostat's National Accounts*) pružaju pristup metodološkim i osnovnim informacijama u vezi sa osnovnim pokazateljima kao što je bruto domaći proizvod (BDP) i njegove glavne komponente. Međunarodni monetarni fond (MMF) objavljuje niz vremenskih serija podataka o kreditnim linijama, deviznim kursovima i drugim ekonomskim i finansijskim pokazateljima. Baze podataka, kao i izveštaji o stanju ekonomskih aktivnosti uspostavljeni su od strane MMF-a i pružaju podatke u vremenskim serijama o rastu BDP-a, inflacije, nezaposlenosti, izvoza, uvoza, spoljnog duga, tokovima kapitala i ceni robe. Pored toga, detaljnija analiza ekonomskih kretanja u kratkom i srednjem roku razmatra pitanja koja utiču na industrijalizovane zemlje, zemlje u razvoju i ekonomije u tranziciji [26].

Indikatori Svetske banke su skup raspoloživih setova, baza i izveštaja s ciljem omogućavanja pristupa svim korisnicima. Ekonomski indikatori nalaze se u okviru oblasti „ekonomija i rast” i predstavljaju najnovije i tačne podatke o globalnom razvoju, uključujući nacionalne, regionalne i globalne procene. Globalni ekonomski monitor (engl. *Global Economic Monitor* – GEM), predstavlja svakodnevno ažurirane vrednosti globalnih ekonomskih kretanja za devizne kurseve, tržišta kapitala, kamatne stope i indekse obveznica na tržištima.

Konferencija Ujedinjenih nacija za trgovinu i razvoj (*UN Conference for trade and development* – UNCTAD) pruža podatke o osnovnim temama putem statističke onlajn baze podataka (UNCTADstat), u devet tematskih oblasti: robna trgovina, trgovina uslugama, strane direktne investicije, stanovništvo i radna snaga, roba i pomorski saobraćaj.

Imajući u vidu ovakvu institucionalnu zastupljenost indikatora ekonomskih aktivnosti i razvoja, a posebno zastupljenost indikatora BDP-a u svim setovima, bazama i izveštajima, u nastavku će se pažnja posvetiti ovom indikatoru. Bruto domaći proizvod predstavlja vrednost finalnih proizvoda i usluga koje su pružene u jednoj zemlji u određenom vremenskom intervalu, najčešće u godini [27]. Formula za izračunavanje bruto domaćeg proizvoda je:

$$\text{BDP} = C + I + G + (X - M)$$

gde je:

C – potrošnja stanovništva,

I – investicije,

G – potrošnja države,

(X – M) – neto izvoz (razlika između izvoza i uvoza).

Indikator BDP-a po glavi stanovnika često je kritikovan kako ne daje informacije o stanju društva, kao posledica promene vrednosti indikatora. Zbog toga je neophodno u razmatranje ekosocijalnog sistema uključiti i određene socijalne indikatore, koji iskazuju promene u ostvarenoj dobrobiti kao što su: očekivana dužina života, uslovi stanovanja, stanje opšteg zdravlja stanovništva, nepismenost i dr.

U okviru ekonomskih indikatora ekosocijalnog sistema, pored navedenih indikatora ekonomskih aktivnosti i ekonomskog razvoja [28], mogu se u drugu grupu svrstati indikatori ekonomske nejednakosti. Naime, ekonomski rast je prostorno, vremenski i populaciono neujednačen. Zbog toga se ovaj fenomen može pratiti putem indikatora koji se uglavnom zasnivaju na merama siromaštva u odnosu na prihode ili u odnosu na potrošnju, kao što su: stepen učešća najsiromašnijih u ostvarenom dohotku, nejednakost u visini dohotka, jaz u siromaštvu, stopa siromaštva i dr. Na nivou organizacija u okviru ključnih indikatora performansi, često se koriste ekonomski indikatori kao što su [29, 30]:

- profit (analiza bruto i neto marže, pokazatelj učinka),
- ekonomičnost (odnos prihoda i rashoda),
- novčani tokovi (engl. *cash flow*, pokazuje finansijsku snagu organizacije),
- prosečni godišnji troškovi za jednog klijenta/kupca (odnos ukupnih troškova sa ukupnim brojem klijenata/kupaca),
- EBIDTA (engl. *earnings before interest, taxes, depreciation, & amortization*, dobit pre oporezivanja, kamate i amortizacije) i dr.

4. Indikatori održivog razvoja

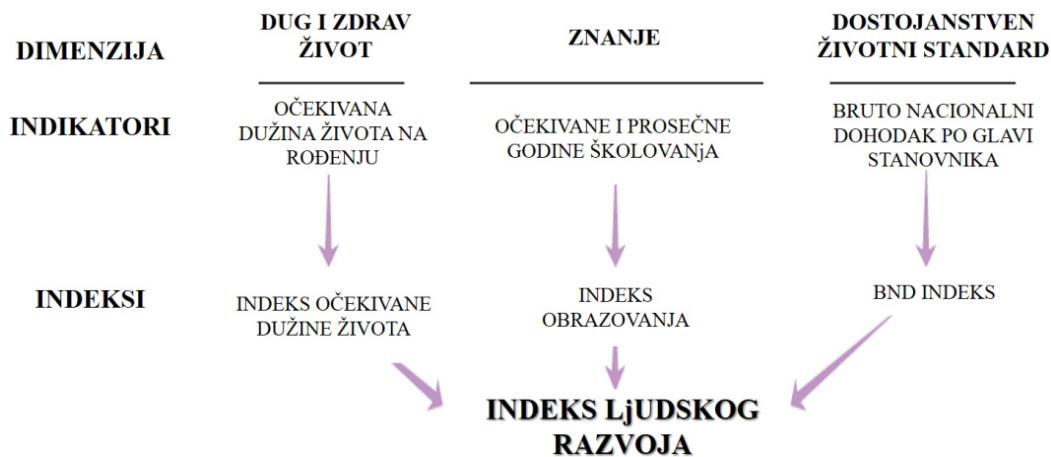
Održivi razvoj definisan je od strane Svetske komisije za životnu sredinu i razvoj (Brundtlandova komisija) kao „kapacitet da zadovolji potrebe sadašnjih, ne ugrožavajući mogućnost budućih generacija da zadovolje sopstvene potrebe” (*World Commission on Environment and Development – WCED, 1987*) [31]. Koncept je razvijen tako da teži ostvarenju ravnoteže potreba društva, ekonomije i životne sredine. Dalje podsticanje održivog razvoja na globalnom nivou počinje 1972. godine, kada je održan Samit o planeti Zemlji u Stokholmu (Švedska). U literaturi pojedini naučnici tvrde da je koncept održivog razvoja u opasnosti da postane irelevantan [32, 33], dok drugi tvrde da je široko utemeljen [34]. Međutim, održivi razvoj predstavlja opšte prihvaćen i važan koncept, što je jasno ilustrovano na Konferenciji Ujedinjenih nacija o održivom razvoju održanoj u Rio de Ženeiru, juna 2012. godine [35]. Potreba za uvođenjem indikatora održivog razvoja (engl. *sustainable development indicators – SDI*) u državama, organizacijama i institucijama, rano je prepoznata 1992. godine, takođe na konferenciji u Rio de Ženeiru. S obzirom da tradicionalni indikatori ekosocijalnog sistema nisu bili dovoljno usavršeni da bi se koristili za procenu interakcije između ekonomskih, ekoloških i socijalnih aktivnosti, trebalo je razviti pouzdane i relevantne indikatore održivog razvoja. Usvajanjem akcionog plana *Agenda 21*, u poglavlju 40, koje se odnosi na informacije potrebne za donošenje odluka, definisano je da indikatori održivog razvoja moraju pružati čvrstu osnovu za donošenje odluka na svim nivoima [36]. Države i organizacije pozvane su da provere i ojačaju informacione sisteme na lokalnom, pokrajinskom, nacionalnom i međunarodnom nivou. Transformacija naučnih i društveno-ekonomskih procena u

informacije korisne za donošenje odluka, kao i njihovo usmeravanje u pravcu javnog informisanja korisnika, bio je osnovni cilj formiranja indikatora održivog razvoja. Ujedinjene nacije se smatraju krovnom institucijom u razvoju indikatora održivog razvoja, jer je u okviru njihovog Odeljenja za ekonomska i socijalna pitanja od strane Odeljenja za održivi razvoj i Odeljenja za statistiku, nastao prvi nacrt skupa indikatora. Kasnije su izrađeni metodološki listovi za svaki od indikatora, koji su zajedno s pokazateljima sadržani u publikaciji poznatoj kao „Plava knjiga” [36]. Usvajanjem Milenijumske deklaracije UN 2000. godine, velika pažnja posvećena je kreiranju nacionalnih indikatora održivog razvoja, kao i indikatorima koji su povezani sa *Milenijumskim ciljevima razvoja* (MDG). Dalji fokus UN bio je na revidiranju skupa indikatora, koji su kasnije objavljeni u znatno manjem broju kao drugi deo „Plave knjige” (UN, 2007.). U narednoj etapi, tokom 2006. godine, radne grupe UN, u saradnji sa institucijama i agencijama država članica, uz poštovanje iskustva primene indikatora iz prethodnog perioda, završile su revidiranu verziju tzv. CSD-indikatora (engl. *Commission on Sustainable Development – CSD*). Indikatori su na početku bili grupisani i organizovani u četiri dimenzije: ekonomska, ekološka, socijalna i institucijalna. Ipak, ovaj okvir se pokazao neadekvatnim, zbog nesigurnosti kauzalnih veza i neodgovarajućeg prikaza odnosa između indikatora i koncepta, pa su indikatori održivog razvoja kasnije ugrađeni u fleksibilniji okvir teme/podteme. Veliki broj istraživača, uglavnom bez mnogo uspeha, pokušavao je da zameni postojeći ekonomski indikator BDP, pridodajući mu sintetička merenja blagostanja. Tako su nastali: Indeks ekonomskog blagostanja (engl. *Index of Economic Well-being*) [37], Indeks ljudskog blagostanja HWI (engl. *Human Well-being index*) [38], Indeks održivog ekonomskog blagostanja (engl. *Index of Sustainable Economic Welfare, ISEW*) [39] i dr. Međutim, takvi indikatori nisu dobili dovoljno pažnje kako bi se prihvatili i primenili od strane relevantnih institucija. Ipak, jedan od pokušaja je zaživeo, kada je u okviru Programa Ujedinjenih nacija za razvoj (engl. *United Nations Development Programme's – UNDP*) nastao Indeks ljudskog razvoja (engl. *Human Development Index – HDI*).

Indeks ljudskog razvoja je indikator koji pokazuje da li su zadovoljene osnovne ljudske potrebe. Ovaj kompozitni indikator meri prosečna dostignuća u tri osnovne dimenzije ljudskog razvoja, koje su prikazane na slici 3: dug i zdrav život, znanje i dostojan životni standard [40]. Na osnovu Indeksa ljudskog razvoja, čije se vrednosti kreću od 0 do 1, mogu se rangirati zemlje u skladu sa ostvarenim prosečnim dostignućem u osnovnom ljudskom razvoju. Vrednost razlike između maksimalne vrednosti indeksa i vrednosti koje je određena zemlja ostvarila, pokazuje nedostatke koje treba poboljšati [41]. Indeks ljudskog razvoja (HDI) se izračunava prema sledećoj formuli [42]:

$$\text{HDI} = (\text{I}_{\text{Health}} \cdot \text{I}_{\text{Education}} \cdot \text{I}_{\text{Income}})^{1/3}$$

gde su: I_{Health} – Indeks zdravlja, $I_{\text{Education}}$ – Indeks obrazovanja i I_{Income} – Indeks dohodka.



Slika 3. Indeks ljudskog razvoja

Izvor: UNDP, 2018

U Izveštajima o ljudskom razvoju (engl. *Human Development Report – HDR*), države za koje se izračunava HDI klasifikuju se u odnosu na ljudski razvoj i to [42, 43]:

- veoma visok ljudski razvoj (HDI 0.8 i iznad) – u ovu grupu spada 58 država, neke od njih su Norveška (0.953), Švajcarka (0.944), Australija (0.939), Irska (0.938), Nemačka (0.936) i dr.;
- visok ljudski razvoj (HDI 0.7 do 0.799) – u okviru ove grupe su 52 države, neke od njih su Iran (0.788), Turska (0.791), Srbija (0.787) i dr.;
- srednji ljudski razvoj (HDI 0.550 do 0.699) – ovde je svrstano 38 zemalja, neke od njih su Palestina (0.698), Indija (0.640), Angola (0.581) i dr.;
- nizak ljudski razvoj (HDI ispod 0.550) – evidentiran je u 37 zemalja, a neke od njih su Sirija (0.536), Kongo (0.457), Čad (0.404), Centralna Afrička Republika (0.388) i dr.

Ekološki otisak se koristi kao indikator očuvanja dugoročne ekološke održivosti, tako što prati ljudske potrebe u biosferi, upoređujući potrošnju sa restorativnim (regenerativnim) kapacitetom ili biofizičkim (prijemnim) kapacitetom Zemlje [44, 45, 46]. Poređenje se vrši izračunavanjem površine, izražene u globalnim hektarima, koja je potrebna za proizvodnju resursa koje ljudi troše (oranice, pašnjaci, šume i ribolovna područja), područja koja zauzima infrastruktura i površine potrebne za sekvencioniranje CO₂, koji ne apsorbuje okean [45]. Ekološki otisak meri koliko je potrebno prostora za proizvodnju resursa koje konzumiramo i odlažemo. Ako ekološki otisak stanovništva premašuje biokapacitet regiona, taj region ima ekološki deficit. Tražnja za

dobrima i uslugama koje može pružiti njegova zemlja i more (voće i povrće, meso, riba, drvo, pamuk za odeću i apsorpcija ugljen-dioksida) prevazilazi ono što ekosistem regiona može obnoviti. Zbog toga region koji je u ekološkom deficitu potrebe može zadovoljiti uvozom, smanjenom ili zabranjenom eksploatacijom ekoloških sredstava (npr. prekomernog ribolova) i smanjenom emisijom ugljen-dioksida u atmosferu. Ako biokapacitet regiona prelazi njegov ekološki otisak, on ima ekološku rezervu. Osnovni proračun *ekološkog otiska proizvodnje (EF production)* svodi se na napred navedene principe, u cilju određivanja površine bioproduktivnog područja na planeti, prisvojenog antropogenim aktivnostima. Protok proizvodnje ili otpada kvantifikuje se u masi po vremenu i prevodi u globalne hektare (gha), pomoću sledeće jednačine [47, 48]:

$$EF_{\text{production}} = P/Y_w \cdot EQF$$

gde je: P – proizvodnja u tonama godišnje, Y_w – prosečni svetski prinos u tonama godišnje i EQF – faktor ekvivalencije.

Faktor ekvivalencije predstavlja količnik prosečne globalne produktivnosti datog tipa zemljišta i proizvodnih površina cele planete. Na taj način, moguće je poređenje zemljišta koje se koristi za određenu kategoriju proizvoda, sa prosečnom globalnom bioproduktivnom površinom. Za svaku zemlju *ekološki otisak proizvodnje* za jednu kategoriju otiska, izračunava se sabiranjem svih proizvoda te kategorije otiska (npr. za useve pirinač, pšenica, kukuruz i dr.). Ukupni *ekološki otisak proizvodnje* jedne zemlje je zbir ekološkog otiska svih kategorija proizvoda.

Ekološki otisak potrošnje (EF consumption) za zemlju procenjuje se izračunavanjem zbira ekološkog otiska svega što je proizvedeno u nekoj zemlji (EFP) i ekološkog otiska ostvarenog u uvozu (EFI), i oduzimanjem ekološkog otiska utrošenog u izvozu (EFE), (Lin, 2018.):

$$EF \text{ consumption} = EFP + EFI - EFE$$

Biokapacitet se takođe može meriti u globalnim hektarima na bilo kojoj razmeri (od farme pa do biokapaciteta planete Zemlje). Formula izračunavanja biokapaciteta na nacionalnom nivou za svaku kategoriju korišćenja zemljišta glasi [47, 48]:

$$Biocapacity = A_n * Y_n/Y_w * EQF$$

gde su:

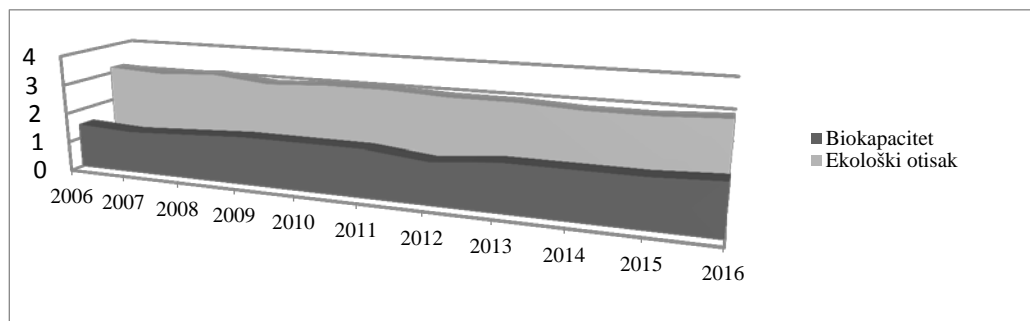
A_n – površina područja u državi ,n' za datu kategoriju korišćenja zemljišta, u globalni hektarima;

Y_n – nacionalni prosečni prinos za ovu kategoriju korišćenja zemljišta u tonama po hektaru i godini;

EQF – faktor ekvivalencije.

Izdanje *Nacionalni računi ekološkog otiska* (engl. *National Footprint Account* – NFA) sadrži detaljnu analizu ekološkog otiska sveta, dobijenu na

osnovu izračunavanja ekološkog otiska za preko 100 zemalja u periodu od 1961. do 2014. godine [49]. Na osnovu ovog indikatora može se zaključiti da je na planeti Zemlji dostupan biokapacitet 1.68 gha po glavi stanovnika, dok je ekološki otisak potrošnje 2.9 gha takođe po glavi stanovnika. To dovodi do zaključka da je za pokrivanje ekološkog deficita na Zemlji, potrebno 1.72 planete, ako bi svetsko stanovništvo nastavilo da živi istim načinom života kao danas. Na slici 4 prikazani su ekološki otisak i biokapacitet Srbije u gha u periodu od 2006. do 2016. godine [48, 49].



Slika 4. Biokapacitet i ekološki otisak u Srbiji od 2006 do 2016. godine
Izvor: Global Footprint Network, 2019; NFA, 2018.

Koncept i metodologija izračunavanja ekološkog otiska su dobro utvrđeni, iako je ekološki otisak jedna od dve mere dugoročne ekološke održivosti, za koju postoje dostupni podaci o većem broju zemalja tokom relativno dugog perioda. Druga mera je prilagođena ušteda od strane Svetske banke [51, 52, 53].

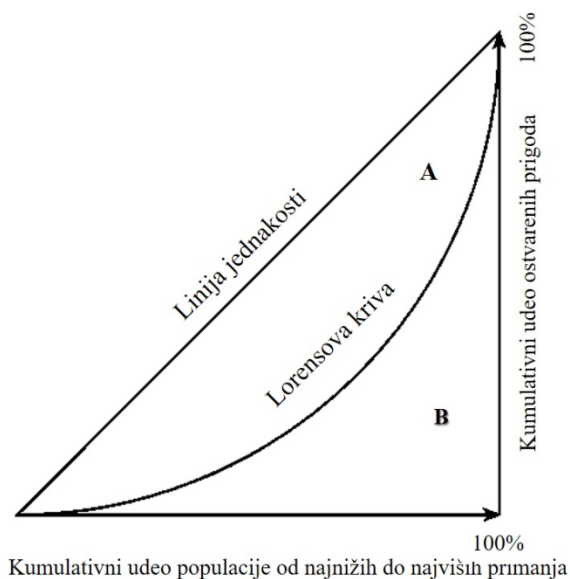
Gini koeficijent je 1912. godine razvio italijanski statističar *Corrado Gini* i on je najpopularnija i široko korišćena mera nejednakosti [53]. Gini koeficijent pokazuje nejednakost raspodele prihoda u zemlji, odnosno u kojoj meri distribucija prihoda odstupa od potpuno jednake raspodele. Vrednost 0 ili 0% predstavlja savršenu jednakost, vrednost 1 ili 100% savršenu nejednakost [54]. Lorensova kriva obično matematički definiše Gini koeficijent, tako što crta udeo ukupnog dohotka stanovništva koji je kumulativno ostvaren, od najsiromašnijih do najbogatijih članova populacije (Slika 8).

Tako se Gini koeficijent može izračunati odnosom površine koja leži između linije jednakosti i Lorencove krive (označene sa A na slici) sa ukupnom površinom ispod linije jednakosti (označene sa A i B na slici), prema sledećoj formuli [55]:

$$G = A/(A+B)$$

Međutim, Svetska banka navodi da Gini koeficijenti nisu jedinstveni, tako da dve Lorensove krive mogu dati isti koeficijent, moguće je da raste Gini koeficijent zemlje u razvoju (usled sve veće nejednakosti prihoda), dok se broj ljudi u apsolutnom siromaštvu smanjuje i dr. To je zbog činjenice da Gini koeficijent

meri relativno, a ne apsolutno bogatstvo [56]. Zbog toga Svetska banka u svom *Gini indexu* obezbeđuje da podaci budu što više uporedivi, gde god je moguće koristi se potrošnja umesto prihoda, kao značajno bolji pokazatelj, naročito u zemljama u razvoju. Na osnovu raspoloživih podataka u Srbiji je *Gini index* iznosio 28% 2009. godine, 29% 2010. i 2013. godine i 28.5% 2015. godine. Radi poređenja, najviši *Gini index* u analiziranom periodu Svetske banke zabeležen je u Južnoj Africi (63%, 2014), a najniži u Ukrajni (25%, 2016).



Slika 5. Gini koeficijent i Lorensova kriva

Izvor: Dabla-Norris et al., 2015.

Indikatori međugeneracijske jednakosti značajni su za praćenje ostvarenja cilja, da do 2030. godine bude 27% energije iz obnovljivih izvora, kao što je udeo obnovljive energije u ukupnoj proizvodnji ili potrošnji primarne energije. Na osnovu iznetih indikatora mogu se pratiti sve četiri dimenzije održivog razvoja prema Brundtlandovoj komisiji: obezbeđenje dugoročne ekološke održivosti (ekološki otisak), zadovoljenje osnovnih ljudskih potreba (Indeks ljudskog razvoja), promovisanje unutargeneracijske jednakosti (Gini koeficijent) i promovisanje međugeneracijske jednakosti (udeo obnovljive energije u primarnoj proizvodnji ili potrošnji energije).

Globalni okvir indikatora za ciljeve održivog razvoja i Agende za održivi razvoj 2030, ustanovljen je 2017. godine i na listi se trenutno nalazi 232 indikatora (*Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development*) [57]. Savremena stremljenja ka održivom razvoju usmerena su u odnosu na ciljeve održivog razvoja i Agende 2030, u kojoj je definisano usavršavanje postojećih i razvoj novih indikatora održivog razvoja, nakon zasedanja Statističke komisije u martu

2019. godine. Poslednjih godina se u kompozitne indikatore održivog razvoja sve više integrišu indikatori zaštite i održivosti životne sredine.

5. Indikatori cirkularne ekonomije

S obzirom na ne tako dugu istoriju koncepta cirkularne ekonomije, indikatori cirkularne ekonomije se kontinuirano razvijaju i usavršavaju. Evropska komisija je 2015. godine izradila Akcioni plan cirkularne ekonomije, koji je namenjen praćenju i merenju dostignuća u cirkularnoj ekonomiji u državama članicama [58]. Međutim, nedostatak akcionog plana su odgovarajući kompozitni indikatori na nacionalnom nivou. Zbog toga se u nastavku navode neki od primera kompozitnih indikatora koji direktno ili indirektno mere specifične segmente cirkularne ekonomije, a koje su konstruisali različiti autori ili institucije.

Indikator globalnih resursa (engl. *Global Resource Indicator* – GRI) je kombinacija iscrpljivanja resursa i mogućnosti recikliranja, kao kvantitativnih vrednosti, dostupnost resursa i stopa reciklaže, dok se geopolitička dostupnost resursa i njihova ravnomerna distribucija klasifikuju kao kvalitativna kategorija [58].

Indeks održive kružnosti (engl. *Sustainable Circular Index* – SCI) se zasniva na izveštajima o održivosti, prema metodologiji koja uključuje ponderisanje informacija i faktore koji se utvrđuju u konsultaciji sa eksperetima [58].

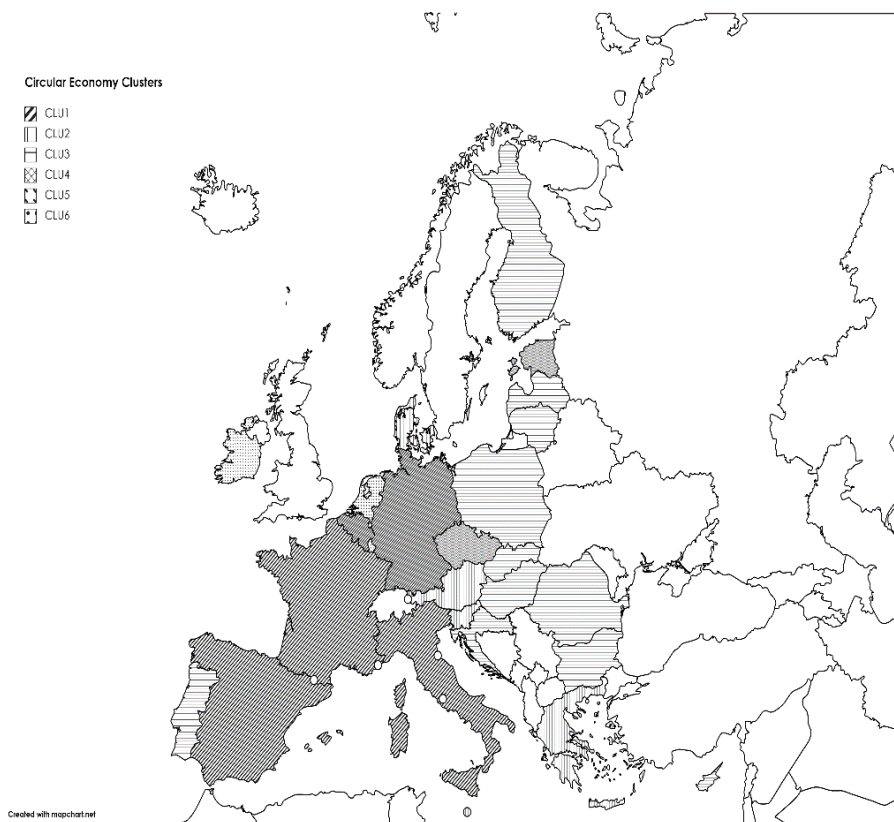
Lista može uključiti i brojne kompozitne indikatore zasnovane na indeksnim metodama, kao što su: Indeks performansi životne sredine (engl. *Environmental Performance Index* – EPI), Indeks održivosti životne sredine (engl. *Environmental Sustainability Index* – ESI), Indeks održivog procesa (engl. *Sustainable Process Index* – SPI), Indeks ugrađene energije (engl. *Embodied Energy Index* – EEI), kao i mnoge druge. Savetodavno veće evropskih akademija za nauku (engl. *European Academies' Science Advisory Council* – EASAC) predložilo je kombinaciju sledećih indikatora za kompozitni indikator cirkularne ekonomije [58]:

- energetska produktivnost,
- BDP po glavi stanovnika,
- stopa recikliranja resursa,
- količina emisije CO₂.

Ipak, najveći iskorak u Evropi u oblasti indikatora cirkularne ekonomije, napravio je *Eurostat* (engl. *Statistical office of the European Union*), koji je u okviru statističke politike Evropske unije razvrstao set indikatora cirkularne ekonomije (tematska oblast cirkularna ekonomija) u pet tematskih celina:

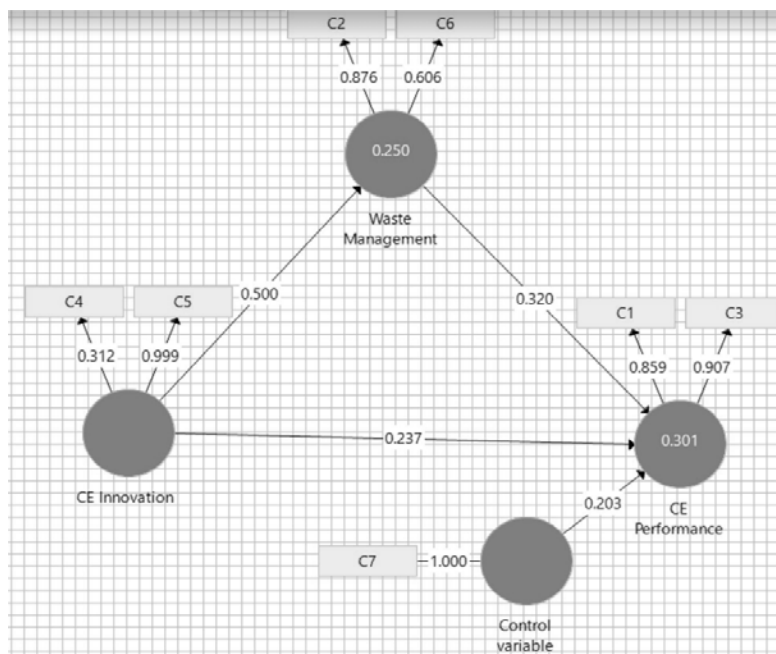
- proizvodnja i potrošnja,
- upravljanje otpadom,
- sekundarne sirovine,
- konkurentnost i inovativnost i
- globalna održivost i otpornost.

Na osnovu analize vrednosti četiri odabrana *Eurostat* indikatora cirkularne ekonomije (produktivnost resursa, stopa reciklaže komunalnog otpada, stopa kružne upotrebe materijala, stopa reciklaže otpada – isključujući veliki mineralni otpad) izvršeno je mapiranje klastera na nivou EU27 država. Rezultati klaster analize, prikazani na slici 6, dobijeni su uz pomoć SPSS IBM 26.0 softvera i pokazuju da su države EU27 podeljene u 6 klastera, a najbolje rangirana je Holandija (država-klaster) sa najvišim vrednostima indikatora [59].



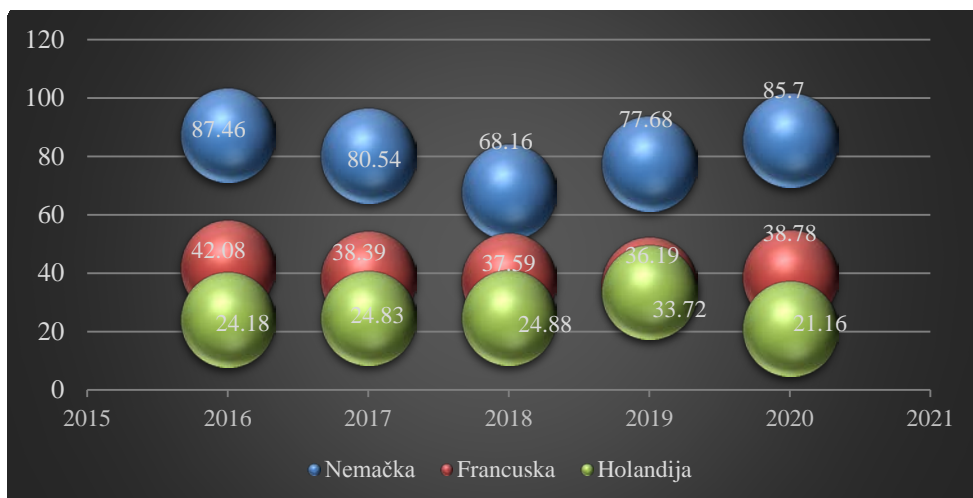
Slika 6. Evropska mapa klastera na osnovu indikatora cirkularne ekonomije
Izvor: Vranjanac & Radjenovic, 2022.

Daljim istraživanjem mogućnosti modeliranja indikatora cirkularne ekonomije, takođe na osnovu vrednosti *Eurostat* indikatora (produktivnost resursa, stopa reciklaže komunalnog otpada, stopa kružne upotrebe materijala, privatne investicije, radna mesta i bruto dodata vrednost u sektorima cirkularne ekonomije: dodata vrednost po faktorskoj ceni-procent BDP-a, patenti koji se odnose na reciklažu i sekundarne sirovine, stopa reciklaže otpada, isključujući veliki mineralni otpad i proizvodnja komunalnog otpada po glavi stanovnika), uz pomoć softvera *SmartPLS* utvrđena je pozitivna korelacija između inovacija u cirkularnoj ekonomiji i performansi cirkularne ekonomije. Rezultati analize su prikazani na slici 7 [60].



Slika 7. SmartPLS softver model indikatora cirkularne ekonomije
Izvor: Vranjanac i dr., 2023.

Zbog značaja primene inovacija za cirkularnu ekonomiju, na slici 8 prikazana je komparativna analiza država Evropske unije (Nemačka, Francuska i Holandija), na osnovu indikatora cirkularne ekonomije u oblasti konkurentnosti i inovacija: *Patenti koji se odnose na reciklažu i sekundarne sirovine (broj патената) od 2016. do 2020. godine.*



Slika 8. Broj патената koji se odnose na reciklažu i sekundarne sirovine od 2016. do 2020. godine u Nemačkoj, Francuskoj i Holandiji
Izvor: Vranjanac i dr., 2023.

Rezultati komparativne analize pokazuju da su vrednosti indikatora *Patenti koji se odnose na upravljanje otpadom i reciklažu* veće u Nemačkoj, nego u Francuskoj i Holandiji. U Holandiji je maksimalna vrednost u okviru ovog pokazatelja bila 2019. godine (33,72 patenta). Maksimalna vrednost u okviru ovog indikatora u Francuskoj je bila 2016. godine (42,08 patenata). U Nemačkoj je maksimalna vrednost u okviru ovog pokazatelja bila 2016. godine (87,45 patenata) i 2020. godine (85,7 patenata) [61].

6. Indikatori energetske efikasnosti

Analiza odnosa i sinergija između indikatora energetske efikasnosti i indikatora cirkularne ekonomije može dati dragocene uvide u to kako ovi koncepti međusobno jačaju i doprinose održivom razvoju. U ovom delu rada se ističe značaj i uloga indikatora energetske efikasnosti za razvoj cirkularne ekonomije. Razumevanjem njihove međuzavisnosti, proces zelene tranzicije se može učiniti efikasnijim i efektivnijim.

Energetska efikasnost se odnosi na efikasno korišćenje energetske resursa radi postizanja željenih rezultata, uz minimiziranje gubitaka energije. Uključuje optimizaciju obrazaca potrošnje energije i smanjenje gubitaka energije u različitim sektorima, uključujući industriju i saobraćaj. Energetska efikasnost je od ključnog značaja za održivi razvoj iz nekoliko razloga. Pобољшanje energetske efikasnosti na prvom mestu pomaže u ublažavanju klimatskih promena smanjenjem emisija štetnih gasova. Smanjenjem potrošnje energije potrebno je manje sagorevanje fosilnih goriva, što rezultira manjim emisijama ugljen-dioksida i drugih zagađivača. To doprinosi globalnim naporima u borbi protiv klimatskih promena i postizanju međunarodnih klimatskih ciljeva. Potom, energetska efikasnost ima značajnu ulogu u energetske sigurnosti. Smanjenjem potrošnje energije, društva mogu smanjiti svoju zavisnost od uvoznih energetske izvora, povećati energetske nezavisnost i povećati otpornost na volatilnost cena energije i prekide u snabdevanju energijom. Na trećem mestu, energetska efikasnost pruža ekonomske benefite. Može dovesti do ušteda troškova, smanjenjem energetske izdataka za pojedince, preduzeća i cele države. Dodatno, stimuliše inovacije, otvaranje radnih mesta i ekonomski rast u energetske efikasnim industrijama i sektorima [62–67].

S tim u vezi, neophodno je istaći često korišćene indikatore energetske efikasnosti, kao što su: energetske intenzitet i potrošnja energije po jedinici izlaza. Energetske intenzitet meri potrošnju energije po jedinici ekonomskog izlaza ili aktivnosti. To je često korišćeni indikator za procenu energetske efikasnosti različitih sektora. Smanjenje intenziteta energije ukazuje na poboljšanu energetske efikasnost i smanjeni ekološki uticaj po jedinici ekonomske proizvodnje. Indikator koji se odnosi na potrošnju energije po jedinici izlaza upoređuje količinu potrošene energije sa postignutim rezultatom ili performansom. Omogućava procenu poboljšanja energetske efikasnosti u specifičnim procesima, sistemima ili opremi. Praćenje potrošnje energije po jedinici izlaza pomaže u identifikaciji

područja za sticanje efikasnosti i podržava sprovođenje ciljanih mera za uštedu energije. Indikator koji ukazuje na uštedu energije ostvarenu kroz specifične mere ili inicijative kvantifikuje uštedu energije iz specifičnih mera, programa ili politika energetske efikasnosti. Pomaže u proceni efikasnosti inicijativa energetske efikasnosti i usmerava procese donošenja odluka identifikacijom uspešnih strategija i područja za poboljšanje.

Navedeni indikatori energetske efikasnosti pružaju značajne uvide u poboljšanje energetske performansi, poboljšanje efikasnosti i efektivnost praksi i politika upravljanja energijom. Služe kao ključni alati za donosioce odluka, preduzeća i pojedince u proceni inicijativa za uštedu energije, praćenju napretka, postavljanju ciljeva i donošenju informisanih odluka u cilju postizanja energetske efikasnosti i održive budućnosti.

Zaključak

Brojni izazovi u ekonomiji i zaštiti životne sredine, pre svega u oblasti upravljanja otpadom i prirodnim resursima, ali i potreba da se kauzalne veze između ekološkog i društvenog sistema analiziraju u celini, prouzrokovali su kreiranje i praćenje posebnih indikatora cirkularne ekonomije. Međutim, u multidisciplinarnim oblastima, tehnike merenja posebno dolaze do izražaja zbog nesavršenosti razvijenih merila. Zadatak indikatora ekosocijalnog sistema je da prate i analiziraju kompleksne veze i odnose unutar sistema, na osnovu kojih se mogu doneti relevantni zaključci i adekvatne odluke. Tradicionalni indikatori ekosocijalnog sistema su postali neodrživi zbog činjenice da ne uzimaju u razmatranje kapacitet društva sa jedne, ili kapacitet životne sredine i prirodnih resursa, sa druge strane. S tim u vezi, sve su prisutniji kompozitni indikatori, koji se koriste za ilustraciju složenih i teško merljivih koncepata, kao što je cirkularna ekonomija.

Sprovedena analiza indikatora cirkularne ekonomije je od suštinske važnosti za procenu efikasnosti javnih politika, poslovnih strategija i ponašanja potrošača u cilju ostavriavanja održive i otporne budućnosti. Obuhvaćeni set indikatora (ekonomski indikatori, indikatori održivog razvoja, indikatori energetske efikasnosti) pruža merljiv okvir za merenje performansi različitih aspekata cirkularne ekonomije. Indikatori cirkularne ekonomije se posmatraju u ekosocijalnom sistemu kao alati za procenu napretka i identifikaciju područja za unapređenje.

Neki od najznačajnijih ekonomskih indikatora su: bruto domaći proizvod, industrijska proizvodnja, domaća i međunarodna trgovina, tržište rada, devizni kurs, platni bilans, indikatori ekonomske nejednakosti, ekonomičnost, novčani tokovi, EBIDTA i dr.

Ujedinjene nacije se smatraju vodećom institucijom u razvoju indikatora održivog razvoja, kao što su indeks ljudskog razvoja i ekološki otisak. Ekološki otisak se koristi kao indikator očuvanja dugoročne ekološke održivosti, tako što

prati ljudske potrebe u biosferi, upoređujući potrošnju sa regenerativnim kapacitetom ili biofizičkim kapacitetom Zemlje. Dakle, ekološki otisak meri koliko je potrebno prostora za proizvodnju resursa koje konzumiramo i odlažemo. Ukoliko ekološki otisak stanovništva premašuje biokapacitet regiona, taj region ima ekološki deficit. S druge strane, ukoliko biokapacitet regiona prelazi njegov ekološki otisak, on ima ekološku rezervu. S tim u vezi, razlikuje se ukupni ekološki otisak proizvodnje jedne zemlje (zbir ekološkog otiska svih kategorija proizvoda) i ekološki otisak potrošnje (procenjuje se izračunavanjem zbira ekološkog otiska svega što je proizvedeno u nekoj zemlji i ekološkog otiska ostvarenog u uvozu i oduzimanjem ekološkog otiska utrošenog u izvozu). Rezultati istraživanja pokazuju da je za pokrivanje ekološkog deficita na Zemlji potrebno 1.72 planete, ako svetsko stanovništvo nastavi da živi istim načinom života kao danas.

Poboljšanje energetske efikasnosti pomaže u ublažavanju klimatskih promena smanjenjem emisija štetnih gasova i ima značajnu ulogu u ostvarivanju energetske sigurnosti. Smanjenjem potrošnje energije može se smanjiti zavisnost od uvoznih energetske izvora i može se povećati otpornost na volatilitnost cena energije, kao i na prekide u snabdevanju energijom. Na kraju (ali ne i po značaju poslednje) je to, da energetska efikasnost omogućava brojne ekonomske koristi, kao što je smanjenje troškova, stimulisanje inovativnih rešenja, otvaranje novih radnih mesta i ekonomski rast u energetski efikasnim industrijama i sektorima. Indikatori energetske efikasnosti (energetski intenzitet, potrošnja energije po jedinici izlaza) pružaju značajne uvide u poboljšanje energetske performansi i unapređenje politika upravljanja energijom.

Indikatori cirkularne ekonomije se kontinuirano razvijaju i usavršavaju. Među najznačajnijim indikatorima cirkularne ekonomije mogu se navesti: *Indikator globalnih resursa*, *Indeks održive kružnosti*, *Indeks performansi životne sredine*, *Indeks održivosti životne sredine*, *Indeks održivog procesa*, *Indeks ugrađene energije* i drugi. Savetodavno veće evropskih akademija za nauku (*The European Academies' Science Advisory Council – EASAC*), predložilo je kombinaciju sledećih indikatora za kompozitni indikator cirkularne ekonomije: energetska produktivnost, BDP po glavi stanovnika, stopa recikliranja resursa, količina emisije CO₂.

Najveći doprinos u razvoju indikatora cirkularne ekonomije dao je *Eurostat* (engl. *Statistical office of the European Union*), koji integriše sledeće: proizvodnju i potrošnju; upravljanje otpadom; sekundarne sirovine; konkurentnost i inovativnost; globalnu održivost i otpornost. Uvažavajući metodologiju koju predlaže *Eurostat*, spvoređena je klaster analiza koja je pokazala da su države EU27 podeljene u 6 klastera, a najbolje rangirana je Holandija, sa najvišim vrednostima obuhvaćenih indikatora cirkularne ekonomije. U nastavku istraživanja, ispitane su mogućnosti modeliranja indikatora cirkularne ekonomije, na osnovu vrednosti *Eurostat* indikatora (produktivnost resursa, stopa reciklaže

komunalnog otpada, stopa kružne upotrebe materijala, privatne investicije, radna mesta i bruto dodata vrednost u sektorima cirkularne ekonomije: dodata vrednost po faktorskoj ceni-procentat BDP-a, patenti koji se odnose na reciklažu i sekundarne sirovine, stopa reciklaže otpada, isključujući veliki mineralni otpad i proizvodnja komunalnog otpada po glavi stanovnika). Korišćenjem softvera *SmartPLS* dokazana je pozitivna korelacija između inovacija u cirkularnoj ekonomiji i performansi cirkularne ekonomije. Na kraju, imajući u vidu značaj primene inovacija za razvoj cirkularne ekonomije, izvršena je komparativna analiza odabranih država Evropske unije u petogodišnjem periodu, prema indikatoru: *broj patenata koji se odnose na reciklažu i sekundarne sirovine*. Rezultati komparativne analize pokazuju da je Nemačka lider u Evropi kada je reč o ostvarenim rezultatima u oblasti cirkularne ekonomije, mereno brojem patenata koji se odnose na upravljanje otpadom i reciklažu (u Nemačkoj je vrednost pokazatelja u 2016. godini bila 87,45 patenata, dok je 2020. godine bilo 85,7 patenata).

Literatura

- [1] Howarth, P., Redgrave, F. 2008. Metrology – in short, 3rd Edition. EURAMET project 1011.
- [2] Zeković, Lj., Savović, S., Belča I. 2003. Osnovi metrologije. Prirodno-matematički fakultet Kragujevac.
- [3] Tasić, D., Živković, V. Osnovi metrologije. 2000. Savezni zavod za mere i dragocene metale, Beograd.
- [4] Direkcija za mere i dragocene metale, Ministarstvo privrede, Beograd, 2019. Dostupno na: <http://www.dmdm.rs/cr/Istorijat.php> Pristuljeno: 28.6.2023.
- [5] Stević, M. 2006. Povećanje tačnosti merenja numerički upravljanih mernih mašina. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu.
- [6] Rowlett, Russ. 2005. A Dictionary of Units of Measurement. Russ Rowlett and the University of North Carolina at Chapel Hill.
- [7] Terzić, M., Forkapić, S. 2017. Uvod u metrologiju i standardizaciju. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Departman za grafičko inženjerstvo i dizajn, Grafički centar GRID.
- [8] International Vocabulary of Metrology - Basic and General Concepts and Associated Terms, 3rd edition, 2008, JCGM 200:2008, also published by ISO as ISO/IEC Guide 99-12:2007 International Vocabulary of Metrology - Basic and General Concepts and Associated Terms.
- [9] Perović, G. 2015. Teorija grešaka merenja. AGM knjiga, Beograd.
- [10] Popović, P., Živković, V. 2011. Osnovi standardizacije i metrologije. Univerzitet Singidunum, Beograd.
- [11] Cobb, W.C., Rixford, C. 1998. Lessons learned from the history of social indicators. Redefining progress, San Francisco, CA. https://www.researchgate.net/publication/228798417_Lessons_Learned_from_the_History_of_Social_Indicators
- [12] Bateson, G. 1979. Mind and Nature: A necessary unit. Доступно на: <http://www.oikos.org/mind&nature.htm>, Приступљено: 12. Августа 2019.

- [13] Berkes, F., Colding, J., and Folke, C. 2003. Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- [14] Folke, C. 2006. Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analysis. *Global Environmental Change*, Vol. 16, pp. 253–267.
- [15] Juster, F.T. 2015. Data Bases and Statistical Systems: Economics (General). In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition)*, pp. 742-750.
- [16] Veljković, N. 2004. Indeks razvoja ekoaglomeracija kao indikator održivog razvoja. Doktorska disertacija, Fakultet zaštite na radu u Nišu.
- [17] Hammond, A., Adriaanse, A., Rodenburg, E., Bryant, D., Woodward, R., 1995., *Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development*, World Resources Institute, New York Avenue, Washington, D.C. 20006. ISBN 1-56973-026-1
- [18] Vranjanac, Ž., Indeks težine povreda na radu kao indikator stanja zaštite na radu (Index of occupational injuries as an indicator of safety at work), Fakultet zaštite na radu u Nišu, 2013, str. 8 (in serbian).
- [19] Boulanger, M.P. 2008. Sustainable development indicators: a scientific challenge, a democratic issue. *SAPIENS*, Vol 1., No. 1, pp. 45-59.
- [20] Vranjanac, Ž., Overview of indicator development in the fields of sustainable development and environmental protection, *Facta Universitatis, Series: Working and Living Environmental Protection*, 2019, Vol. 16, No 3, pp. 193- 198. ISSN: 2406-0534, DOI: <https://doi.org/10.22190/FUWLEP1903193V>
- [21] Guide to statistics in European Commission development co-operation, 2017 edition. Collection: Manuals and guidelines, EUROSTAT, 2017, Brussels, Belgium.
- [22] Development of Indicators for Monitoring Progress towards Health for All by the year 2000, World Health Organization, 1981, Geneva, Switzerland.
- [23] Reader's guide Definition of OECD indicators of agricultural support, In *Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2017*, OECD, 2017, OECD Publishing, Paris, France. https://doi.org/10.1787/agr_pol-2017-2-en
- [24] FFP Indicators Handbook, Part II: Annual Monitoring Indicators, USAID, 2017, Washington, D.C., United States.
- [25] Juster, F.T. 2015. Data Bases and Statistical Systems: Economics (General). In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition)*, pp. 742-750.
- [26] Wright, D.F. 2016. Economics. In *Researching Developing Countries*, pp. 25-55.
- [27] World Development Indicators (WDI). 2019. The World Bank database.
- [28] Bouwens, J., Kok T., Verriest A. 2019. The Prevalence and Validity of EBITDA as a Performance Measure. *Dans Comptabilité - Contrôle - Audit 2019/1*, Tome 25, pp. 55 – 105.
- [29] Chan, P.C.A., Chan, P.L.A. 2004. Key performance indicators for measuring construction success. *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 11, No. 2, pp. 203-221. <https://doi.org/10.1108/14635770410532624>
- [30] WCED. 1987. *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford.

- [31] Hopwood, B., Mellor, M. O'Brien, G. 2005. Sustainable development: mapping different approaches. *Sust. Dev.*, Vol. 13, pp. 38-52.
- [32] Redclift, M. 2005. Sustainable development (1987–2005): an oxymoron comes of age. *Sus. Dev.*, Vol. 13, pp. 212-227.
- [33] Lafferty, M. W. 2004. *Governance for Sustainable Development. The Challenge of Adapting Form to Function*, Elgar, Cheltenham.
- [34] Ruhil, R. 2017. Millennium Development Goals to Sustainable Development Goals: Challenges in the Health Sector. *International Studies* 52(1–4), 2017 Jawaharlal Nehru University, SAGE Publication SAGE, pp. 118-135.
- [35] UN. 2007. *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, Third Edition*. United Nations publication Sales No. E.08.II.A.2, New York.
- [36] Osberg, L., Sharpe A. 2002. An index of economic well-being. *The Journal of Social Health*, Vol. 1, No. 2, spring, pp. 24–62.
- [37] Prescott-Allen, R. 2001. *The Wellbeing of Nations: A Country-by-Country Index of Quality of Life and the Environment*. Island Press, Washington D.C.
- [38] Daly, H., Cobb Jr B.J. 1990. *For the Common Good*, Green Print. The Merlin Press, London.
- [39] UNDP. 2011. *Sustainability and Equity: A Better Future for All*. Human Development Report 2011, United Nations Development Programme, New York.
- [40] Gaye, A., Klugman, J., Kovacevic, M., Twigg, S., Zambrano, E. 2010. *Measuring Key Disparities in Human Development: The Gender Inequality Index*. Human Development Research Paper. UNDP-HDRO, New York. http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdrp_2010_46.pdf
- [41] UNDP. 2018. *Human Development Indices and Indicators. 2018. Statistical Update*. United Nations Development Programme, New York.
- [42] UNDP. 2016. *Human Development Report 2016*. United Nations Development Programme, New York.
- [43] UNDP. 2019. *Human Development Data (1990-2017)*. United Nations Development Programme, New York. Available from: [http://www.hdr.undp.org/en/dataAssessed:01 August 2019](http://www.hdr.undp.org/en/dataAssessed:01August2019).
- [44] WWF. 2012. *Living Planet Report 2012*. World Wide Fund for Nature, Gland.
- [45] EEA. 2012. *Ecosystem resilience and resource efficiency in a green economy in Europe*. Environmental Indicator report 2012. European Environment Agency, Copenhagen.
- [46] Lin, D., Hanscom, L., Martindill, J., Borucke, M., Cohen, L., Galli, A., Lazarus, E., Zokai, G., Iha, K. Eaton, D., Wackernagel M. 2018. *Working Guidebook to the National Footprint Accounts*. Global Footprint Network, Oakland.
- [47] Lin, D., Hanscom, L., Murthy, A., Galli, A., Evans, M., Neill, E., Mancini, M., Martindill, J., Meduar, F-Z., Huang, S., Wackernagel M. 2018. *Ecological Footprint Accounting for Countries: Updates and Results of the National Footprint Accounts, 2012–2018*. Resources 2018, Vol. 7, No. 58.
- [48] NFA. 2018. *National Footprint Account. 2018 edition*. Global Footprint network, Oakland.
- [49] Global Footprint Network. 2019. *Open data base*. Available from: [http://data.footprintnetwork.org/#/Assessed:02 Jun 2023](http://data.footprintnetwork.org/#/Assessed:02Jun2023).

- [50] Vranjanac Ž., Vasović D., Janačković G., Živković N., Malenovic-Nikolic J., Comparative Analysis of Selected Environmental Indicators within Adjusted Savings in Serbia and Romania, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 2019, Vol. 20, No. 2, pp. 906–911.
- [51] UNDP. 2010. *The Real Wealth of Nations: Pathways to Human Development*. Human Development Report 2010. United Nations Development Programme, New York.
- [52] Holden, E., Linnerud, K., Banister, D. 2014. Sustainable development: Our Common Future revisited. *Global Environmental Change*, Vol. 26, pp. 130-139.
- [53] Ultsch, A., Lotsch, J. 2017. A data science based standardized Gini index as a Lorenz dominance preserving measure of the inequality of distributions. *PLoS One*, 2017, Vol. 12, No. 8.
- [54] Bellu, L.G., Liberati, P. 2005. *Inequality Analysis: The Gini Index*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO.
- [55] Dabla-Norris E, Kochhar K, Suphaphiphat N, Ricka F, Tsounta E. 2015. Causes and consequences of income inequality: A global perspective. International Monetary Fund, Washington, DC.
- [56] Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development. A/RES/71/313E/CN.3/2018/2E/CN.3/2019/2
- [57] Vranjanac, Ž., Velimirović L., Stanković, M. (2022). Guideline for Constructing Composite Indicators that measure Circular Economy Performance. *Facta Universitatis Series: Working and Living Environmental Protection*, Vol. 19, No. 1, pp. 001-007.
- [58] Vranjanac, Ž., Rađenović, Ž. (2022). EU countries hierarchical clustering towards circular economy performance indicators. *Facta Universitatis Series: Working and Living Environmental Protection*, Vol. 19, No. 3, pp. 149-155.
- [59] Vranjanac, Ž., Rađenović, Ž., Rađenović, T., & Živković, S. 2023. Modeling circular economy innovation and performance indicators in European Union countries. *Environ Sci Pollut Res*, pp. 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26431-5>.
- [60] Vranjanac, Ž., Vasović, D., Rađenović, T., & Živković, S. 2023. Comparative analysis of environmental indicators within circular economy in EU countries, *Proceedings of the Tenth International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics (CEMEPE 2023) and SECOTOX Conference*, Skiathos Island, Greece, 5-9 June, pp. 15.
- [61] Silvestri, L., Silvestri, C., Forcina, A., & De Luca, C. 2022. A review of energy-based indicators for assessing sustainability and circular economy in the agri-food production. *Procedia Computer Science*, 200, pp.1756-1765.
- [62] Preisner, M., Smol, M., Horttanainen, M., Deviatkin, I., Havukainen, J., Klavins, M., Ozola-Davidane, R., Kruopiene, J., Szatkowska, B., Appels, L., Houtmeyeres, S., & Roosalu, K. 2022. Indicators for resource recovery monitoring within the circular economy model implementation in the wastewater sector. *Journal of Environmental Management*, 304, pp.114261.
- [63] Silvestri, C., Silvestri, L., Piccarozzi, M., & Ruggieri, A. 2022. Toward a framework for selecting indicators of measuring sustainability and circular economy in the agri-food sector: a systematic literature review. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, pp.1-39.

- [64] Fernando, Y., Tseng, M. L., Aziz, N., Ikhsan, R. B., & Wahyuni-TD, I. S. 2022. Waste-to-energy supply chain management on circular economy capability: an empirical study. *Sustainable Production and Consumption*, 31, pp.26-38.
- [65] Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. 2016. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner production*, 114, pp.11-32.
- [66] Brändström, J., & Saidani, M. 2022. Comparison between circularity metrics and LCA: A case study on circular economy strategies. *Journal of Cleaner Production*, 371, pp.133537.

CIRCULAR ECONOMY INDICATORS IN ECOSOCIAL SYSTEM

Abstract: *The concept of the circular economy is becoming increasingly relevant worldwide, considering the growing demand for incorporating materials, resources, and energy from renewable sources into end products. In parallel with the dimensions of sustainable development, the concept of the circular economy in an ecosocial system requires appropriate indicators. Circular economy indicators can be classified into economic indicators, indicators of sustainable development, and environmental protection indicators. Individual and composite indicators of the circular economy aim to monitor progress in achieving the principles of the multidimensional concept of the circular economy. Due to its interdisciplinary nature, the concept of the circular economy requires indicators that will track sustainable production and consumption, waste management, secondary raw materials, material circularity, as well as innovations in this field. By reviewing relevant literature in this area, the paper first presents a brief overview of the development of metrology and the emergence of indicators. It provides terminological definitions and the application of analyzed indicators of the circular economy. The main goal of the paper is to emphasize the significance and better understanding of circular economy indicators, as well as highlight opportunities for their application and modeling using modern software packages in both theory and practice.*

Keywords: *sustainable consumption, measurement, economic indicators, environmental protection, energy efficiency*

4. PRIMENA METODA ZA VIŠEKRITERIJUMSKO ODLUČIVANJE U EVALUACIJI PERFORMANSI INDIKATORA CIRKULARNE EKONOMIJE

Žarko Rađenović^{1*}, Milena Rajić²

¹Inovacioni centar, Univerzitet u Nišu, Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, Srbija

²Mašinski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija

Rezime: *Koncept cirkularne ekonomije dobija sve veću pažnju kao održiv ekonomski model, koji ima za cilj minimiziranje potrošnje resursa i generisanje otpada, promovišući istovremeno održivi ekonomski rast organizacija. Međutim, procena performansi dosadašnjih inicijativa cirkularne ekonomije zahteva sveobuhvatnu evaluaciju i analizu više kriterijuma i pokazatelja. Ovaj rad istražuje primenu metoda višekriterijumskog odlučivanja MCDM (engl. multi-criteria decision making) u evaluaciji pokazatelja performansi indikatora cirkularne ekonomije. Razmatra se važnost metoda višekriterijumskog odlučivanja, prikazane su relevantne studije slučaja i istaknute su prednosti i izazovi povezani sa njihovom implementacijom. Korišćenjem PROMETHEE metoda za višekriterijumsko odlučivanje, uz pomoć softverskog paketa Visual PROMETHEE Academic, donosioci odluka, istraživači i praktičari mogu efikasno proceniti performanse cirkularne ekonomije privrednih subjekata i podržati donošenje odluka u pravcu održive budućnosti. Shodno tome, cilj ovog istraživanja odnosi se na rangiranje zemalja EU27 na osnovu seta indikatora cirkularne ekonomije primenom pomenute MCDM metode, i na otkrivanje one alternative koja ima najbolji međusobni odnos pokazatelja performansi cirkularne ekonomije. Težinski koeficijenti za pomenute indikatore, koji su uključeni u MCDM model, proračunati su primenom PCA (principal component analysis) metode. Optimalna alternativa, nakon sprovedene analize, je Litvanija, kao članica EU27, koja je pokazala značajan iskorak u implementaciji principa cirkularne ekonomije u analiziranom petogodišnjem periodu 2017–2021. god.*

Ključne reči: *cirkularna ekonomija, indikatori cirkularne ekonomije, metode za višekriterijumsko odlučivanje, PROMETHEE, PCA*

* Kontakt mejl: z_radjenovic89@outlook.com

Uvod

Koncept cirkularne ekonomije je nastao kao održivo rešenje problema ograničenih resursa. Neprilagodljivost linearnog modela koji je u upotrebi, tj. koncepta „uzmi–napravi–odloži” potrošnje resursa, a samim tim i generisanja otpada, takodje je uticao na potrebu nastanka modela cirkularne ekonomije [1–3]. Cirkularna ekonomija ima za cilj stvaranje regenerativnog i održivog sistema, koji promoviše efikasnost korišćenih resursa (materijalnih, energetskih, procesnih i ljudskih), smanjuje otpad i podstiče ekonomsku održivost poslovnog modela organizacije [4]. Kratak pregled osnova i ključnih principa koji leže u osnovi koncepta cirkularne ekonomije, biće izložen u nastavku.

Neophodno je označiti prelazak sa linearnog na cirkularni model. Linearni model, koji podrazumeva korišćenje raspoloživih resursa i sirovina, proizvodnju dobara i odlaganje otpada, doveo je do velike potrošnje resursa, nemerljivih negativnih uticaja na životnu sredinu i do globalne ekonomske krize usled neefikasnosti. Prepoznajući potrebu za održivim pristupom, koncept cirkularne ekonomije je dobio na važnosti [5–7]. Cirkularna ekonomija predviđa prelazak sa linearnog modela na sistem zatvorenog kruga, u kojem se resursi čuvaju, optimalno koriste, ponovno upotrebljavaju i recikliraju. Koncept promoviše prelazak na cirkularne prakse (kao što su dizajn proizvoda za dugotrajnost, recikliranje i preradu), poseban dizajn procesa i proizvoda sa minimalnim korišćenjem resursa, kao i potrebu obnovljivih izvora energije [8].

Cirkularna ekonomija se vodi korišćenjem ključnih principa koji čine osnovu njene implementacije [9, 10]. Na prvom mestu se ističe eliminacija otpada i zagađenja dizajnom proizvoda. Cirkularna ekonomija naglašava važnost dizajniranja proizvoda i sistema koji minimiziraju stvaranje otpada i zagađenje tokom celog životnog ciklusa proizvoda. Ovaj princip posebno ističe korišćenje održivih materijala koji se mogu reciklirati, kao i eliminisanje svih korišćenih štetnih supstanci. Drugi princip je potreba za održavanjem proizvoda i materijala u samoj upotrebi. Cirkularna ekonomija naglašava produžetak životnog ciklusa proizvoda i maksimalno korišćenje postojećih resursa. To se može postići strategijama poput popravke, obnove materijala i/ili prepravke, kao i promovisanjem platformi za deljenje, prediktivnim održavanjem mašina u proizvodnji i strategijom cirkularnih poslovnih modela koji omogućavaju pristup proizvodima, umesto dosadašnjeg posedovanja [11–17]. Sledeći princip predstavlja korišćenje obnovljivih prirodnih resursa. Cirkularna ekonomija prepoznaje ograničenu prirodu prirodnih resursa i ima za cilj obnovu i regeneraciju ekosistema. Podstiče upotrebu obnovljivih resursa, odgovorno iskorišćavanje resursa i usvajanje regenerativnih praksi koje minimiziraju negativne uticaje na životnu sredinu. Princip koji je neophodno posebno istaći, predstavlja zatvaranje procesnog kruga kroz postupke recikliranja i povraćaja materijala, energije u postojeći ciklus. Principi cirkularne ekonomije zagovaraju

efikasan povraćaj i ponovnu upotrebu materijala, sredstva za rad, radnog medijuma, radi stvaranja sistema zatvorenog kruga. Implementacijom efikasne infrastrukture i procesa ponovne upotrebe, u procesnom ciklusu mogu ostati značajni resursi, smanjujući pritom potrebu za korišćenjem novih sirovina.

Sam koncept cirkularne ekonomije nudi brojne benefite, koji doprinose ekološkoj održivosti, ekonomskom prosperitetu i društvenom blagostanju [18 – 21]. Najčešće istaknuti benefit koncepta cirkularne ekonomije je svakako očuvanje raspoloživih resursa i smanjenje procesnog otpada. Posledično se nameće sledeća prednost koncepta cirkularne ekonomije, a to je stvaranje sredine za ekonomski rast i kreiranje radnih mesta. Cirkularna ekonomija pruža mogućnosti za razvoj proizvodnih i uslužnih organizacija i kreiranje novih radnih mesta kroz podsticanje inovacija, promovisanje cirkularnih poslovnih modela i stvaranje novih tržišta za reciklirane i redizajnirane proizvode.

Usled prekida postojećih lanaca snabdevanja, prouzrokovanih događajima u poslednje dve godine, sigurnost snabdevanja predstavlja jednu od najznačajnijih prednosti koncepta cirkularne ekonomije, koja sve više dobija na značaju [22, 23]. Diverzifikacijom ulaznih resursa, promovisanjem lokalne proizvodnje i smanjenjem zavisnosti korišćenja ograničenih resursa, cirkularna ekonomija doprinosi materijalnoj i energetske sigurnosti organizacije, zemlje i regiona, posebno ističući sigurnost lanaca snabdevanja.

Vlade evropskih zemalja i međunarodne organizacije su prepoznale važnost koncepta cirkularne ekonomije i sprovode aktuelne političke angažmane, ističući novu pravnu regulativu kako bi podržale njenu primenu. Evropska unija na primer, je razvila sveobuhvatni *Plan akcije za cirkularnu ekonomiju*, koji postavlja ciljeve za smanjenje otpada, promoviše održivi dizajn proizvoda i podstiče efikasno korišćenje resursa [24–26]. Slične inicijative usvajaju se širom sveta, što za posledicu ima sve veće priznanje cirkularne ekonomije kao održivog puta poslovanja.

Cirkularna ekonomija je svakako podstakla podstakla inovacije i tehnološki napredak u različitim sektorima [27–29]. Ključna područja inovacija obuhvataju razvoj novih materijala i proizvodnih procesa, koji promovišu recikliranje i ponovnu upotrebu, integraciju digitalnih tehnologija radi praćenja resursa i praćenja proizvoda, kao i pojavu platformi za korišćenje modela tzv. saradničke potrošnje. Tehnološke inovacije poput 3D štampe, blokčejn (engl. *blockchain*) tehnologije i veštačke inteligencije koriste se za podršku ciljeva cirkularne ekonomije. Brojne proizvodne ali i uslužne organizacije su prihvatile i prihvataju cirkularni poslovni model. Od tekstilne industrije, industrije elektronskih komponenti do automobilske industrije i građevinarstva, organizacije pronalaze inovativne načine da uključe cirkularnost u svoje poslovanje [30–33]. Cirkularni poslovni model pruža transformacijski pristup održivim i odgovornim poslovnim praksama. Prihvatanjem principa smanjenja, ponovne upotrebe i recikliranja,

kompanije mogu doprineti stvaranju resursno efikasnije, ekološki prihvatljivije i ekonomski prosperitetnije budućnosti.

Gradovi, pa i čitavi regioni igraju ključnu ulogu u vođenju cirkularne ekonomije. Inicijative za cirkularne gradove imaju za cilj stvaranje održivih urbanih okruženja integracijom cirkularnih praksi u urbanističko planiranje, upravljanje otpadom, transport i energetske sistem. Projekti cirkularnih gradova često, radi promovisanja cirkularnosti na lokalnom nivou, uključuju saradnju više interesnih grupa, kao što su lokalne vlasti, organizacije i građani [34, 35].

Merenje i procena cirkularnosti su ključni za praćenje napretka i procenu uticaja inicijativa cirkularne ekonomije. Preduzimaju se napori da se razvije standardizovana metrika i indikatori za merenje cirkularnosti na različitim nivoima, uključujući proizvodne i uslužne organizacije, sektore i nacionalne nivoe [36, 38]. Procena životnog ciklusa (engl. *LCA – life cycle assessment*), analiza tokova materijala (engl. *MFA – material flow analysis*) i druge analitički alati koji se koriste za procenu ekoloških, ekonomskih i socijalnih dimenzija cirkularnosti.

1. Indikatori performansi u cirkularnoj ekonomiji

Koncept cirkularne ekonomije koristi različite indikatore performansi kako bi ocenjavao napredak u postizanju ciljeva cirkularnosti. Ovi indikatori pružaju uvid u efikasnost korišćenih resursa, smanjenje otpada, zadržavanje vrednosti i u druge ključne aspekte cirkularnih praksi. Jedan od aspekata se odnosi na produktivnost resursa. Indikator produktivnosti resursa meri ekonomsku vrednost koja se generiše po jedinici uloženi resursa, odražavajući efikasnost korišćenja resursa [39–48]. Primeri pokazatelja produktivnosti resursa uključuju: bruto domaći proizvod (BDP) po jedinici uloženi materijala i dodatnu vrednost po jedinici uloženi materijala.

Sledeći indikatori performansi se odnose na generisanje otpada. Indikatori stvaranja otpada kvantifikuju količinu otpada koji se generiše, odražavajući uspešnost napora u sprečavanju otpada, recikliranju i ponovnoj upotrebi. Ovi indikatori ističu napredak u smanjenju otpada i minimiziranju uticaja na životnu sredinu. To mogu biti indikatori: ukupno generisan otpad po stanovniku i otpad generisan po jedinici proizvodnje.

Indikator performansi koji je posebno istaći se odnosi na stopu recikliranja – u kojoj meri se procenat materijala reciklira ili koristi iz otpadnih tokova. Ovi indikatori procenjuju efikasnost sistema recikliranja i ponovne upotrebe materijala sa deponija ili otpadnih voda i cirkularne tokove materijala. Primeri indikatora stopa recikliranja uključuju: procenat otpadnih materijala koji se reciklira ili ponovno procesira u nove proizvode ili materijale, i procenat otpadnih materijala koji se ponovo koristi za proizvodnju energije ili ima neku drugu namenu.

Indikator koji dobija sve više na značaju je indikator prihoda od cirkularnog poslovanja – procenjuje se učešće prihoda koji potiče od cirkularnih proizvoda,

usluga ili poslovnih modela. Ovi indikatori ukazuju na ekonomsku održivost i potencijal kreiranja vrednosti cirkularnih praksi. Primeri indikatora prihoda od cirkularnog poslovanja uključuju: procenat prihoda koji potiče od cirkularnih proizvoda ili usluga, i prodajni obim cirkularnih proizvoda ili usluga.

Vrlo korišćen indikator je i produženje životnog veka proizvoda, koji ukazuje na produženje trajanja proizvoda kroz adekvatno održavanje, popravku, obnovu i/ili ponovnu proizvodnju. Ovaj indikator posebno ističe smanjenje potrošnje materijala i energije. Primeri indikatora produženja životnog veka proizvoda uključuju: prosečni životni vek proizvoda i procenat proizvoda koji su popravljani, obnovljeni ili ponovno proizvedeni.

Kako bi se istaklo održivo poslovanje organizacija koje praktikuju cirkularnu ekonomiju, neophodno je da se istakne indikator koji ukazuje na stvaranje radnih mesta, koji procenjuje broj radnih mesta koja su stvorena kroz inicijative cirkularne ekonomije. Primer navedenog uključuje: broj radnih mesta koja su otvorena u sektorima ili industrijama cirkularne ekonomije kao i procenat radne snage zaposlene u aktivnostima cirkularne ekonomije.

Ovo su samo neki od primera često korišćenih indikatora performansi u cirkularnoj ekonomiji. Važno je napomenuti da odabir indikatora treba biti specifičan za korišćeni kontekst i usklađen sa ciljevima i prioritetima procene.

Evaluacija indikatora performansi ima ključnu ulogu u proceni efikasnosti i napretka svih inicijativa cirkularne ekonomije. Sistematskim merenjem i analizom ovih indikatora, donosioci odluka mogu imati uvid u performanse realizovanih praksi cirkularne ekonomije, identifikovati oblasti za unapređenje i donositi informisane odluke [49–51]. Merenjem indikatora koji se odnose na efikasnost resursa, smanjenje otpada, stope recikliranja i efikasnost cirkularnih poslovnih modela, interesne grupe (u koje spadaju i proizvodne i uslužne organizacije), kupci, tj. krajnji korisnici mogu proceniti u kojoj meri se principi cirkularne ekonomije integrišu u praksi. Ovo praćenje omogućava identifikaciju uspešnih inicijativa i merenje njihovog uticaja, olakšavajući donošenje odluka i razvoj budućih politika. Potrebno je napomenuti da indikatori performansi omogućavaju identifikaciju prepreka, kao i prilika u sprovođenju praksi cirkularne ekonomije. Evaluacijom indikatora kao što su tržišna potražnja za recikliranim proizvodima, dostupnost infrastrukture za obnovu i ponovno korišćenje materijala, kao i regulatorni okviri, sve interesne grupe mogu identifikovati sistemske izazove koji ometaju prelazak na cirkularnu ekonomiju. Ove informacije omogućavaju donosiocima odluka da razviju ciljane intervencije i prevaziđu prepreke, kao i da iskoriste nove mogućnosti za inovacije i cirkularne poslovne modele [52].

Efikasna evaluacija indikatora performansi omogućava donošenje odluka na bazi činjenica o raspodeli resursa i investicijama. Procenom indikatora koji se odnose na ekonomsku održivost, kao i ekološki uticaj inicijativa cirkularne ekonomije, donosioci odluka mogu prioritizovati investicije u oblastima koje pružaju najveći potencijal za cirkularnost [53, 54]. To uključuje i podršku

istraživanju i razvoju cirkularnih tehnologija i podsticanje cirkularnih praksi putem finansijskih mehanizama. Evaluacija indikatora performansi pruža osnovu za donošenje odluka zasnovanih na dokazima, minimizirajući rizike i maksimizirajući profit organizacija.

Uključivanjem interesnih grupa u identifikaciju i evaluaciju indikatora performansi promoviše se transparentnost. Interesne grupe mogu aktivno učestvovati u procesu evaluacije, doprinoseći svojim perspektivama i stručnošću. Ovo angažovanje poboljšava efikasnost i legitimnost inicijativa cirkularne ekonomije i razvija osećaj vlasništva među interesnim grupama [55].

2. Metode za višekriterijumsko odlučivanje

Metode za višekriterijumsko odlučivanje (engl. *multi-criteria decision making – MCDM*) predstavljaju analitički pristup koji omogućava donosiocima odluka da procenjuju i prioritetizuju alternative na osnovu više kriterijuma i ciljeva. Ove metode pružaju strukturirani okvir za rešavanje složenih odluka, kao što je procena indikatora performansi cirkularne ekonomije [56–59]. U tabeli 1 je dat pregled metoda za višekriterijumsko odlučivanje i njihova veza sa aspektima i indikatorima cirkularne ekonomije. Metode za višekriterijumsko odlučivanje imaju za cilj da podrže donošenje odluka uz istovremeno razmatranje više kriterijuma i ciljeva. Osnovni cilj razmatranih metoda je da pruži sistematski i transparentan pristup za poređenje i rangiranje alternativa u procesu odlučivanja, uzimajući u obzir preferencije i prioritete donosioca odluka.

Tabela 1. Pregled metoda za višekriterijumsko odlučivanje i njihova veza sa aspektima i indikatorima cirkularne ekonomije [58]

Metoda za višekriterijumsko odlučivanje	Aspekt cirkularne ekonomije	Indikator cirkularne ekonomije
<i>Product recovery multi-criteria decision tool</i> (PR-MCDT) [39]	Vraćanje vrednosti	Indikatori održivosti
<i>Multi-attribute rating technique</i> (SMART) [40]	Vraćanje vrednosti	Indikatori održivosti
Fazi logika [41]	R pristup ReSOLVE	Indikatori performansi
Analitički hijerarhijski proces (AHP) [42]	Životni ciklus proizvoda Upravljanje otpadom	Ekološki indikatori
<i>Multi-criteria decision-making process</i> (višekriterijumski proces donošenja odluka) AHP metoda [43]	Sistemi proizvoda i usluga	Vrednost za kupce Vrednost za pružaoce usluga
PROMETHEE [44]	Socijalni aspekti Kreativna ekonomija	Indikatori održivosti
PROMETHEE [45]	Regenerativni sistem	Obnova životne sredine Obnova društva Obnova ekonomije

Metoda za višekriterijumsko odlučivanje	Aspekt cirkularne ekonomije	Indikator cirkularne ekonomije
<i>Decision-making trial and evaluation laboratory (DEMATEL)</i> [46]	Upravljanje otpadom Vraćanje vrednosti	Indeks kraja životnog ciklusa
<i>Multi-attribute value theory (MAVT)</i> [47]	R-pristup Upravljanje otpadom	Indeks kraja životnog ciklusa
<i>PROMETHEE</i> [48]	Upravljanje otpadom Vraćanje vrednosti	Stvaranje otpada
Analiza višekriterijumskog odlučivanja [58]	Upravljanje otpadom Vraćanje vrednosti	Indikatori održivosti Stopa recikliranja Stopa oporavka
<i>Interactive and Multi-criteria decision making - TODIM</i>	Upravljanje otpadom Vraćanje vrednosti	Indeks kraja životnog ciklusa Potencijal globalnog zagrevanja Kumulativna potrošnja energije
Tehnika za poređenje preferencija po sličnosti sa idealnim rešenjima – <i>Technique for order preferences by similarity to ideal solutions (TOPSIS)</i>	Upravljanje otpadom Vraćanje vrednosti	Indikatori održivosti
Analiza višekriterijumskog odlučivanja	Efikasno korišćenje resursa	Indikatori održivosti
MOORA TOPSIS	Upravljanje otpadom Vraćanje vrednosti	Indeks kraja životnog ciklusa
Težinski linearni zbir – <i>Weighted linear combination</i> Fazi funkcija AHP metoda	Upravljanje otpadom Vraćanje vrednosti	Indikatori održivosti Indikatori cirkularnosti materijala
<i>Fuzzy DEMATEL</i>	Tranzicija ka makronivou cirkularne ekonomije	Pokretači cirkularne ekonomije
Najbolji-najgori scenario metod <i>Best-worst method (BWM)</i>	R-pristup Vraćanje vrednosti Energetska efikasnost	Prakse cirkularne ekonomije
<i>PROMETHEE</i>	Energetska efikasnost	Indikatori energetske performansi
AHP metoda	Upravljanje otpadom Vraćanje vrednosti	Sadržaj materijala
Taxonomski linearni redosledni metod - <i>Taxonomic linear ordering method (TLOM)</i>	Nivo cirkularnosti	Indeks cirkularnosti nacionalnih ekonomija
AHP metoda	R-pristup Upravljanje otpadom	-
AHP metoda	Upravljanje otpadom	-

Metoda za višekriterijumsko odlučivanje	Aspekt cirkularne ekonomije	Indikator cirkularne ekonomije
Tehnika jednostavnog višekriterijumskog ocenjivanja koja koristi rangiranje – <i>Simple multi-attribute rating technique exploiting ranks</i> (SMARTER)	Upravljanje otpadom Energetska efikasnost	Pretvaranje otpada u energiju Indikatori održivosti
Fuzzy AHP Fuzzy TOPSIS Višekriterijumsko linearno programiranje (MOLP)	Upravljanje otpadom Vraćanje vrednosti	Indeks kraja životnog ciklusa Indikatori održivosti
PROMETHEE I	Efikasno korišćenje resursa	Indikatori održivosti
AHP metoda	Održiva proizvodnja	Indikatori održivosti
Fuzzy TOPSIS	Internet stvari (IoT) Velike baze podataka	Indikatori održivosti
TOPSIS	Cirkularnost materijala Životni ciklus proizvoda	Indikatori cirkularnosti materijala Indikatori analize životnog ciklusa (LCA)
MULTIMOORA TOPSIS	Socijalni aspekt	Socijalni indikatori
MULTIMOORA TOPSIS	Upravljanje otpadom Efikasno korišćenje resursa	Indikatori održivosti
Fazi logika	Upravljanje otpadom	Stopa prikupljanja
AHP metoda	Upravljanje otpadom	Indikatori upravljanja otpadom
AHP metoda	Bioekonomija R-pristup	Indikatori bazirani na 4R-pristupu
TOPSIS	Upravljanje otpadom Dizajn proizvoda	Indeks rastavljanja
AHP metoda GISWASTE tool	Upravljanje otpadom	Indikatori održivosti

3. Selekcija indikatora cirkularne ekonomije za evaluaciju performansi zemalja Evropske unije

Prvi deo metodološkog okvira za rangiranje zemalja Evropske unije na osnovu njihovih performansi postignutih u domenu cirkularne ekonomije oslanja se na selekciju seta indikatora cirkularne ekonomije iz baze *Eurostat*. Izabrani indikatori biće analizirani za petogodišnji period od 2017. do 2021. godine, na osnovu dostupnih podataka iz baze *Eurostat*, ponderisanjem i normalizacijom njihovog proseka, primenom formula za kreiranje kompozitnih indeksa. Pomenuti indikatori cirkularne ekonomije baziraju se na *Akcionom planu Evropske unije* i postavljanju standarda u ovoj oblasti, kao i davanju smernica za uspešnu implementaciju postulata cirkularne ekonomije u svim zemljama članicama.

Deskriptivna statistika za ponderisane prosečne vrednosti indikatora data je u tabeli 2. Indikatori cirkularne ekonomije koji su ovom prilikom uzeti u obzir su:

- Generisanje komunalnog otpada po glavi stanovnika (CEI_PC031) – Indikator meri otpad koji se prikuplja u ime opštinskih vlasti i odlaže kroz sistem upravljanja otpadom. U velikoj meri se sastoji od otpada koji stvaraju domaćinstva, mada se može uključiti i sličan otpad iz izvora kao što su trgovina, kancelarije i javne institucije [60];
- Generisanje ambalažnog otpada po glavi stanovnika (CEI_PC040) – „Ambalaže” u ovom kontekstu označavaju sve proizvode napravljene od bilo kog materijala bilo koje prirode koji se koriste za zadržavanje, zaštitu, rukovanje, isporuku i prezentaciju robe, od sirovina do prerađene robe, od proizvođača do korisnika ili potrošača. „Nepovratni” predmeti koji se koriste u iste svrhe takođe će se smatrati ambalažom. „Ambalažni otpad” označava svaku ambalažu ili ambalažni materijal obuhvaćen definicijom otpada u *Direktivi o otpadu 2008/98/EC* (engl. *Waster Framework Directive*), isključujući ostatke proizvodnje [61];
- Stopa recikliranog materijala (CEI_SRM030) – Indikator meri udeo materijala koji se reciklira i vraća u privredu, čime se štedi ekstrakcija primarnih sirovina u ukupnoj upotrebi materijala. Kružna upotreba materijala, poznata i kao stopa cirkularnosti, definiše se kao odnos kružne upotrebe materijala (reciklaže) prema ukupnoj upotrebi materijala [62];
- Stopa reciklaže ambalažnog otpada prema vrsti ambalaže (CEI_WM020) – Indikator se definiše kao udeo recikliranog ambalažnog otpada u celokupnom nastalom ambalažnom otpadu. Ambalažni otpad obuhvata otpadni materijal koji je korišćen za zadržavanje, zaštitu, rukovanje, isporuku i prezentaciju robe, od sirovina do prerađene robe, od proizvođača do korisnika ili potrošača, isključujući ostatke proizvodnje [63];
- Patenti koji se odnose na upravljanje otpadom i reciklažu (CEI_CIE020) – Indikator meri broj patenata koji se odnose na reciklažu i sekundarne sirovine [64];
- Stopa reciklaže e-otpada (CEI_WM050 – Otpad električne i elektronske opreme, takođe poznat kao e-otpad, kao što su kompjuteri, televizori, frižideri i mobilni telefoni, jedan je od najbrže rastućih tokova otpada u EU. Indikator se izračunava množenjem „stope sakupljanja”, kako je navedeno *Direktivni*, sa „stopom ponovne upotrebe i reciklaže” utvrđenom u *Direktivni* [65];
- Reciklaža biootpada (CEI_WM030) – Indikator se indirektno meri kao odnos kompostiranog/metanizovanog komunalnog otpada (u jedinici mase) prema ukupnom stanovništvu (u broju). Odnos je izražen u kilogramima po glavi stanovnika [66];

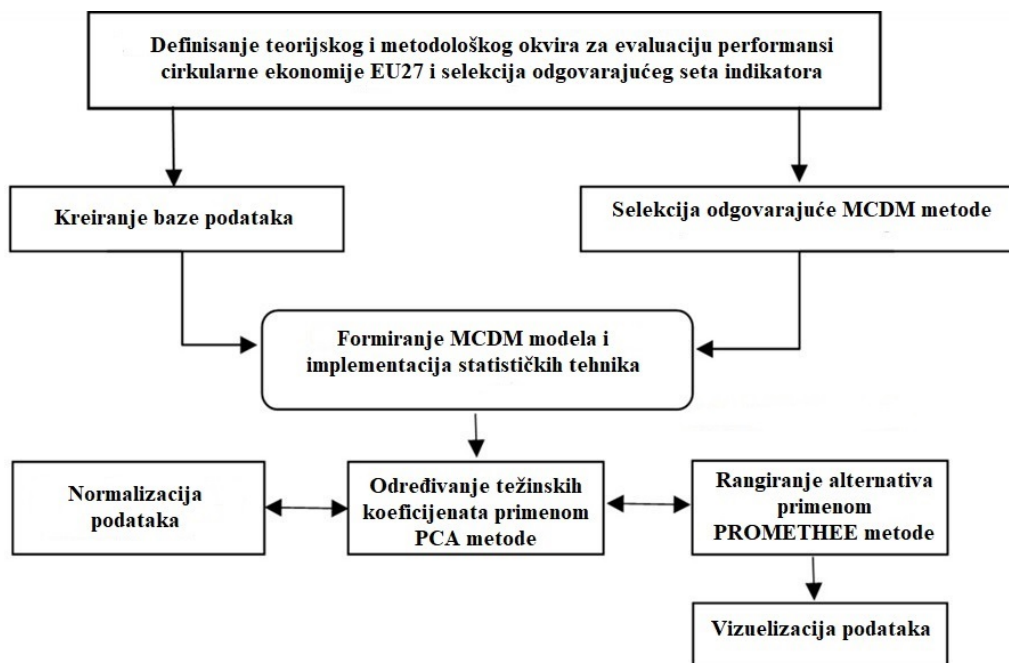
- Stopa reciklaže komunalnog otpada (CEI_WM011) – Indikator meri udeo recikliranog komunalnog otpada u ukupnoj proizvodnji komunalnog otpada [67].

Tabela 2. Deskriptivna statistika selektovanih indikatora cirkularne ekonomije 2017-2021. godine

	Minimum	Maximum	Sum	Mean	Std. Deviation	Variance
CEI_PC031	2.01	3.37	79.14	2.9313	.26885	.072
CEI_PC040	2.46	3.29	79.20	2.9334	.22494	.051
CEI_SRM030	3.65	4.06	102.51	3.7966	.10349	.011
CEI_WM020	2.46	4.09	94.56	3.5021	.50823	.258
CEI_CIE020	1.00	5.00	74.74	2.7681	.83225	.693
CEI_WM050	1.54	3.34	79.80	2.9555	.38368	.147
CEI_WM030	.00	3.44	77.26	2.8616	.66837	.447
CEI_WM011	2.04	3.30	79.21	2.9336	.26398	.070

Izvor: autori, na osnovu kalkulacije u statističkom programu IBM SPSS 26.0

U cilju razumevanja metodološkog okvira za evaluaciju performansi cirkularne ekonomije zemalja EU27 u nastavku je prikazana shema koraka (Slika 1) koji će biti korišćeni nakon selekcije indikatora i formiranja baze podataka. Shodno tome, krajnji rezultat nakon agregacije dobijenih vrednosti jesu rangirane zemlje i vizuelizacija podataka.



Slika 1. Definisavanje teorijskog i metodološkog okvira istraživanja

3.1. Dodeljivanje težinskih koeficijenata indikatorima cirkularne ekonomije primenom PCA (engl. *principal component analysis*) metode.

Prvi deo analize usmeren je na određivanje težinskih koeficijenata indikatora cirkularne ekonomije primenom faktorske analize i u okviru ove analize korišćenjem PCA metode (engl. *principal component analysis*). Osnova svake faktorske analize je matrica korelacije originalnih varijabli, u ovom slučaju indikatora cirkularne ekonomije. Naime, da bi faktorska analiza imala smisla, originalne varijable, kojih u datom istraživanju ima osam, moraju biti međusobno povezane. Tabela 3 prikazuje matricu korelacije za osam percipiranih indikatora cirkularne ekonomije. Naime, ispituje se validnost nulte hipoteze da su pojedinačni koeficijenti korelacije jednaki nuli. Prema rezultatima ovog testa, za vrednosti ostvarenog nivoa testa značajnosti veće od 0,05 prihvatamo nultu hipotezu, da su ovi koeficijenti korelacije jednaki nuli. Tako, na primer, vidimo da koeficijent korelacije indikatora *CEI_PC031* i indikatora *CEI_WM020* nema statističku značajnost i da je time potvrđena nulta hipoteza [68].

Tabela 3. Matrica korelacije

		CEI_ PC031	CEI_ PC040	CEI_ SRM030	CEI_ WM020	CEI_ CIE020	CEI_ WM050	CEI_ WM030	CEI_ WM011
Correlation	CEI_PC031	1.000	.435	-.170	.385	.088	.216	.444	.881
	CEI_PC040	.435	1.000	-.174	.771	.295	-.173	.194	.367
	CEI_SRM030	-.170	-.174	1.000	-.070	-.430	.016	-.515	-.053
	CEI_WM020	.385	.771	-.070	1.000	.246	-.029	.091	.307
	CEI_CIE020	.088	.295	-.430	.246	1.000	-.168	.375	-.082
	CEI_WM050	.216	-.173	.016	-.029	-.168	1.000	.237	.275
	CEI_WM030	.444	.194	-.515	.091	.375	.237	1.000	.324
	CEI_WM011	.881	.367	-.053	.307	-.082	.275	.324	1.000
Sig.* (1- tailed)	CEI_PC031		.012	.198	.024	.332	.139	.010	.000
	CEI_PC040	.012		.192	.000	.068	.194	.166	.030
	CEI_SRM030	.198	.192		.365	.013	.469	.003	.397
	CEI_WM020	.024	.000	.365		.108	.442	.326	.059
	CEI_CIE020	.332	.068	.013	.108		.201	.027	.342
	CEI_WM050	.139	.194	.469	.442	.201		.117	.083
	CEI_WM030	.010	.166	.003	.326	.027	.117		.050
	CEI_WM011	.000	.030	.397	.059	.342	.083	.050	

*Nivo značajnosti je 0.05

Izvor: autori, na osnovu kalkulacije u statističkom programu IBM SPSS 26.0

Formalni testovi za opravdanost faktorske analize su Bartlettov test i KMO statistika (Kaiser – Meyer – Olkin mera adekvatnosti uzorka). Prvi test se koristi za testiranje nulte hipoteze da ne postoji značajna korelacija između originalnih indikatora i bazira se na Hi-kvadrat statistici. Ukoliko je ova statistika veća verovatnije je odbacivanje nulte hipoteze. Iz tabele 4 vidimo da je Sig.=0,000 i zaključujemo da se odbija nula hipoteza. Što se tiče KMO statistike (koja poredi

veličinu posmatranih koeficijenata korelacije sa parcijalnim koeficijentima), važi pravilo da, ako je njena vrednost približno 0,5 – onda se preporučuje primena faktora analize. Iz primera vidimo da je vrednost KMO 0,419 može se zaključiti opravdanost ove analize [68].

Tabela 4. KMO statistika

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy		.419
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	89.177
	df	28
	Sig.	.000

Izvor: autori, na osnovu kalkulacije u statističkom programu IBM SPSS 26.0

Prilikom sprovođenja faktorske analize nad varijablama-indikatorima cirkularne ekonomije, neophodno je ukazivati na metod faktorske analize. U posmatranom modelu, izabrana je procedura glavnih komponenti kao metod razdvajanja faktora (PCA metoda). Za kriterijum izbora faktora uzete su karakteristične vrednosti koje su veće od jedinice. Iz tabele 5 se vidi da prva tri faktora imaju vrednost veću od jedinica, a procenat objašnjene varijanse je 76,32%, što samo ide u prilog potvrdi valjanosti modela.

Tabela 5. Varijansa faktorske analize i broj faktora

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Var.	Cumul.%	Total	% of Var	Cumul.%	Total	% of Var.	Cumul.%
	1	2.959	36.987	36.987	2.959	36.987	36.987	2.114	26.429
2	1.663	20.789	57.777	1.663	20.789	57.777	2.107	26.335	52.764
3	1.483	18.540	76.317	1.483	18.540	76.317	1.884	23.553	76.317
4	.719	8.989	85.306						
5	.508	6.353	91.659						
6	.373	4.666	96.325						
7	.197	2.467	98.792						
8	.097	1.208	100.000						

*Extraction Method: Principal Component Analysis

Izvor: autori, na osnovu kalkulacije u statističkom programu IBM SPSS 26.0

Nakon definisanja najznačajnijih faktora analiziranog primera, sledeći korak u faktorskoj analizi odnosi se na rotaciju faktora sa određenim faktorskim težinama. U konkretnom modelu, izabrano je prikazivanje faktora faktorskim težinama koje su veće od 0,3. Iz tih razloga pristupa se postupku ortogonalne rotacije faktora (*varimax*). Dobijena je takva faktorska matrica gde se za svaki faktor jasno mogu izdvojiti visoke vrednosti faktorskih težina udružene određenom broju promenljivih (Tabela 6).

Tabela 6. Varimax tabela rotacije faktora sa pripadajućim težinama

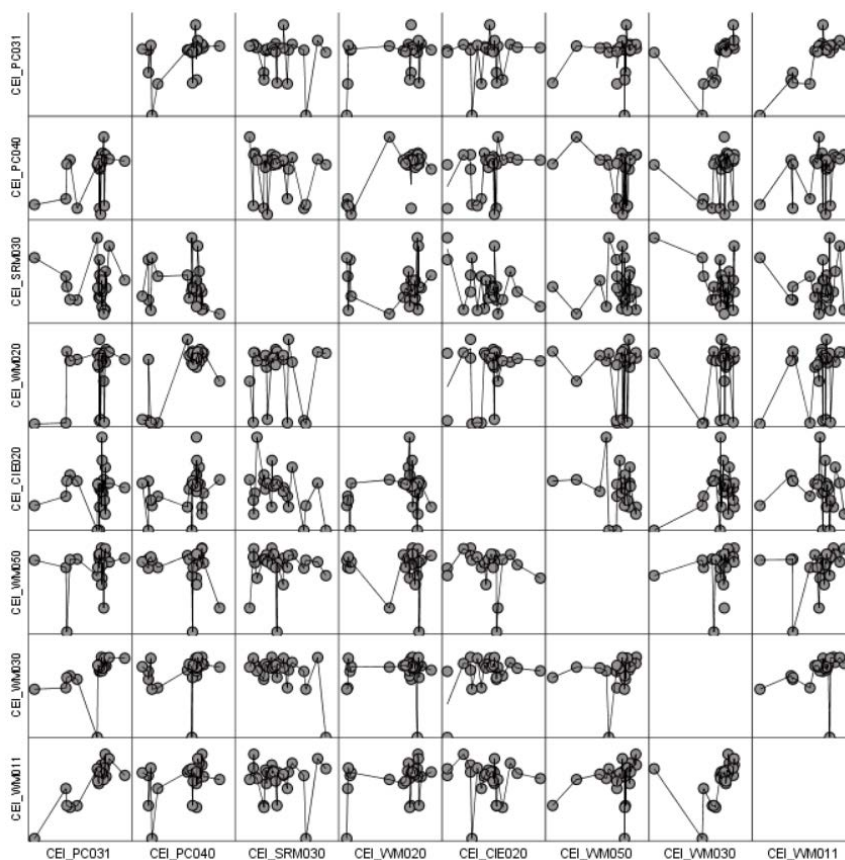
	Components		
	1	2	3
CEI_PC031	.433	.803	
CEI_PC040	.905		
CEI_SRM030			-.842
CEI_WM020	.874		
CEI_CIE020			.746
CEI_WM050	-.355	.662	
CEI_WM030		.461	.751
CEI_WM011	.362	.853	

*Extraction Method: Principal Component Analysis

a. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization, b. Rotation converged in 6 iterations

Izvor: autori, na osnovu kalkulacije u statističkom programu IBM SPSS 26.0

U nastavku analize prikazan je matrični dijagram raspršivanja na osnovu dobijenih vrednosti Varimax rotacije (Slika 2).



Slika 2. Matrični dijagram raspršivanja

Izvor: autori, na osnovu kalkulacije u statističkom programu IBM SPSS 26.0

Različiti pristupi u proceni vrednosti težinskih koeficijenata za odabrane kriterijume u vidu indikatora, imaju važnu ulogu u rešavanju višekriterijumskih problema i donošenja odluka [69]. Dakle, sledeći korak analize u ovom radu posvećen je konstrukciji pondera iz matrice faktorskih opterećenja nakon rotacije, s obzirom da kvadrat faktorskih opterećenja predstavlja proporciju ukupne jedinične varijanse indikatora koja se objašnjava faktorom [70]. Procene rotiranih faktorskih opterećenja će se koristiti za izračunavanje težine indikatora [71]. Težinski koeficijenti su normalizovani kvadrat faktorskog opterećenja, npr. $0,517 = (0,905^2)/1,582$, što je deo varijanse prvog faktora objašnjen promenljivom CEI_PC031 (Tabela 7).

Tabela 7. Težinski koeficijenti normalizovanih faktorskih opterećenja po faktorima

Variables	Component 1		Component 2		Component 3	
	Loadings	Weights of variables within Component 1	Loadings	Weights of variables within Component 2	Loadings	Weights of variables within Component 3
CEI_PC031			0.803	0.356		
CEI_PC040	0.905	0.517				
CEI_SRM030					0.842	0.387
CEI_WM020	0.874	0.482				
CEI_CIE020					0.746	0.304
CEI_WM050			0.662	0.242		
CEI_WM030					0.751	0.308
CEI_WM011			0.853	0.401		
Expl.VAR		1.582		1.810		1.829
VAR of pre-calculated variables weights within components				1.182		

Izvor: autori, na osnovu kalkulacije u statističkom programu IBM SPSS 26.0

Varijansa izračunatih težina indikatora unutar komponenti i pojedinačnih težina komponenti (faktora), u ovom poslednjem koraku PCA, koristiće se za izračunavanje težinskih koeficijenata (Tabela 8) indikatora prema rezultatima iz prethodne, tabele 6.

Tabela 8. Težinski koeficijenti za analizirane indikatore cirkularne ekonomije

Ind.	CEI_PC 031	CEI_PC 040	CEI_SRM 030	CEI_WM 020	CEI_CIE 020	CEI_WM 050	CEI_WM 030	CEI_WM 011
w_i	0.227	0.197	0.101	0.051	0.137	0.127	0.08	0.08

Izvor: autori, na osnovu PCA analize

3.2. Metodološki okvir za primenu MCDM u rangiranju performansi cirkularne ekonomije

Metoda *PROMETHEE* (engl. *preference ranking organization method for enrichment evaluations*) spada u metode za višekriterijumsko odlučivanje i razvijena je 1982. godine od strane Jean-Pierre Bransa. Primenu ove metode u softverskom paketu *Visual PROMETHEE Academic* karakterišu tri koraka [72]:

- konstrukcija fazi relacije za svaki kriterijum,
- konstrukcija globalne preference na skupu,
- konstrukcija poretka.

Donosilac odluke u ovoj analizi bira funkciju preferencije za svaki kriterijum R_i , zbog čega se formira fazi relacija preferencije, gde $S_i(a,b)$ podrazumeva preferencije intenziteta a u odnosu na preferenciju b :

$$S_i: A \times A \rightarrow [0,1]; S_i(a,b) = P_i(f_i(a) - f_i(b)) = P_i(d) \quad (1)$$

Za svaku alternativu $a \in A$ formira se ulazni i izlazni tok na osnovu $\Phi \pm$ koeficijenta u intervalu od -1 do 1 . U osnovi je vrlo sličan Pearsonovom koeficijentu korelacije. Što je vrednost koeficijenta $\Phi \pm$ veća, to je veća i dominacija date alternative u ukupnom skupu:

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} S(a,x) \quad (2)$$

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} S(x,a) \quad (3)$$

Formiranje modela za rangiranje zemalja članica Evropske unije prema indikatorima cirkularne ekonomije u programu *Visual PROMETHEE Academic* podrazumeva unos alternativa, kriterijuma i njihovih vrednosti. Takođe, unos težinskih koeficijenata za kriterijume je jedan od koraka kod formiranja modela, zbog čega su korišćeni težinski koeficijent izračunati primenom PCA metodom [71]. Za sve indikatore su izabrane apsolutne granične vrednosti prilikom formiranja modela, kao i pravac njihove krive preferencije, gde je za prva dva indikatora kriva preferencije koja teži minimumu, a za ostalih šest ka maksimumu, respektivno.

4. Analiza rezultata i diskusija rangiranja zemalja EU primenom *PROMETHEE* metode

U okviru programa *Visual PROMETHEE* kod rangiranja zemalja članica Evropske unije može se pratiti tok vrednosti Φ koeficijenta za svaku alternativu. Na osnovu odnosa datih kriterijuma i pozitivnog i negativnog toka Φ koeficijent za datu alternativu, dobija se ukupna vrednost Φ koeficijenta za svaku zemlju. Tako se može uočiti da Litvanija trenutno ima lidersko mesto, a da je prate Slovenija i Češka Republika. Litvanija ima najvišu vrednost tog koeficijenta 0,1159 i predstavlja najbolju alternativu u modelu (Tabela 9).

Tabela 9. Rangirane zemlje EU27 na osnovu toka Phi koeficijenta

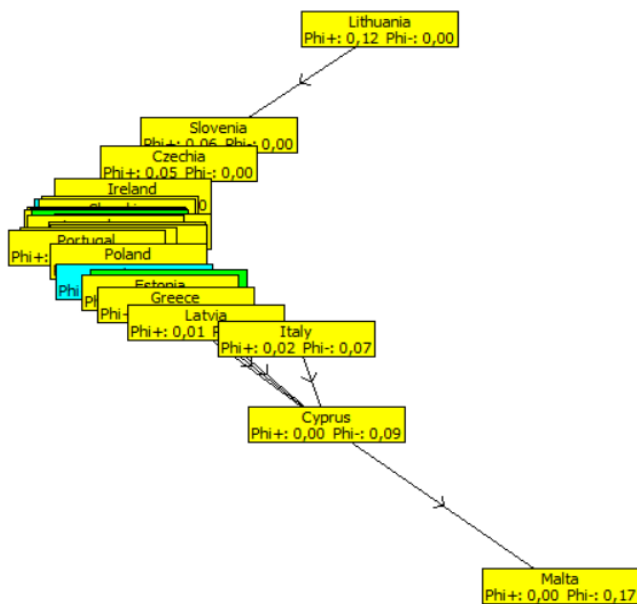
Rang	Država	Phi	Phi+	Phi-
1	Litvanija	0,1159	0,1159	0,0000
2	Slovenija	0,0610	0,0623	0,0013
3	Češka Republika	0,0462	0,0483	0,0021
4	Irska	0,0293	0,0325	0,0033
5	Danska	0,0203	0,0259	0,0056
6	Austrija	0,0193	0,0243	0,0050
7	Slovačka	0,0191	0,0248	0,0057
8	Francuska	0,0150	0,0212	0,0062
9	Finska	0,0147	0,0208	0,0061
10	Španija	0,0143	0,0210	0,0067
11	Švedska	0,0137	0,0197	0,0060
12	Belgija	0,0130	0,0206	0,0076
13	Rumunija	0,0116	0,0237	0,0121
14	Luksemburg	0,0106	0,0186	0,0080
15	Holandija	0,0073	0,0205	0,0132
16	Nemačka	0,0056	0,0200	0,0144
17	Mađarska	0,0041	0,0142	0,0101
18	Portugal	0,0026	0,0117	0,0091
19	Poljska	-0,0043	0,0149	0,0192
20	Bugarska	-0,0144	0,0107	0,0252
21	Hrvatska	-0,0173	0,0150	0,0322
22	Estonija	-0,0202	0,0121	0,0322
23	Grčka	-0,0265	0,0116	0,0381
24	Letonija	-0,0358	0,0117	0,0476
25	Italija	-0,0442	0,0224	0,0665
26	Kipar	-0,0888	0,0049	0,0937
27	Malta	-0,1720	0,0012	0,1732

Izvor: autori, na osnovu kalkulacije u Visual PROMETHEE Academic

U nastavku je prikazan mrežni dijagram toka kretanja Phi koeficijenta za rangirane zemlje EU27. Kao što se može videti najbolja alternativa je Litvanija, dok je Malta na poslednjem mestu (Slika 3).

Na osnovu vrednosti Phi koeficijenta formira se izlazni rezultat u vidu „promethee-dijamanta” (Slika 4) pa se za te alternative lako može odrediti kom delu intervala -1 do 1 pripadaju [73]. S obzirom da u ovom slučaju rangiranja nema preklapanja konture koje označavaju oblast rangiranja svake alternative pojedinačno, znači da su rangirane alternative uporedive. Kako su alternative uporedive, žutim konturama se rangiraju jedna iznad druge, po značajnosti, pa se

shodno tome može zaključiti da je najbolje rangirana alternativa i u ovoj, „dijamantskoj” analizi, Litvanija.

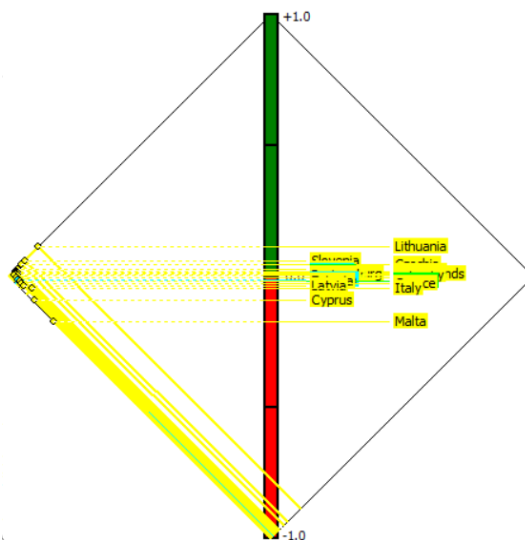


Slika 3. Mrežni dijagram PROMETHEE

Izvor: autori, na osnovu kalkulacije u Visual PROMETHEE Academic

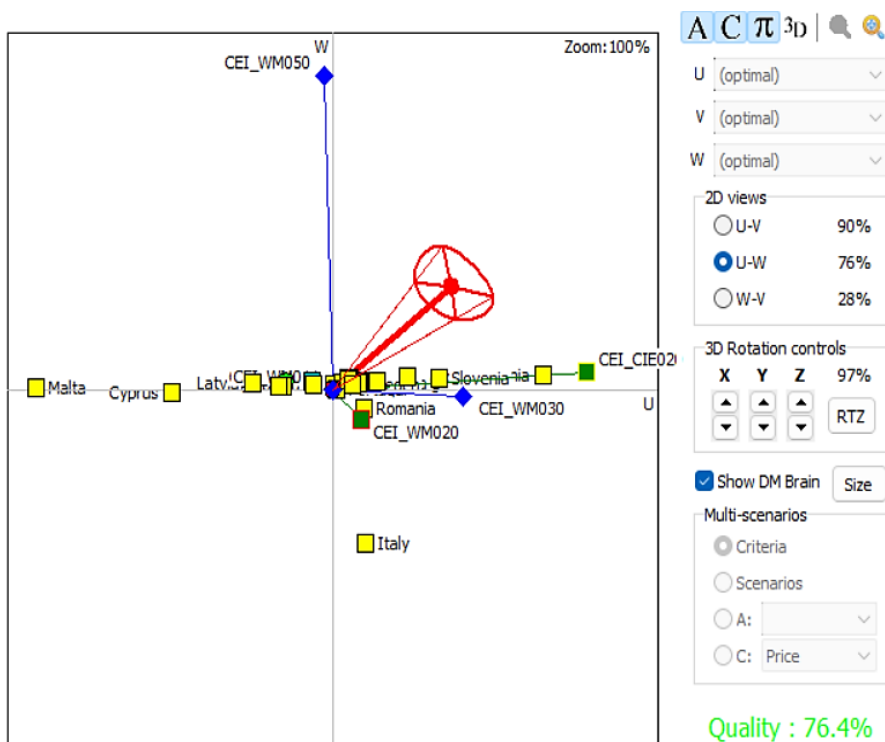
GAIA analiza kao statistička procedura koju koristi *Visual PROMETHEE Academic* doslovno grupiše alternativu u mini-klastere po kvadrantima, a na osnovu kriterijuma koji su dominantni za datum alternativa. Za ovu analizu je veoma bitna vrednost (kvalitet informacija) modela, odnosno valjano izabrani kriterijumi i alternative za rangiranje, i ako prelazi 75 % može se reći da je model zadovoljavajući [73]. U primeru rangiranja EU27 kvalitet modela iznosi 76,4 % (Slika 5). Tako se i u primeru višekriterijumskog odlučivanja za cirkularnu ekonomiju javljaju određene grupe odnosno klasteri alternativa. Prva grupa ili klaster alternativa je ona koja se najviše izdvaja u koordinatnom sistemu i nalazi se u prvom kvadrantu. Ovde spadaju Litvanija, Slovenija i Češka Republika, koje se posebno ističu kada se u pitanju *stopa recikliranog materijala, stopa reciklaže ambalažnog otpada prema vrsti ambalaže, patenti koji se odnose na upravljanje otpadom i reciklažu*. Takođe, oko GAIA „crvenog štapića odluke”, ka kome naginje orijentacija modela, korespondira i kriterijum *stopa reciklaže e-otpada*. „Crveni štapić odluke” ukazuje da su zemlje Evropske unije iz prvog kvadranta optimalna rešenja i donošenje odluke o najboljoj alternativu po pitanju performansi cirkularne ekonomije bi trebalo da bude orijentisano ka Litvaniji. Alternative kao što su Kipar i Malta izdvojene su u trećem, odnosno Italija u četvrtom kvadrantu, bez pripadnosti nekoj od grupa. Velika udaljenost Malte, bez

pripadnosti nekoj od grupa i koordinatnog početka, ukazuje da primena rešenja za cirkularnu ekonomiju nisu na zadovoljavajućem nivou.



Slika 4. PROMETHEE dijamant

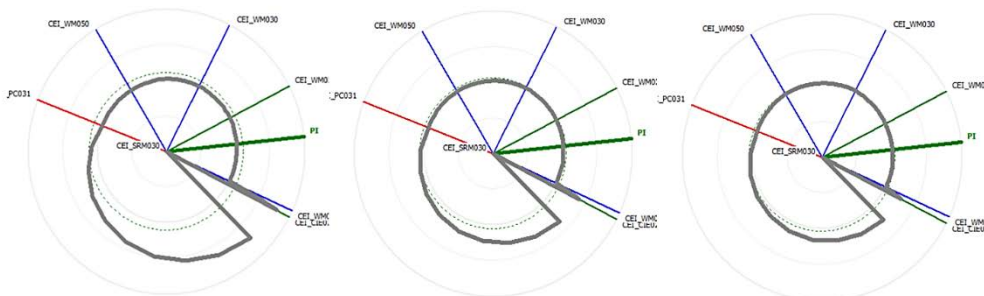
Izvor: autori, na osnovu kalkulacije u Visual PROMETHEE Academic



Slika 5. GAIA za zemlje EU

Izvor: autori, na osnovu kalkulacije u Visual PROMETHEE Academic

Tok Phi koeficijenta po alternativama, može se pratiti preko takozvanih „pauk-dijagrama”, za svaku zemlju pojedinačno. Zelena linija koja ide iz centra radijusa „pauk-dijagrama” ka periferiji, pokazuje pozitivne i optimalne vrednosti Phi koeficijenta, dok crvene linije pokazuju negativne vrednosti Phi. U nastavku su prikazani dijagrami za Litvaniju, Sloveniju i Češku respektivno.



Slika 6. „Pauk-dijagrami” za Litvaniju, Sloveniju i Češku, s leva na desno
Izvor: autori, na osnovu kalkulacije u Visual PROMETHEE Academic

Prelazak na cirkularnu ekonomiju uz ostvarivanje ciljeva održivog razvoja, obezbeđivanje ekonomskog razvoja i bezbednog okruženja sve više se prepoznaju kao važne teme u Litvaniji što predstavlja osnov za potvrdu prethodnog rezultata MCDM analize, da je Litvanija vodeći “benčmark” za posmatrani petogodišnji period. Naime, Vlada Litvanije sazvala je radnu grupu za pripremu Nacionalnog akcionog plana za cirkularnu privredu za period od 2023. do 2035. godine, a nacrt plana će biti gotov u oktobru 2022. godine. Prelazak na cirkularnu ekonomiju zahteva novi pristup korišćenju sirovina i potrošnji proizvoda – eko-dizajn bi trebalo da se koristi šire za proizvodnju visokokvalitetnih, lako popravljivih, reciklirajućih proizvoda. Stopa reciklažne upotrebe materijala u Litvaniji je prilično niska i iznosi oko 4,4%, dok je prosek u EU skoro 13%. Glavni ciljevi i ambicije Litvanije za sektor otpada su [74]:

- proširenje odvojenog prikupljanja biološkog otpada, tekstilnog otpada i otpadnog nameštaja,
- finansijska podrška inovacijama i reciklaži,
- priprema za taksologiju reciklaže,
- povećanje upotrebe sekundarnih sirovina za dostizanje prosečne stope u EU.

Mapa puta za industrijsku tranziciju Litvanije ka cirkularnoj ekonomiji je već završena i činiće okosnicu Nacionalnog akcionog plana za cirkularnu ekonomiju. Pored ciljeva utvrđenih direktivama EU o otpadu, Litvanija je postavila ciljeve [74]:

- za reciklažu kombinovane ambalaže, 25%,
- ambalaža od polietilen tereftalata (PET), 50%; ostala ambalaža 45%; gume, od 2016, 80%,

- filteri za ulje ili petroland za motore sa unutrašnjim sagorevanjem, 80%; hidraulični amortizeri za motorna vozila 80%.

Dodatni ciljevi su:

- staklena ambalaža – 65% do 2016. godine, 66% do 2018. i 70% do 2020. godine,
- metalna ambalaža – 54% od 2016. do 2020. godine,
- drvena ambalaža – 45% ponovo korišćeno i 35% reciklirano,
- ostala ambalaža – 45% ponovo upotrebjeno i 22% reciklirano od 2016. do 2020.

Sprovođenje strateškog cilja Nacionalnog plana napretka za period od 2021. do 2030. godine, podrazumeva da se poveća upotreba obnovljenih sirovina (Indeks cirkularnosti) sa 4,4% u 2020. godini na prosek EU od 12,8% do 2025. godine. Planirano je finansiranje ove modernizacije i razvoja. Prioritet se daje reciklaži hrane, drugog kuhinjskog i zelenog otpada, tekstila i plastike, kao i kompozitne ambalaže, ambalaže za zaštitu bilja i drugog otpada. Pored toga, administrativni teret reciklaža koje nemaju značajan uticaj na životnu sredinu i na postizanje ciljeva cirkularne ekonomije biće smanjen ukidanjem zahteva za dobijanje dozvola. Da bi se obezbedila pravilna reciklaža otpada, planira se jačanje proširene odgovornosti proizvođača u oblastima nafte, otpadnih vozila, otpadne električne i elektronske opreme i otpadnih guma.

Zaključak

Evaluacija indikatora performansi u cirkularnoj ekonomiji od izuzetnog je značaja za procenu napretka, identifikaciju prepreka i prilika, pravilno rukovođenje raspodele resursa, unapređenje angažovanja zainteresovanih strana i podršku razvoju politika. Sistematskim merenjem i analizom ovih indikatora, donosioci odluka mogu unaprediti prelazak ka održivoj i cirkularnoj budućnosti. Kontinuirana evaluacija i praćenje indikatora performansi omogućava donošenje odluka zasnovanih na dokazima, podstiče inovacije i osigurava odgovornost u sprovođenju praksi cirkularne ekonomije. Metoda za višekriterijumsko odlučivanje pruža dragocen okvir za ocenjivanje performansi indikatora u cirkularnoj ekonomiji. Razmatranjem više kriterijuma i ciljeva, metoda za višekriterijumsko odlučivanje podržava donosiocima odluka u sistematičnom procenivanju alternativa, prioritizaciji akcija i podsticanju održive i cirkularne ekonomije.

Drugi zaista značajan aspekt koji može unaprediti dalju analizu u ovoj oblasti istraživanja, odnosi se na formiranje kompozitnih indikatora i određivanje njihovih težinskih koeficijenata korišćenjem višekriterijumskih metoda odlučivanja kao što su VIKOR, CRITIC, TOPSIS i dr. Takođe, za utvrđivanje optimalnih vrednosti kompozitnih indikatora za sistem cirkularne ekonomije,

potrebno je rangirati pojedine zemlje/gradove u primeni pojedinih rešenja za određivanje lidera u ovoj oblasti. Rangiranje objekata istraživanja korišćenjem višekriterijumskih metoda odlučivanja kao što su AHP, PAPRIKA, FUCOM, MOORA, ARAS, COPRAS, CoCoSo i drugi, uz adekvatne analize osetljivosti, može značajno doprineti formiranju strateškog okvira za utvrđivanje javne cene komunalnih usluga.

Literatura

- [1] Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., & Birkie, S. E. (2018). Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of cleaner production*, 175, pp.544-552.
- [2] Arruda, E. H., Melatto, R. A. P. B., Levy, W., & de Melo Conti, D. (2021). Circular economy: A brief literature review (2015–2020). *Sustainable Operations and Computers*, 2, pp.79-86.
- [3] Corvellec, H., Stowell, A. F., & Johansson, N. (2022). Critiques of the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 26(2), pp.421-432.
- [4] Schöggel, J. P., Stumpf, L., & Baumgartner, R. J. (2020). The narrative of sustainability and circular economy-A longitudinal review of two decades of research. *Resources, Conservation and Recycling*, 163, pp.105073.
- [5] Bonviu, F. (2014). The European economy: From a linear to a circular economy. *Romanian J. Eur. Aff.*, 14, pp.78.
- [6] Sariatli, F. (2017). Linear economy versus circular economy: a comparative and analyzer study for optimization of economy for sustainability. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, 6(1), pp.31-34.
- [7] Garcés-Ayerbe, C., Rivera-Torres, P., Suárez-Perales, I., & Leyva-de la Hiz, D. I. (2019). Is it possible to change from a linear to a circular economy? An overview of opportunities and barriers for European small and medium-sized enterprise companies. *International journal of environmental research and public health*, 16(5), 851.
- [8] Neves, S. A., & Marques, A. C. (2022). Drivers and barriers in the transition from a linear economy to a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 341, pp.130865.
- [9] Velenturf, A. P., & Purnell, P. (2021). Principles for a sustainable circular economy. *Sustainable Production and Consumption*, 27, pp.1437-1457.
- [10] Suárez-Eiroa, B., Fernández, E., Méndez-Martínez, G., & Soto-Oñate, D. (2019). Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. *Journal of cleaner production*, 214, pp.952-961.
- [11] Geissdoerfer, M., Pieroni, M. P., Pigosso, D. C., & Soufani, K. (2020). Circular business models: A review. *Journal of cleaner production*, 277, pp.123741.
- [12] Bocken, N., Strupeit, L., Whalen, K., & Nußholz, J. (2019). A review and evaluation of circular business model innovation tools. *Sustainability*, 11(8), pp.2210.
- [13] Bocken, N. M., Schuit, C. S., & Kraaijenhagen, C. (2018). Experimenting with a circular business model: Lessons from eight cases. *Environmental innovation and societal transitions*, 28, pp.79-95.
- [14] Antikainen, M., & Valkokari, K. (2016). A framework for sustainable circular business model innovation. *Technology Innovation Management Review*, 6(7).

- [15] Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of cleaner production*, 179, pp.605-615.
- [16] Linder, M., & Williander, M. (2017). Circular business model innovation: inherent uncertainties. *Business strategy and the environment*, 26(2), pp.182-196.
- [17] Salvador, R., Barros, M. V., da Luz, L. M., Piekarski, C. M., & de Francisco, A. C. (2020). Circular business models: Current aspects that influence implementation and unaddressed subjects. *Journal of Cleaner Production*, 250, pp.119555.
- [18] Sehnem, S., Vazquez-Brust, D., Pereira, S. C. F., & Campos, L. M. (2019). Circular economy: benefits, impacts and overlapping. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(6), pp.784-804.
- [19] Kumar, V., Sezersan, I., Garza-Reyes, J. A., Gonzalez, E. D., & Al-Shboul, M. D. A. (2019). Circular economy in the manufacturing sector: benefits, opportunities and barriers. *Management decision*, 57(4), pp.1067-1086.
- [20] 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*, 178, pp.618-643.
- [21] Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of cleaner production*, 115, pp.36-51.
- [22] Cui, L., Yue, S., Nghiem, X. H., & Duan, M. (2023). Exploring the risk and economic vulnerability of global energy supply chain interruption in the context of Russo-Ukrainian war. *Resources Policy*, 81, pp.103373.
- [23] Han, B., Zhang, Y., Wang, S., & Park, Y. (2023). The efficient and stable planning for interrupted supply chain with dual-sourcing strategy: a robust optimization approach considering decision maker's risk attitude. *Omega*, 115, pp.102775.
- [24] Alberich, J. P., Pansera, M., & Hartley, S. (2023). Understanding the EU's circular economy policies through futures of circularity. *Journal of Cleaner Production*, 385, pp.135723.
- [25] Ren, Q., & Albrecht, J. (2023). Toward circular economy: The impact of policy instruments on circular economy innovation for European small medium enterprises. *Ecological Economics*, 207, pp.107761.
- [26] Nunes, A. M. M., Coelho Junior, L. M., Abrahão, R., Santos Júnior, E. P., Simioni, F. J., Rotella Junior, P., & Rocha, L. C. S. (2023). Public Policies for Renewable Energy: A Review of the Perspectives for a Circular Economy. *Energies*, 16(1), pp.485.
- [27] Ren, Q., & Albrecht, J. (2023). Toward circular economy: The impact of policy instruments on circular economy innovation for European small medium enterprises. *Ecological Economics*, 207, pp.107761.
- [28] Jesus, G. M. K., & Jugend, D. (2023). How can open innovation contribute to circular economy adoption? Insights from a literature review. *European Journal of Innovation Management*, 26(1), pp.65-98.
- [29] Boonman, H., Verstraten, P., & van der Weijde, A. H. (2023). Macroeconomic and environmental impacts of circular economy innovation policy. *Sustainable Production and Consumption*, 35, pp.216-228.
- [30] Coppola, C., Voller, A., & Siano, A. (2023). Developing dynamic capabilities for the circular economy in the textile and clothing industry in Italy: A natural-resource-based view. *Business Strategy and the Environment*.

- [31] Pollard, J., Osmani, M., Grubnic, S., Díaz, A. I., Grobe, K., Kaba, A., Özlem Ü., & Panchal, R. (2023). Implementing a circular economy business model canvas in the electrical and electronic manufacturing sector: A case study approach. *Sustainable Production and Consumption*, 36, pp.17-31.
- [32] da Silva, E. R., Lohmer, J., Rohla, M., & Angelis, J. (2023). Unleashing the circular economy in the electric vehicle battery supply chain: A case study on data sharing and blockchain potential. *Resources, Conservation and Recycling*, 193, pp.106969.
- [33] Venkatesan, S., Afroz, M., Navaratnam, S., & Gravina, R. (2023). Circular-Economy-Based Approach to Utilizing Cardboard in Sustainable Building Construction. *Buildings*, 13(1), pp.181.
- [34] Williams, J. (2023). Circular cities: planning for circular development in European cities. *European Planning Studies*, 31(1), 14-35.
- [35] Sertyesilisik, B. (2023). Circular, Smart, and Connected Cities: A Key for Enhancing Sustainability and Resilience of the Cities. In *Research Anthology on BIM and Digital Twins in Smart Cities* (pp. 230-243). IGI Global.
- [36] Gallo, F., Manzardo, A., Camana, D., Fedele, A., & Scipioni, A. (2023). Integration of a circular economy metric with life cycle assessment: methodological proposal of compared agri-food products. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, pp.1-21.
- [37] Gracida-Alvarez, U. R., Xu, H., Benavides, P. T., Wang, M., & Hawkins, T. R. (2023). Circular economy sustainability analysis framework for plastics: application for poly (ethylene terephthalate)(PET). *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 11(2), pp.514-524.
- [38] Kouhizadeh, M., Zhu, Q., & Sarkis, J. (2023). Circular economy performance measurements and blockchain technology: an examination of relationships. *The International Journal of Logistics Management*, 34(3), 720-743.
- [39] Alamerew, Y. A., & Brissaud, D. (2019). Circular economy assessment tool for end of life product recovery strategies. *Journal of Remanufacturing*, 9(3), pp.169-185.
- [40] Alamerew, Y. A., Kambanou, M. L., Sakao, T., & Brissaud, D. (2020). A multi-criteria evaluation method of product-level circularity strategies. *Sustainability*, 12(12), pp.5129.
- [41] El Alaoui, M. (2020). A fuzzy multiplicative performance indicator to measure circular economy efficiency. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 5(6), pp.1118.
- [42] Aravossis, K. G., Kapsalis, V. C., Kyriakopoulos, G. L., & Xouleis, T. G. (2019). Development of a holistic assessment framework for industrial organizations. *Sustainability*, 11(14), pp.3946.
- [43] Bertoni, M. (2019). Multi-criteria decision making for sustainability and value assessment in early PSS design. *Sustainability*, 11(7), 1952.
- [44] Cerreta, M., Daldanise, G., & Sposito, S. (2018). Culture-led regeneration for urban spaces: Monitoring complex values networks in action. *Urbani izziv*, 29, pp.9-28.
- [45] Cerreta, M., Mazzarella, C., Spiezia, M., & Tramontano, M. R. (2020). Regenerativescapes: Incremental evaluation for the regeneration of unresolved territories in East Naples. *Sustainability*, 12(17), pp.6975.
- [46] Chauhan, A., Jakhar, S. K., & Chauhan, C. (2021). The interplay of circular economy with industry 4.0 enabled smart city drivers of healthcare waste disposal. *Journal of cleaner production*, 279, pp.123854.

- [47] Deshpande, P. C., Skaar, C., Brattebø, H., & Fet, A. M. (2020). Multi-criteria decision analysis (MCDA) method for assessing the sustainability of end-of-life alternatives for waste plastics: A case study of Norway. *Science of the Total Environment*, 719, pp.137353.
- [48] Erceg, O., & Margeta, J. (2019). Selection of food waste management option by PROMETHEE method. *Advances in Civil and Architectural Engineering*, 10(19), pp.87-97.
- [49] Rincón-Moreno, J., Ormazábal, M., Álvarez, M. J., & Jaca, C. (2021). Advancing circular economy performance indicators and their application in Spanish companies. *Journal of Cleaner Production*, 279, pp.123605.
- [50] Kravchenko, M., Pigosso, D. C., & McAloone, T. C. (2019). Towards the ex-ante sustainability screening of circular economy initiatives in manufacturing companies: Consolidation of leading sustainability-related performance indicators. *Journal of Cleaner Production*, 241, pp.118318.
- [51] Kravchenko, M., Pigosso, D. C., & McAloone, T. C. (2020). A procedure to support systematic selection of leading indicators for sustainability performance measurement of circular economy initiatives. *Sustainability*, 12(3), pp.951.
- [52] Nika, C. E., Expósito, A., Kisser, J., Bertino, G., Oral, H. V., Dehghanian, K., Vasilaki, V., Iacovidou, E., Fatone, F., Atanasova, N. and Katsou, E. (2021). Validating circular performance indicators: The interface between circular economy and stakeholders. *Water*, 13(16), pp.2198.
- [53] Elia, V., Gnoni, M. G., & Tornese, F. (2017). Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis. *Journal of cleaner production*, 142, pp.2741-2751.
- [54] Sassanelli, C., Rosa, P., Rocca, R., & Terzi, S. (2019). Circular economy performance assessment methods: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 229, pp.440-453.
- [55] Padilla-Rivera, A., Russo-Garrido, S., & Merveille, N. (2020). Addressing the social aspects of a circular economy: A systematic literature review. *Sustainability*, 12(19), pp.7912.
- [56] Zhao, H., Zhao, H., & Guo, S. (2017). Evaluating the comprehensive benefit of eco-industrial parks by employing multi-criteria decision making approach for circular economy. *Journal of cleaner production*, 142, pp.2262-2276.
- [57] Yazdani, M., Gonzalez, E. D., & Chatterjee, P. (2021). A multi-criteria decision-making framework for agriculture supply chain risk management under a circular economy context. *Management Decision*, 59(8), pp.1801-1826.
- [58] dos Santos Gonçalves, P. V., & Campos, L. M. (2022). A systemic review for measuring circular economy with multi-criteria methods. *Environmental Science and Pollution Research*, pp.1-15.
- [59] Lotfian Delouyi, F., Ranjbari, M., & Shams Esfandabadi, Z. (2023). A Hybrid Multi-Criteria Decision Analysis to Explore Barriers to the Circular Economy Implementation in the Food Supply Chain. *Sustainability*, 15(12), pp.9506.
- [60] Generation of municipal waste per capita (cei_pc031) (2023, June 20) https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/cei_pc031_esmsip2.htm
- [61] Generation of packaging waste per capita (cei_pc040) (2023, June 20) https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/cei_pc040_esmsip2.htm

- [62] Circular material use rate (cei_srm030) (2023, June 20) https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/cei_srm030_esmsip2.htm
- [63] Recycling rate of packaging waste by type of packaging (cei_wm020) (2023, June 20) https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/cei_wm020_esmsip2.htm
- [64] Patents related to waste management and recycling (CIE_CIE020) (2023, June 20) https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/cei_cie020_esmsip2.htm
- [65] Recycling rate of e-waste (cei_wm050) (2023, June 20) https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm050/default/table?lang=en
- [66] Recycling bio-waste (cei_wm030) (2023, June 20) https://datahub.digicirc.eu/dataset/recycling-of-biowaste/resource/7f590b4f-a9f0-4bf8-98c3-71d809657085?view_id=804f0b78-a78a-482e-85e5-30cc4dd030c6
- [67] Recycling rate of municipal waste (cei_wm011) (2023, June 20) https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/cei_wm011_esmsip2.htm
- [68] Soldić-Aleksić, J., Krasavac-Chroneos, B. (2009). *Quantitative techniques in market research- Application of SPSS computer package* (in Serbian), Publishing Center of the Faculty of Economics in Belgrade, ISBN: 978-86-403-0967-7
- [69] Garcia-Bernabeu, A., Hilario-Caballero, A., Pla-Santamaria, D., & Salas-Molina, F. (2020). A process oriented MCDM approach to construct a circular economy composite index. *Sustainability*, 12(2), pp.618.
- [70] Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., & Tarantola, S. (2019). Tools for composite indicators building. institute for the protection and security of the citizen econometrics and statistical support to antifraud unit I-21020 Ispra (VA) Italy; 2005. Available: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC31473/EUR%2021682%20EN.pdf>
- [71] Marjanović, I., Rađenović, Ž., & Marković, M. (2019). EU Members multi-criteria ranking according to selected travel industry indicators. *Ed): Bevanda, V., & Štetić, S., 4th International thematic monograph: Modern management tools and economy of tourism sector in present era. Association of Economists and Managers of the Balkans in cooperation with the Faculty of Tourism and Hospitality, Ohrid, North Macedonia, 639-654.*
- [72] Pierre, B.J. and Bertrant, M., "How to Select and How to Rank Projects: The PROMETHEE Method", *European Journal of Operational Research*, 44, pp 1-10, (1986).
- [73] Visual PROMETHEE Academic Manual Introduction: <http://en.prometheegaia.net/>(2023, June 20)
- [74] European Topic Centre on Circular economy- ETC CE Report 5/2022 (2023, June 20). [lithuania-ce-country-profile-2022_for-publication.pdf](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/cei_wm011_esmsip2.htm) (europa.eu)

APPLICATION OF METHODS FOR MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING IN THE PERFORMANCE EVALUATION OF THE CIRCULAR ECONOMY INDICATORS

Abstract: *The concept of circular economy is gaining increasing attention as a sustainable economic model that aims to minimize resource consumption and waste generation while promoting sustainable economic growth of organizations. However, evaluating the performance of the circular economy initiatives so far requires a comprehensive evaluation and analysis of several criteria and indicators. This paper investigates the application of the multi-criteria decision-making method (MCDM – Multi-Criteria Decision Making) in the evaluation of the performance indicators of circular economy indicators. The importance of multi-criteria decision-making methods is discussed, relevant case studies are presented, and the advantages and challenges associated with their implementation are highlighted. By using the PROMETHEE method for multi-criteria decision-making, with the help of the Visual PROMETHEE Academic software package, decision-makers, researchers, and practitioners can effectively evaluate the performance of the circular economy of economic entities and support decision-making in the direction of a sustainable future. Accordingly, the goal of this research is related to the ranking of EU27 countries based on a set of circular economy indicators using the mentioned MCDM method and discovering the alternative that has the best mutual relationship of circular economy performance indicators. The weighted coefficients for the mentioned indicators included in the MCDM model were calculated using the PCA (Principal Component Analysis) method. The optimal alternative after the conducted analysis is Lithuania, as a member of the EU27, which has shown significant progress in the implementation of circular economy principles in the analyzed five-year period 2017-2021.*

Keywords: *circular economy, indicators of circular economy, multi-criteria decision making methods, PROMETHEE, PCA*

DEO 3

PRIMIENA PRINCIPA
CIRKULARNE EKONOMIJE
U INDUSTRIJI

1. UPRAVLJANJE KOMUNALNIM OTPADOM U REPUBLICI SRBIJI – STANJE I PERSPEKTIVE

Peđa Milosavljević^{1*}, Maša Randelović², Milenko Tanović²

¹Mašinski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija

²Inovacioni centar, Univerzitet u Nišu, Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, Srbija

Rezime: *Rastuće količine komunalnog otpada zahtevaju integralno društveno delovanje. Tokom prethodnog perioda, Republika Srbija je usvojila niz zakona kojima se reguliše ova oblast. Iako je učinjen značajan pomak, upravljanje komunalnim otpadom nije na zadovoljavajućem nivou. Upravljanje komunalnim otpadom se u najvećoj meri svodi na njegovo odlaganje na lokalne deponije bez prethodnog tretmana. Na ovaj način odložen, komunalni otpad višestruko ugrožava životnu sredinu, prvenstveno oslobađanjem metana tokom procesa razgradnje. Sa pokrivenošću usluge sakupljanja komunalnog otpada na 88% stanovništva i nerazvijenom infrastrukturuom, integralno upravljanje komunalnim otpadom nije moguće. Perspektive u daljem upravljanju, okrenute su otklanjanju navedenih ograničenja, zaštiti životne sredine i njegovoj ponovnoj upotrebi u cirkularnoj ekonomiji. Ističe se kompostiranje kao ekološki prihvatljiv model upravljanja otpadom. U radu je prezentovan potencijal kompostiranja na teritoriji grada Niša, u kome biorazgradivi otpad učestvuje prosečno sa 40% u ukupnoj količini komunalnog otpada.*

Ključne reči: *komunalni otpad, upravljanje komunalnim otpadom, kompostiranje, cirkularna ekonomija, JKP „Mediana”*

Uvod

U svetu iz godine u godinu raste ljudska populacija i postoji ubrzana urbanizacija. Ovaj rast se većim delom dešava u malim i srednjim gradovima u zemljama sa niskim prihodima [1]. Za izradu proizvoda koji se koriste u domaćinstvima upotrebljava se sve više prirodnih resursa, a kao rezultat povećanja potrošnje stvara se i sve više otpada. Sociolozi veruju da otpad predstavlja pravi dokaz da „ono što su ljudi posedovali – i bacili” govori jasnije,

* Kontakt mejl: pedja.milosavljevic@masfak.ni.ac.rs

informativnije i tačnije o njihovom životnom stilu nego što bi oni ikada mogli reći [2]. Otpad se u gradskim oblastima progresivno koncentriše kao rezultat kretanja stanovništva [3]. U globalnom kontekstu smeće se sve više gomila i šteti celokupnoj klimi, a samim tim narušava životni komfor. Bacuju se sve veće količine smeća, a njegov sastav je složeniji nego ranije, jer ima sve više plastičnih i elektronskih proizvoda. Otpad nakon upotrebe utiče negativno na vazduh, vodu, samim tim i na zdravlje ljudi, a pored toga doprinosi stalnim klimatskim promenama. Na taj način dolazi do razvoja sve većih problema, kao i potrebe za pravilnim upravljanjem otpadom.

Otpad čini svaka materija ili predmet sadržan u listi kategorija otpada (Q-lista) koji vlasnik odbacuje, namerava, ili u skladu sa zakonom mora da odbaci [4]. Prema Zakonu o upravljanju otpadom Republike Srbije [4], otpad se deli na tri osnovne vrste: komunalni, komercijalni i industrijski otpad. Uobičajeno se otpad iz urbanih sredina i komercijalni otpad jednim imenom nazivaju čvrsti komunalni otpad. Čine ga otpad koji nastaje u domaćinstvima i komercijalni otpad, sakupljen sa određene teritorijalne celine, najčešće opštine, u skladu sa propisima i planovima date opštine.

Upravljanje otpadom predstavlja sprovođenje propisanih mera za postupanje u okviru sakupljanja, transporta, skladištenja, tretmana i odlaganja otpada, uključujući i nadzor pomenutih aktivnosti i brigu o postrojenjima za upravljanjem otpadom [5]. Nepravilno upravljanje otpadom može imati različite efekte na životnu sredinu.

Način na koji se postupa sa otpadom ga i definiše [6] – prevoznici otpada isti smatraju bezvrednim, dok sakupljači reciklabilnih elemenata isti smatraju svojevrsnim blagom [7]. Ukoliko se otpad baca u okolna vodena područja, organski i neorganski zagađivači mogu oštetiti živi svet unutar istih. Odlaganje otpada „na otvorenom” može predstavljati pretnju po ljudsko zdravlje u smislu zaraznih bolesti i u smislu izlaganja opasnosti onih koji žive u neposrednoj blizini [8]. Sa druge strane, i spaljivanje otpada proizvodi širok spektar zagađivača. Organski otpad se razlaže na deponijama, što rezultira oslobađanjem metana koji je jedan od gasova staklene bašte [3]. Što se čvrstog otpada tiče, analizirajući Međuvladin panel za klimatske promene, dolazi se do zaključka da on čini manje od 5% svetskih izvora emisije gasova staklene bašte [9]. Neophodno je napomenuti da upravo čvrsti otpad predstavlja neizbežnu posledicu ljudske aktivnosti, a upravljanje istim direktno utiče na zdravlje ljudi i okoline u kojoj žive.

Neadekvatno upravljanje otpadom predstavlja jedan od najvećih problema sa aspekta zaštite životne sredine Republike Srbije i isključivo je rezultat stava društva. Smatra se da se ova pojava prvi put javila u periodu ubrzane industrijalizacije zemlje, kada je pretila opasnost od iscrpljivanja nekih strateških resursa u vrlo kratkom vremenskom periodu i kada nastaje progresivni rast ukupne količine svih vrsta čvrstog otpada [5].

1. Stanje u oblasti upravljanja komunalnim otpadom u Republici Srbiji

Nastajanje otpada je rezultat ukupne ekonomske aktivnosti svake države i kao takvo je u direktnoj korelaciji sa nacionalnom ekonomijom. Kao što je već napomenuto, smatra se da se pojava prekomernog otpada javlja najpre u periodu ubrzane industrijalizacije zemlje, kada je pretila opasnost od iscrpljivanja nekih strateških resursa u vrlo kratkom vremenskom periodu i kada nastaje progresivni rast ukupne količine svih vrsta čvrstog otpada. Može se zaključiti da nastajanje komunalnog otpada zavisi od stepena industrijskog razvoja, životnog standarda, načina života, socijalnog okruženja, potrošnje i drugih parametara svake pojedinačne zajednice. Iz tog razloga se količina nastalog otpada može značajno razlikovati među državama, a i u okviru jedne države [10].

1.1. Podaci o količini i sastavu komunalnog otpada

Potrebno je naglasiti da podaci koji prikazuju stanje u lokalnim samoupravama Republike Srbije nisu u potpunosti precizni i tačni, odnosno mogu se definisati kao nepouzdana i nepotpuni, pogotovu kada se govori o količini generisanja komunalnog otpada.

Velika je raznolikost metodologija koje se koriste u cilju određivanja količina i sastava otpada, a posebno kada se uzmu u obzir manje varijacije. Prema podacima dostavljenim u Nacionalni registar izvora zagađivanja, počev od 2011. pa do 2021. godine, ukupna količina proizvedenog otpada povećana je od 7.337.333 t na 11.750.995 t [11]. Najveća izmerena količina proizvedenog otpada zabeležena je 2020. godine, kada je iznosila 12.495.392 t.

Tabela 1. Indikatori komunalnog otpada

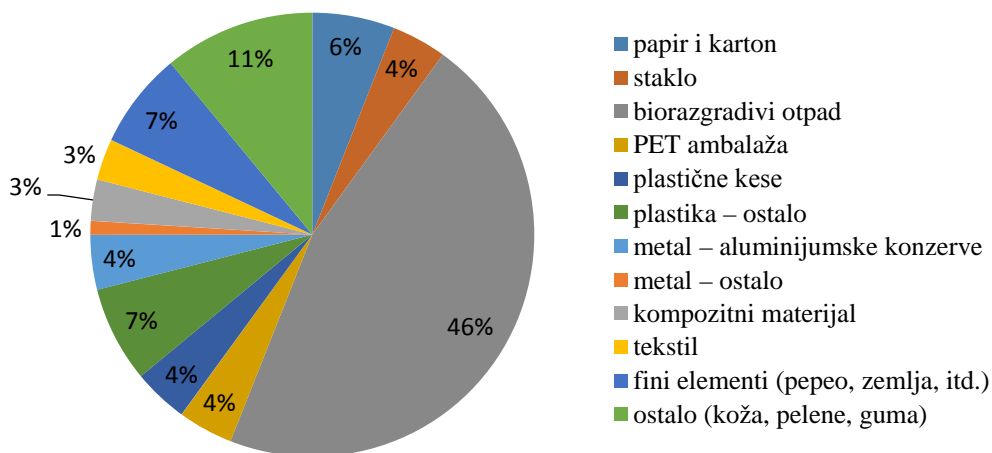
Izvor: [11, str. 9]

Godina	2018	2019	2020	2021
Ukupna količina generisanog otpada (mil. t)	2,80	2,83	2,95	2,87
Količina prikupljenog i deponovanog otpada od strane opštinskih JKP-a (mil. t)	2,22	2,24	2,34	2,48
Podvrgnuto postupku ponovnog iskorišćenja (R1-R11) (t)	450.112	461.740	477.897	390.320
Prosečni obuhvat prikupljanja otpada (%)	87,2	86,2	86,4	88,0
Srednja dnevna količina komunalnog otpada po stanovniku (kg)	1,10	1,11	1,15	1,14

Što se tiče analize količine proizvedenog komunalnog otpada, u tabeli 1 dati su osnovni indikatori koji to pokazuju. Indikatori se izrađuju na osnovu godišnjih podataka o količini otpada, prijavljenih od strane komunalnih preduzeća u lokalnim samoupravama, u skladu sa Pravilnikom o obrascu dnevne evidencije i Godišnjeg izveštaja o otpadu [4]. Podatke o komunalnom otpadu dostavljaju javna

komunalna preduzeća ili druga preduzeća koja imaju ugovor sa lokalnom samoupravom za obavljanje tih delatnosti [11].

Morfološki sastav prikazuje od čega, odnosno od kog materijala je sačinjen otpad koji se analizira. Konkretno, prema podacima dostavljenim u Nacionalni registar, analiza morfološkog sastava ukazuje da većinu analiziranog otpada, čak 46%, čini biorazgradivi otpad, dok najmanji procenat čini metal, 1% ukupnog otpada. Detaljni podaci i procentualno raščlanjivanje prikazano je na grafikonu 1.



Grafikon 1. Morfološki sastav komunalnog otpada u 2021. godini

Izvor: [11, str. 10]

Može se zaključiti da skoro jednak udeo u morfološkoj strukturi imaju metal, papir i karton, plastične kese i PET ambalaža – 4%, dok nešto manji udeo od 3% imaju tekstil i kompozitni materijal.

1.2. Modeli sakupljanja i odlaganja komunalnog otpada

Za Republiku Srbiju se može reći da je u njoj jedini način upravljanja otpadom odlaganje na lokalne deponije, koje uglavnom ne zadovoljavaju ni osnovne higijenske i tehničko-tehnološke uslove. Neophodno je napomenuti da su neke od postojećih pomenutih deponija praktično već popunjene. Za upravljanje čvrstim komunalnim otpadom glavnu odgovornost ima lokalna vlast. To je kompleksan zadatak koji zahteva odgovarajuće organizacione kapacitete i saradnju između brojnih zainteresovanih strana u privatnom i javnom sektoru [12]. Dugoročna strategija Republike Srbije u oblasti zaštite životne sredine podrazumeva poboljšanje kvaliteta života stanovništva obezbeđivanjem željenih uslova životne sredine i očuvanjem prirode [10].

Sakupljanje komunalnog otpada u Republici Srbiji obavljaju uglavnom javna komunalna preduzeća, čiji su osnivači lokalne samouprave [10]. U okviru funkcionisanja sakupljanja otpada, postoji posebna organizacija kretanja vozila, kao i raspored kontejnera koji se pretežno bazira na slobodnoj proceni i dosadašnjoj praksi, a ne na odgovarajućim analizama zasnovanim na broju gravitirajućeg stanovništva, frekvenciji punjenja i pražnjenja kontejnera i kapacitetu vozila. U pojedinim lokalnim samoupravama poslovi sakupljanja otpada ugovorom su povereni privatnom sektoru.

Potrebno je naglasiti da postojeća infrastruktura, koja služi za upravljanje komunalnim otpadom, nije na zavidnom nivou. Konkretno, u okviru samog sakupljanja i transporta komunalnog otpada postoji neodgovarajući broj i struktura posuda za sakupljanje otpada, neodgovarajući raspored posuda, nedostatak odgovarajućih vozila za transport otpada, neodgovarajuća učestalost transporta otpada, neodgovarajuće rute kretanja vozila i nerešeno pitanje transporta otpada iz zdravstvenih ustanova i nekih privrednih subjekata.

Glavne metode tretmana komunalnog otpada predstavljaju:

- reciklaža plastike, metala, stakla, papira (reciklažni centri i transfer stanice) i
- kompostiranje (lokacije kompostnog postrojenja).

U Republici Srbiji glavni centri za odvojeno sakupljanje otpada nalaze se u Beogradu i Čačku. Pored pomenutih, centri za odvojeno sakupljanje otpada postavljeni su sporadično i u drugim lokalnim samoupravama, gde se pojedine vrste komunalnog otpada sakupljaju u posebnim kontejnerima, namenjenim za sakupljanje različitih vrsta otpada poput metala, papira, PET ambalaže, stakla, limenki itd. U Novom Sadu se nalazi postrojenje za odvajanje reciklabilnog otpada.

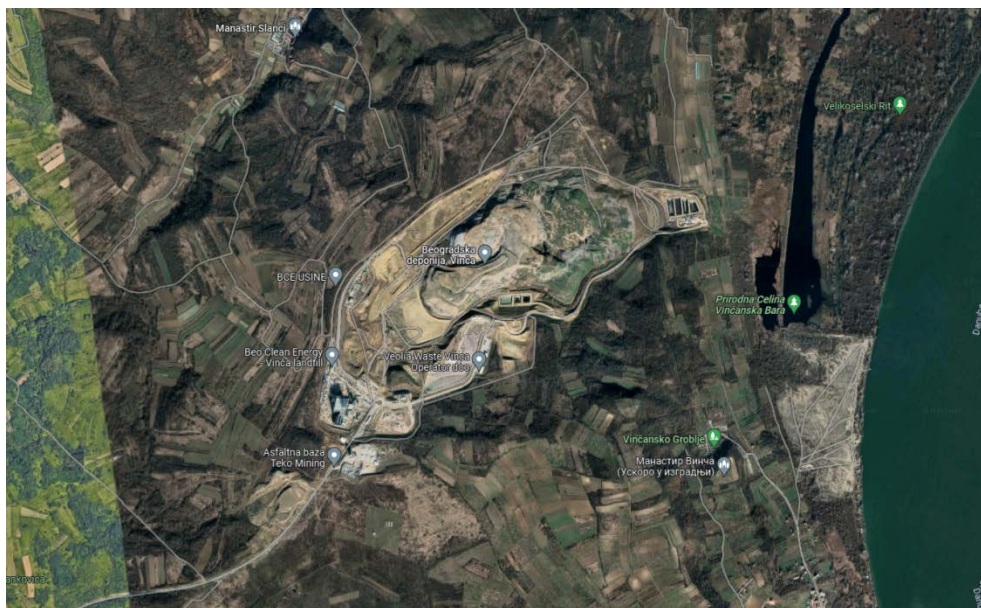


Slika 1. Deponija „Vinča”

Izvor: <https://balkangreenenergynews.com/>

Kao što je već napomenuto, u Republici Srbiji se odlaganje otpada na deponije smatra jedinom načinom organizovanog postupanja sa otpadom. Svaka lokalna samouprava ima sopstvenu deponiju, ali problem predstavlja, između ostalog, činjenica da je većina pomenutih deponija popunjena. Sa druge strane, ozbiljniji problem je činjenica da većina deponija ne zadovoljava ni minimum propisanih tehničkih zahteva. Jedan od njih odnosi se na kontrolisano odvođenje deponijskog gasa, koji nastaje razgradnjom otpada u deponiji, što može dovesti do požara ili eksplozije. Procedne vode iz deponija se ne skupljaju niti prečišćuju. Ta neaktivnost može ugroziti podzemne i površinske vode, kao i zemljište, zbog stalnog povećanja sadržaja organskih materija i teških metala.

Sakupljanje komunalnog otpada vrši se organizovano na 164 zvanično registrovane opštinske deponije. Najveća deponija je „Vinča” (Slika 1), poznata kao *Centar za upravljanje otpadom*, koja se nalazi u blizini Beograda, u neposrednoj blizini reke Dunav (Slika 2).



Slika 2. Lokacija deponije „Vinča”

Izvor: Google maps

Na deponiju „Vinča” se dnevno odlaže oko 1.700 t komunalnog otpada iz domaćinstava i neopasnog otpada iz industrije iz dvanaest beogradskih opština [10]. Procenjuje se da kapacitet deponije iznosi četiri miliona kubnih metara.

Deponija je godinama je bila mesto za odlaganje mešanog čvrstog komunalnog otpada, međutim, zbog zastarelih praksi upravljanja otpadom, i nekontrolisanog odlaganja, ona se suočila sa ekološkim problemima.

Ne postoji nijedan prethodan tretman otpada pre samog odlaganja na deponiju. Zemljišta na kojima se deponije nalaze su najčešće u svojini Republike

Srbije. Starost deponija varira od četiri (Bačka Palanka – Obrovac, Bela Palanka, Malo Crniće, Pančevo i Tutin) do pedeset tri godine (deponija u Silbašu, opština Bačka Palanka, koja je u funkciji od 1956. godine) [10]. Deponije se razlikuju po veličini i infrastrukturi, od malih lokalnih, do većih regionalnih deponija. Kao ni dosadašnji podaci, ni podaci koji se tiču tačne zapremine i dimenzija deponija nisu precizni i pouzdani.

Za mnoge deponije ne postoji odgovarajuća tehnička dokumentacija. Neretko na njima dolazi do samopaljenja, pri čemu nastaje emisija zagađujućih materija. One koje se nalaze na udaljenostima kraćim od 100 m od naselja, funkcionišu sa najvećim rizikom po životnu sredinu i zdravlje ljudi. Konkretno, u Srbiji ih je dvanaest. Pored pomenutih, dodatan rizik po životnu sredinu i zdravlje ljudi su i deponije na udaljenostima manjim od 50 m od obale reka, potoka, jezera ili akumulacija. Takvih deponija ima dvadeset pet, od kojih se njih četrnaest nalazi na samoj obali vodotoka.

1.3. Zakonodavni okvir Republike Srbije i nadležni organi i organizacije

Kada je reč o zakonodavnom okviru za upravljanjem otpadom, ova oblast se uređuje setom sledećih zakona [10]:

- Zakon o potvrđivanju Bazelske konvencije o prekograničnom kretanju opasnih otpada i njihovom odlaganju;
- Zakon o zaštiti životne sredine;
- Zakon o strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu;
- Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu;
- Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine;
- Zakon o upravljanju otpadom;
- Zakonom o ambalaži i ambalažnom otpadu.

Zakon o zaštiti životne sredine bavi se uređenjem integralnog sistema zaštite životne sredine, koji čine: mere, uslovi i instrumenti za održivo upravljanje i očuvanje prirodne ravnoteže, celovitosti, raznovrsnosti i kvaliteta prirodnih vrednosti i uslova za opstanak svih živih bića; sprečavanje, kontrola, smanjivanje i sanacija svih oblika zagađivanja životne sredine; promovisanje i upotreba proizvoda, procesa, tehnologije i prakse koji manje ugrožavaju životnu sredinu; primena posebnih pravila ponašanja u upravljanju otpadom od njegovog nastanka do odlaganja, odnosno sprečavanje ili smanjenje nastajanja, ponovna upotreba i reciklaža otpada; izdvajanje sekundarnih sirovina i korišćenje otpada kao energenta; uvoz, izvoz i tranzit otpada; osnivanje Agencije i Fonda; unapređenje obrazovanja obukom kadrova i razvijanjem svesti; pristup informacijama i učešće javnosti u donošenju odluka. Usvojen je Pravilnik o sadržini dokumentacije koja se podnosi uz zahtev za izdavanje dozvole za uvoz, izvoz i tranzit otpada [13] na osnovu Zakona o zaštiti životne sredine. Zatim, na osnovu novousvojenog Pravilnika usvojeno je i nekoliko propisa kojima su utvrđeni uslovi koje moraju

da ispunjavaju stručne organizacije za ispitivanje otpada, i to u pogledu kadrova, opreme, prostorija itd. [14]. Takođe, na osnovu Ustava Republike Srbije, Zakona o Vladi, a u vezi sa Zakonom o zaštiti životne sredine [15] doneti su sledeći propisi kojima se uređuje upravljanje posebnim tokovima otpada: Uredba o upravljanju otpadnim uljima [16] i Uredba o načinu i postupcima upravljanja otpadom koji sadrži azbest [17].

Zakon o strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu [18] uređuje odnos politike zaštite životne sredine sa ostalim, sektorskim politikama, u pripremi i donošenju drugih planova i programa u oblasti: prostornog i urbanističkog planiranja ili korišćenja zemljišta, poljoprivrede, šumarstva, ribarstva, lovstva, energetike, industrije, saobraćaja, upravljanja otpadom, upravljanja vodama, telekomunikacija, turizma, očuvanja prirodnih staništa i divlje flore i faune, a kojima se uspostavlja okvir za usvajanje budućih razvojnih projekata. Utvrđeni su uslovi, način i postupak vršenja strateške procene uticaja određenih planova i programa na životnu sredinu u okviru njihove pripreme i usvajanja, sadržina izveštaja o strateškoj proceni, njegova verifikacija i uključivanje, odnosno učešće javnosti u postupku ocene tog izveštaja. Ovaj zakon je usaglašen sa odgovarajućom direktivom EU.

Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu [19] uređuje postupak procene mogućih značajnih uticaja određenih javnih i privatnih projekata na životnu sredinu, sadržaj studije o proceni uticaja na životnu sredinu, obaveze podnosilaca zahteva za dobijanje dozvole ili odobrenja za izgradnju ili rekonstrukciju objekta, promenu tehnologije, proširenje kapaciteta ili prestanak rada i uklanjanje projekata koji mogu imati značajan uticaj na životnu sredinu, ostale intervencije u prirodi i prirodnom okruženju, kao i učešće javnosti u postupku izrade ili odobravanja tih projekata. Procena uticaja vrši se za projekte u oblasti industrije, rudarstva, energetike, saobraćaja, turizma, poljoprivrede, šumarstva, vodoprivrede, upravljanje otpadom i komunalnih delatnosti, kao i za projekte koji se planiraju na zaštićenom prirodnom dobru i u zaštićenoj okolini nepokretnog kulturnog dobra.

Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine [20] uređuje: uslove i postupak izdavanja integrisane dozvole za rad postrojenja i obavljanje aktivnosti koja mogu imati negativne uticaje na zdravlje ljudi, životnu sredinu ili materijalna dobra, vrste aktivnosti i postrojenja, nadzor i druga pitanja od značaja za sprečavanje i kontrolu zagađivanja životne sredine.

Zakon o upravljanju otpadom [4] uređuje vrste i klasifikaciju otpada, planiranje upravljanja otpadom, subjekte, odgovornosti i obaveze u upravljanju otpadom, upravljanje posebnim tokovima otpadom, uslove i postupak izdavanja dozvola, prekogranično kretanje otpada, izveštavanje, finansiranje upravljanja otpadom, nadzor i druga pitanja od značaja za upravljanje otpadom. Upravljanje otpadom je delatnost od opšteg interesa, a podrazumeva sprovođenje propisanih mera za postupanje sa otpadom u okviru sakupljanja, transporta, skladištenja,

tretmana i odlaganja otpada, uključujući nadzor nad tim aktivnostima i brigu o postrojenjima za upravljanje otpadom posle zatvaranja.

Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu [21] uređuje uslove zaštite životne sredine koje ambalaža mora da ispunjava za stavljanje u promet, upravljanje ambalažom i ambalažnim otpadom, izveštavanje o ambalaži i ambalažnom otpadu, ekonomske instrumente, kao i druga pitanja od značaja za upravljanje ambalažom i ambalažnim otpadom. Ovaj zakon primenjuje se na uvezenu ambalažu, ambalažu koja se proizvodi, odnosno stavlja u promet i sav ambalažni otpad koji je nastao privrednim aktivnostima na teritoriji Republike Srbije, bez obzira na njegovo poreklo, upotrebu i korišćeni ambalažni materijal.

Upravljanje komunalnim otpadom, pored zakonodavnog okvira, podrazumeva postojanje i institucionalnog okvira koji definiše ulogu, značaj i pravac funkcionisanja ovog društveno značajnog delovanja. Institucionalni okvir podrazumeva definisanje nadležnih organa i organizacija u čijem delokrugu se odlučuje o upravljanju otpadom. Pre svega, najvažniju ulogu imaju:

- Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije,
- druga nadležna ministarstva koja između ostalog regulišu upravljanje tokovima otpada,
- Agencija za zaštitu životne sredine,
- nadležni organ autonomne pokrajine odnosno jedinica lokalne samouprave.

Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije ima najvažniju ulogu u upravljanju otpadom. Nadležnosti ovog ministarstva su sledeća: predlaže Vladi Program, kao i programe prevencije stvaranja otpada; koordinira i vrši poslove upravljanja otpadom od značaja za Republiku Srbiju i prati stanje; daje saglasnost na regionalne planove upravljanja otpadom, osim za planove na teritoriji autonomne pokrajine; izdaje dozvole, saglasnosti, potvrde i druge akte propisane ovim zakonom; vodi evidenciju o dozvolama, saglasnostima, potvrdama i drugim aktima koje su izdali drugi nadležni organi; utvrđuje ovlašćene organizacije u skladu sa ovim zakonom; vrši nadzor i kontrolu primene mera postupanja sa otpadom; preduzima druge mere i aktivnosti, u skladu sa međunarodnim ugovorima i sporazumima [4].

Upravljanje otpadom i procena njegovog uticaja na životnu sredinu podrazumeva obuhvatanje i procenu otpada koji se produkuje na nivou celokupne države. Samim tim, značajnu ulogu u upravljanju otpadom zauzimaju Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Ministarstvo zdravlja i Ministarstvo rudarstva i energetike. Ova ministarstva obavljaju poslove kojima se uređuje upravljanje otpadom koji nastaje u okviru njihove nadležnosti. Tu se pre svega misli na otpad poljoprivrednog i životinjskog porekla, medicinski i farmaceutski otpad kao i otpad koji nastaje eksploatacijom mineralnih sirovina [10].

Agencija za zaštitu životne sredine je organ Ministarstva zaštite životne sredine, a osnovana je 2003. godine. Njeni prvi osnovni zadaci bili su uspostavljanje sistema informisanja o pitanjima u oblasti zaštite životne sredine i uvođenje integrisane procene i izveštavanja [22]. Nakon višegodišnjeg razvoja, uspostavljanja zakonodavnog i institucionalnog okvira, agencija obavlja poslove koji se odnose na: vođenje i ažuriranje baze podataka o upravljanju otpadom u informacionom sistemu zaštite životne sredine, u skladu sa zakonom kojim se uređuje zaštita životne sredine; vođenje podataka o raspoloživim i potrebnim količinama otpada, uključujući sekundarne sirovine, razmenu i stavljanje na raspolaganje tih podataka elektronskim putem; izveštavanje o upravljanju otpadom, u skladu sa preuzetim međunarodnim obavezama [10].

Nadležni organ autonomne pokrajine: učestvuje u izradi Programa i programa prevencije stvaranja otpada; koordinira i vrši poslove upravljanja otpadom od značaja za autonomnu pokrajinu i prati stanje; daje saglasnost na regionalne planove upravljanja otpadom na svojoj teritoriji; izdaje dozvole, saglasnosti, potvrde i druge akte u skladu sa ovim zakonom, vodi evidenciju i podatke dostavlja ministarstvu; vrši nadzor i kontrolu mera postupanja sa otpadom na svojoj teritoriji u skladu sa ovim zakonom; vrši i druge poslove utvrđene zakonom [10].

Jedinice lokalne samouprave imaju nadležnosti u oblasti komunalnih delatnosti i odgovorni su za stratešku procenu planova i programa, procenu uticaja projekata na životnu sredinu i izdavanje integrisanih dozvola iz svoje nadležnosti. Upravljanje komunalnim otpadom je briga lokalne samouprave [23]. Lokalna samouprava obavlja sledeće poslove: donosi lokalni plan upravljanja otpadom, obezbeđuje uslove i stara se o njegovom sprovođenju; uređuje, obezbeđuje, organizuje i sprovodi upravljanje komunalnim, odnosno inertnim i neopasnim otpadom na svojoj teritoriji, u skladu sa zakonom; uređuje postupak naplate usluga u oblasti upravljanja komunalnim, odnosno inertnim i neopasnim otpadom, u skladu sa zakonom; izdaje dozvole, odobrenja i druge akte u skladu sa ovim zakonom, vodi evidenciju i podatke dostavlja ministarstvu; na zahtev ministarstva ili nadležnog organa autonomne pokrajine daje mišljenje u postupku izdavanja dozvola u skladu sa ovim zakonom; vrši nadzor i kontrolu mera postupanja sa otpadom u skladu sa ovim zakonom; vrši i druge poslove utvrđene zakonom [10].

2. Perspektive u oblasti upravljanja komunalnim otpadom u Republici Srbiji

Utvrđen presek stanja upravljanja komunalnim otpadom u Republici Srbiji povlači definisanje perspektiva u daljem upravljanju. Usvojen zakonodavni okvir, njegova harmonizacija sa pravnim tekovinama Evropske unije, izgrađena infrastruktura, samo su neki su od najvažnijih instrumenata uspešnog upravljanja komunalnim otpadom tokom narednog perioda.

Perspektive upravljanja komunalnim otpadom se zasnivaju na rešavanju najvećih problema sa kojima se Srbija susreće u ovoj oblasti. Perspektive se prvenstveno baziraju na rešavanju:

- pokrivenosti uslugama sakupljanja komunalnog otpada i
- nerazvijenosti infrastrukture za upravljanje komunalnim otpadom.

Prvi problem je nedovoljan broj domaćinstava koja su pokrivena uslugama sakupljanja komunalnog otpada. Svega 88% domaćinstava je, prema izveštaju Agencije za zaštitu životne sredine za 2021. godinu, bilo obuhvaćeno uslugama prikupljanja komunalnog otpada. Sakupljanje je organizovano u urbanim sredinama, dok je u ruralnim sredinama ova aktivnost nedovoljno razvijena. Uzimajući u obzir da je godinama unazad situacija bila slična, potrebno je obezbediti preduslove da procenat obuhvaćenih domaćinstava bude povećan tokom narednog perioda. Realizacija održivog razvoja je moguća isključivo kada se komunalni otpad bude sakupljao od svakog domaćinstva, na zakonski utvrđen način.

Tabela 2. Upravljanje komunalnim otpadom – ukupni investicioni troškovi (u evrima)

Izvor: [23, cmp. 105–106]

Mere	2022-2049.	2022-2031.
Mere predviđene Direktivom o deponijama	1.051.142.857	823.857.143
Ukupno za Okvirnu direktivu o otpadu (bez dvostrukog računanja troškova koji se odnose na Direktivu o deponijama)	75.901.400	42.167.444
Sekundarna separacija	5.000.000	2.777.778
Centri za sakupljanje otpada („reciklažna dvorišta”)	19.000.000	10.555.556
Sakupljanje tekstila (kontejneri u centrima za sakupljanje)	100.000	55.556
Sakupljanje biootpada (kontejneri i kante)	27.729.529	15.405.294
Postrojenja za kompostiranje (dodatni kapaciteti)	24.071.871	13.373.262
UKUPNO	1.127.044.257	866.024.587

Nerazvijenost infrastrukture za upravljanje komunalnim otpadom je gorući problem sa kojim se Srbija susreće decenijama unazad. Iako je Strategijom upravljanja otpadom za period od 2010. do 2019. godine definisan plan upravljanja od republičkog do lokalnog nivoa, usled nedostatka sredstava, plan nije u potpunosti realizovan. Navedeni problem prepoznaje i Program upravljanja otpadom za period od 2022. do 2031. godine. Ovim programom se predviđaju značajna investiciona ulaganja.

Stav autora je da su pespektive u daljem upravljanju komunalnim otpadom naše zemlje nedvosmisleno okrenute u dva pravca:

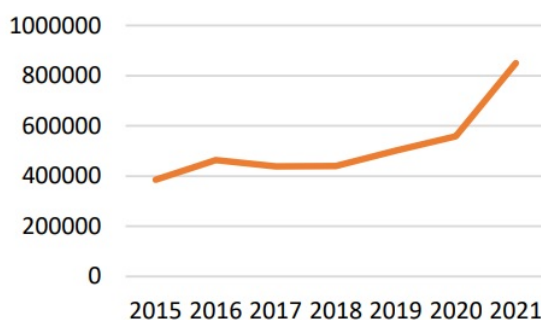
- smanjenje uticaja komunalnog otpada na životnu sredinu,
- upotreba komunalnog otpada u cirkularnoj ekonomiji.

2.1. Smanjenje uticaja komunalnog otpada na životnu sredinu

Jačanje globalne svesti o značaju zaštite životne sredine doprinela je usvajanju i harmonizaciji zakonodavnih okvira u svim modernim društvima, pa između ostalih i u našoj zemlji. Generisani otpad je preteća opasnost za životnu sredinu. Njena zaštita je osigurana isključivo efikasnim sistemom upravljanja otpadom, koji je usmeren ka održivom razvoju čitave planete. Domaće zakonodavstvo prepoznaje zaštitu životne sredine kao glavni cilj celokupnog društvenog delovanja. Glavni cilj Zakona o upravljanju otpadom je da se upravljanje otpadom vrši na način kojim se ne ugrožava zdravlje ljudi, kao ni životna sredina. Pomenutim Zakonom se nalaže upravljanje otpadom izborom najoptimalnije opcije za životnu sredinu.

Komunalni otpad koji se produkuje u Srbiji odlaže se na svega dvanaest sanitarnih deponija, pri čemu se ima u vidu njegov štetan uticaj na životnu sredinu. Na ovim deponijama otpad se odlaže u skladu sa zakonodavnim okvirom i uz zahtev da njegovo razlaganje bude bez uticaja na okolinu. Godinama unazad, svega 10% stanovništva je imalo mogućnost da otpad odlaže na ove deponije. Značajan pomak je napravljen 2021. godine, kada 42% stanovništva dobija mogućnost da komunani otpad odlaže na ove deponije. Perspektiva dalje zaštite životne sredine se sastoji u izgradnjih većeg broja sanitarnih deponija, u skladu sa donetim planovima i programima.

Grafikon 2. Kretanje količina odloženog otpada na sanitarnim deponijama u periodu od 2015. do 2021. godine



Izvor: [26, cmp. 95]

Iako je procentualno učinjen pomak u smislu dostupnosti sanitarnih deponija stanovništvu, značajan problem predstavljaju nesani tarne deponije. Registrovano ih je 138. Nesani tarne deponije prihvataju komunalni otpad bez ikakvih zaštitnih mera po životnu sredinu. Može se zaključiti da deponije u Srbiji u velikoj meri zagađuju prirodu i negativno utiču na kvalitet životne sredine [24]. Imaju štetan

uticaj na vazduh, podzemne i površinske vode, kao i na zemljište. Verovatno je da će ove deponije biti zatvorene i rekultivisane kada bude izgrađena kompletna infrastruktura za upravljanje otpadom [23].

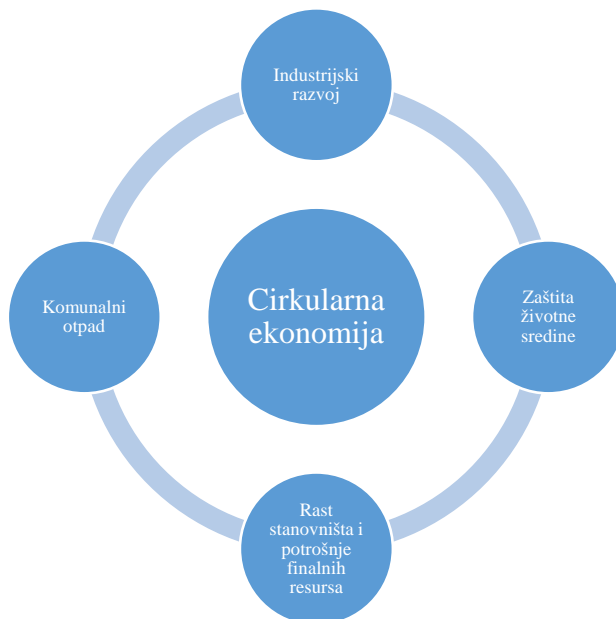
Divlje deponije su takođe veliki problem zbog lošeg uticaja na životnu sredinu. Po definiciji, to su površine na kojima se nalaze nekontrolisano odložene različite vrste otpada, suprotno propisima kojim se uređuje odlaganje otpada. Na divlje deponije se baca oko 20% generisanog komunalnog otpada u zemlji, što je jako visok procenat. Zabrinjava broj divljih deponija od preko 3.500, pri čemu se one uglavnom nalaze u ruralnim sredinama, koje nisu obuhvaćene redovnim prikupljanjem komunalnog otpada. Iako se od strane nadležnih lokalnih institucija redovno uklanjaju, često se ponovo pojave na istom mestu. Perspektivu u daljoj zaštiti životne sredine u ovom slučaju čini jačanje svesti građana o štetnosti koje divlje deponije imaju po celokupno društvo, kao i izgradnja neophodne infrastrukture za celokupnu pokrivenost uslugama sakupljanja komunalnog otpada.

2.2. Upotreba komunalnog otpada u cirkularnoj ekonomiji

Politika Evropske unije u pogledu upravljanja otpadom jasno definiše da je dalji održivi razvoj zajednice utemeljen na principima cirkularne ekonomije. Doneti akcioni plan o cirkularnoj ekonomiji iz 2020. godine deluje obavezujuće u smislu vraćanja generisanog otpada u proizvodne cikluse. Republika Srbija se Sofijskom deklaracijom o Zelenoj agendi za Zapadni Balkan iz 2020. godine obavezala da će izraditi nacionalna strateška dokumenta, sa ciljem razvoja cirkularne ekonomije.

U konceptu cirkularne ekonomije otpad ne postoji, već postoji samo sirovina koja se može ponovo upotrebiti za iste ili druge proizvodne procese [25]. Cirkularna ekonomija će obezbediti kontrolu stvaranja otpada, iskorišćavanje otpada i podsticaje za investiranje i afirmaciju mogućnosti koje otpad može da ima. Ovu viziju moguće je ostvariti ako se dosledno budu primenjivala načela smanjenja pritiska na životnu sredinu i obezbeđenja kvalitetnijeg života građana, uz jasnu i održivu razvojnu perspektivu i izgradnju podsticajnog okruženja za uspostavljanje modela cirkularne ekonomije [23].

Komunalni otpad je jedna od karika koja ima značajnu ulogu u cirkularnoj ekonomiji. Srbija ne sme propustiti šansu da se komunalni otpad ponovo vrati u proizvodne procese, jer će samo na taj način konkurentnost nacionalne ekonomije biti održiva na globalnoj konkurentskoj areni. Evropska unija je predvidela da do kraja 2035. godine 65% komunalnog otpada bude ponovo upotrebjeno, pri čemu se maksimalni udeo odlaganja komunalnog otpada na deponijama ograničava na 10% ukupno generisanog komunalnog otpada.



*Slika 3. Uloga cirkularne ekonomije u procesu industrijskog razvoja
Izvor: prikaz autora*

Prelaz na cirkularnu ekonomiju je složen, sveobuhvatan i, pre svega, dugoročni sistemski proces. Globalni trendovi se kreću ka tome da cirkularna ekonomija zameni duboko utemeljenu linearnu ekonomiju i upravljanje otpadom [25]. Republika Srbija je prepoznala važnost cirkularne ekonomije, stavljajući je u fokus Industrijske strategije za period od 2021. do 2030. godine. Ovim srateškim dokumentom se prepoznaje niz problema u pogledu upravljanja otpadom, pre svega nedovoljno razvijena infrastruktura i nedovoljne stope reciklaže, što u konačnom dovodi do pojave značajnih gubitaka potencijalno vrednih sirovina, koje se svake godine odlažu izvan komunalnog sistema. Strategija prepoznaje cirkularnu ekonomiju kao izvor novog industrijskog rasta, na kojem treba zasnovati nacionalnu ekonomiju.

U prilog međuzavisnosti komunalnog otpada i cirkularne ekonomije i njihovoj perspektivi, govore projektovane količine komunalnog otpada za period od 2022. do 2030. godine.

Svaki projektovani kilogram komunalnog otpada je šansa za zaustavljanje linearnog modela proizvodnje, koji se tradicionalno temelji na principu „uzmi–napravi–baci”. Model linearne ekonomije bio je prevashodno vođen stvaranjem profita, bez obzira na negativne efekte po životnu sredinu i prirodne resurse [25], bez sagledavanja šansi da se otpad koristi kao sirovina u narednom proizvodnom ciklusu.

Tabela 3. Projektovane količine komunalnog otpada za period od 2022. do 2030.g.

Godina	Količina generisanog otpada		
	Kg/po stanovniku/dan	Kg/po stanovniku/godišnje	Tona godišnje
2022	1,19	434,3	3.033.876
2023	1,21	442,0	3.080.319
2024	1,23	450,0	3.129.084
2025	1,26	458,4	3.180.295
2026	1,28	467,1	3.234.082
2027	1,30	476,1	3.290.582
2028	1,33	485,5	3.349.939
2029	1,36	495,4	3.412.307
2030	1,39	505,6	3.477.846

Izvor: [23, str. 51]

Srbija ima priliku da komunalni otpad ne završi na deponijama, već da se koristi kao sirovina, kroz postupak kompostiranja. Kompostiranje je tretman biorazgradivog otpada koji podrazumeva dejstvo mikroorganizama u prisustvu kiseonika i pod kontrolisanim uslovima, u cilju stvaranja komposta. Kao proizvod dobija se koristan materijal, sličan humusu, koji nema neprijatan miris i koji se može koristiti kao sredstvo za kondicioniranje zemljišta ili kao đubrivo [10]. U našoj zemlji, biorazgradivi otpad prosečno čini oko 40% ukupnog komunalnog otpada. Sastoji se od otpada hrane i baštenskog otpada, čije odlaganje na deponije višestruko utiče na zagađenje životne sredine, usled proizvodnje metana u procesu razgradnje.

Postoje dva modela kompostiranja i to:

- izgradnja regionalnih postrojenja za kompostiranje,
- kućno kompostiranje.

Regionalna postrojenja za kompostiranje zasnivaju se na udruživanju većeg broja opština s ciljem zajedničkog upravljanja otpadom. Srbija još uvek nije izgradila dovoljan broj regionalnih centara za upravljanjem komunalnim otpadom, pa se samim tim javlja nedovoljna infrastrukturna razvijenost za vršenje procesa kompostiranja na regionalnim nivoima. Izuzetak čini regionalni centar za upravljanje otpadom u Subotici. Perspektive regionalnog kompostiranja okrenute su daljem udruživanju opština radi povećanja regionalnih centara za upravljanje otpadom.

Kućno kompostiranje je model kompostiranja u kome se biorazgradivi otpad tretira u kućnim uslovima. Sav organski otpad koji se produkuje u domaćinstvu se odvađa u kućne kompostere i samim tim se smanjuje količina otpada koja odlazi na deponije. Domaćinstva dobijaju sopstveni kompost, a deponije znatno manje

optada. Zbog količine biorazgradivog otpada, puna primena ovog modela je u ruralnim i poluurbanim sredinama.

3. Potencijal kompostiranja na teritoriji grada Niša na primeru JKP-a „Mediana”

Grad Niš je administrativno podeljen na pet gradskih opština: Mediana, Palilula, Pantelej, Crveni Krst i Niška Banja. Na teritorijama svih pet opština komunalne poslove obavlja javno komunalno preduzeće „Mediana” Niš. JKP „Mediana” obavlja, pre svega, poslove održavanja čistoće u gradu, organizovani odvoz komunalnog i industrijskog otpada i njegovo deponovanje. U okviru preduzeća posluje sektor „Zelenilo”, čiji je zadatak prikupljanje zelenog otpada kao što su trava, lišće, otpad nastao orezivanjem drvenastih i ukrasnih stabala. Rastuće količine biorazgradivog materijala zahtevaju procese sakupljanja i njihovu preradu u ekološki održiv model.

Kompostiranje, kao jedan od modela upravljanja organskim čvrstim otpadom, teži smanjenju količine biorazgradivog otpada odloženog na deponiju. Procenjuje se da je udeo biorazgradivog otpada u komunalnom otpadu na teritoriji grada Niša 40%. U toku procesa kompostiranja dolazi do biološkog razgrađivanja organskog čvrstog otpada u oblik u kome se može koristiti, skladištiti i/ili ostaviti na zemlju bez straha od negativnih posledica. Kompostiranje se može definisati kao kontrolisana aerobna biološka konverzija organskog otpada u složeni i stabilan materijal pod nazivom kompost, koji se kasnije koristi za poboljšanje zemljišta, odnosno kao đubrivo u povrtarstvu, hortikulturi i poljoprivredi uopšte.

Postoje dva osnovna tipa tehnologije kompostiranja [27]:

- otvoreno ili „*window*” kompostiranje, koje se odvija na otvorenom, sa jednostavnom opremom, što je i sporiji proces,
- zatvoreni sistem kompostiranja, gde se kompostiranje odvija u objektu, rezervoaru, kontejneru, posudi, itd.

Prvi, otvoreni sistemi su jednostavniji, jeftiniji, koriste manje energije ali ujedno zahtevaju i više prostora i više vremena neophodnog za sazrevanje komposta. Sa druge strane, zatvoreni sistem predstavlja pogodniji tip za manje operatere u sistemu upravljanja otpadom. Ublažavaju se vizuelni uticaji na ljude i životnu sredinu i lakše se kontroliše proces kompostiranja. U pomenutom slučaju, sazrevanje komposta traje znatno kraće i kompost je dostupniji na tržištu.

Pre samog procesa kompostiranja potrebno je formirati mešavinu otpada za kompostiranje. Osnovne odluke prilikom formiranja mešavine odnose se na izbor i konfiguraciju terena, izbor materijala za kompostiranje, odlučivanje o kombinaciji materijala koji će se koristiti i kreiranje procesa kompostiranja, zasnovano na maksimalnoj zapremini otpada koju prostor može da prihvati. Količina od 10.000 m³ na godišnjem nivou prikupljene trave sa zelenih površina, lišća i grana posle orezivanja drvenastih i ukrasnih stabala, otpadnog voća i

povrća, je potencijal grada za realizaciju ekološkog modela proizvodnje komposta.

Jedan od motiva za realizaciju procesa kompostiranja jesu i potrebne količine komposta za sektor „Zelenila”. Za održavanje parkovskih površina, preduzeće utroši 600–1000 m³ komposta, dok se za sopstvenu proizvodnju rasada utroši od 200–300 m³ komposta. U svom poslovanju, „Zelenilo” poseduje maloprodajnu mrežu kroz koju se distribuira 400 m³ komposta i treseta [27].

Sledi rekapitulacija u prilog navedenom potencijalu kompostiranja na teritoriji grada Niša, sa aspekta lokacije, ulaganja, kvaliteta proizvoda, troškova proizvodnje, zakonske regulative i sa ekonomskog aspekta.

Tabela 4. Rekapitulacija investicija, troškova i kvaliteta kompostiranja

Izvor: [27, cmp. 55]

TEHNOLOGIJA	Ukupno ulaganje (eur)	Cena (eur/t komposta) za 1 god.	Trošak (eur/m ³)	Ukupni trošak na 5 god.	Kvalitet komposta ¹	Kapacitet (m ³ /dan)	Mogući prihod (eur/god.)
Gomile koje se prevrću	220.000	20	2,1	6,1	C	30	-
Statički aerisane gomile	210.000	11,5-14,5	1,6	4,5	C	40-50	-
Gomile sa forsiranom aeracijom	245.000	11,2-13,5	1,4	4,1	B C	50-60	-
Kompostiranje u zatvorenim kontejnerima	340.000	58-116	4,5	20,5	A B	8-16	10.000
Kompostiranje u bunkerima ili kanalima	150.000	13,6	2,5	5,22	B C	30	-
Kompostiranje u silosima	310.000	21-28	2,0	7	A B C	30-40	50.000
Kompostiranje u modularnom postrojenju	200.000	9,3-11,6	1,88	4,2	A B	40-50	90.000

Na osnovu rekapitulacije investicija, troškova i kvaliteta kompostiranja, zaključuje se da je hijerarhija metoda kompostiranja sledeća [27]:

- kompostiranje u mobilnim modularnim postrojenjima,
- kompostiranje u silosima,
- kompostiranje u kontejnerima.

¹ A – materijal podoban za dalju prodaju posle sertifikacije: oplemanjivač zemljišta (kompost) ili organsko đubrivo;

B – materijal podoban za sopstveno korišćenje za rekultivaciju parkovskih površina i travnjaka: opemenjivač zemljišta (kompost);

C – materijal koji može da se koristi kao prekrivka na telu deponije.

Aspekt lokacije – Kako JKP „Mediana” ima problem sa lokacijom RJ „Zelenilo” i trebalo bi da traži novu lokaciju za kompostiranje, a kompostiranje na otvorenom (u gomilama) ujedno iziskuje velika ulaganja, prednost se daje kompostiranju u postrojenjima. Treba težiti mobilnim postrojenjima, a to su: kontejneri ili mobilno modularno postrojenje.

Aspekt ulaganja – Ovaj aspekt je vrlo sličan, kada se ulaganje sagleda po m³ ili po toni proizvoda. Kreće se od 3 do 6 evra po toni. Zbog malog kapaciteta, kod kontejnera raste nivo ulaganja po toni, iako je nominalna vrednost slična kao kod ostalih tipova opreme. I ovde se preporučuje kompostiranje na gomilama ili u modularnom postrojenju.

Aspekt kvaliteta proizvoda – Ovaj aspekt je eliminišući, jer je kompost iz kompostiranja u gomilama skoro nemoguće plasirati na tržište, te se skoro isključivo preporučuje kompostiranje u postrojenju: silos, kontejner ili modularni komposter.

Aspekt troškova proizvodnje – Ovaj aspekt se bazira na održivosti proizvodnje. Preporučuje se kompostiranje u gomilama, silosu ili u modularnom postrojenju.

Aspekt zakonske regulative – Treba napomenuti da je po direktivi (DIREKTIVA 2008/1/EC) Evropskog parlamenta svaki operater obavezan da prati najnovije dostupne tehnologije i da ih u svojoj oblasti koristi (alineja 18 navedene direktive). Moramo biti svesni činjenice da se Republika Srbija, u dokumentu koji je potpisan sa EU, obavezala da će smanjiti organski otpad koji se odlaže na deponije do 2020. godine za 65%.

Ekonomski aspekt – Ako se sagleda koliko se biorazgradivog otpada sakupi u RJ „Zelenilo” i da gotov kompost koji bi se proizveo (oko 3.000 do 5.000 m³) za dva do tri puta prevazilazi količine koje su potrebne za sopstvenu proizvodnju (1.500 do 2.000 m³), logično je zaključiti da je potrebno pojaviti se na tržištu sa gotovim proizvodom. Pri tome bi trebalo birati metode koje osiguravaju kvalitet koji se može plasirati na tržištu. Treba voditi računa o održivoj proizvodnji i, svakako, o nivou mogućih prihoda koji se kreću od 10.000 do 90.000 evra na godišnjem nivou. Nameće se zaključak da su prioriteti modularno postrojenje, silos i kontejner.

Zaključak

Upravljanje komunalnim otpadom treba posmatrati kroz prizmu različitih otvorenih pitanja. Zaštita životne sredine, klimatske promene, cirkularna ekonomija, zakonodavni okvir i jačanje javne svesti, samo su neka polja koja utiču na integrani pristup upravljanju otpadom. Neadekvatno odložen komunalni otpad ima 3–5% uticaja na efekat staklene bašte, kako u svetu, tako i u Republici Srbiji. Trenutno stanje u Srbiji odaje utisak nedovoljno implementiranih odredaba domaćeg zakonodavstva, koje je u najvećoj meri harmonizovano sa evropskim propisima iz ove oblasti. Nesistematičnost i nerazvijenost infrastrukture

nepovoljno utiču na sveukupan proces upravljanja otpadom. Visok stepen učešća biorazgradivog otpada u strukturi komunalnog otpada je povod za rešavanje pomenutih pitanja. Perspektive u daljem razvoju se oslanjaju na rešenja razvijenih zemalja, gde je generisani otpad ulazna sirovina za druge proizvodne procese. Cirkularna ekonomija je temelj održivog razvoja društva, u kojem otpad urbanih i ruralnih područja pruža mogućnost novog razvoja.

Literatura

- [1] L. Sun, J. Chen, Q. Li, D. Huang, "Dramatic uneven urbanization of large cities throughout the world in recent decades", *Nature communication*, China, 2020.
- [2] W.L. Rathje, C. Murphy, "Rubbish!: the Archaeology of Garbage", *University of Arizona Press*, Arizona, 2001.
- [3] S. Khan, R. Anjum, S. T. Raza, N. A. Bazai, M. Ihtisham, "Technologies for municipal solid waste management: Current status, challenges, and future perspectives", *Chemosphere Volume 288*, China, 2022.
- [4] Zakon o upravljanju otpadom „Službeni glasnik RS”, broj 36/2009, 88/2010, 14/2016, 95/2018 – dr. zakon i 35/2023
- [5] Ministarstvo zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine, „Otpad i upravljanje otpadom”, Republika Srbija, 2020”. <http://www.sepa.gov.rs/index.php?menu=207&id=202&akcija=showXlinked> (Pristupljeno 20.06.2023.)
- [6] R. Assaad, Formalizing the informal? The transformation of Cairo's refuse collection system, *University of New Orleans*, New Orleans, 1996.
- [7] Vergara & Tchobanoglous, "Municipal solid waste and the environment: a global perspective", *Annual Review of Environment and Resources*, California, 2012.
- [8] F.R. McDougall, P.R. White, M. Franke, P. Hindle, "Integrated Solid Waste Management: A Life Cycle Inventory", *Blackwell Sci*, Oxford, 2001.
- [9] J. Bogner, M. AbdelrafieAhmed, C. Diaz, A. Faaij, Q. Gao, S. Hashimoto, K. Mareckova, R. Pipatti, T. Zhang, "Waste management", *Cambridge Univ. Press*, Cambridge, UK/New York, 2007.
- [10] Strategija upravljanja otpadom u Republici Srbiji za period 2010-2019. godine, „Službeni glasnik RS”, broj 29/2010
- [11] Ministarstvo za zaštitu životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine, „Upravljanje otpadom u Republici Srbiji u periodu 2011-2021. godinu”, Beograd, 2022.
- [12] Ilić M, Trumić M, „Upravljanje komunalnim otpadom u Srbiji – stanje i perspektive”, in *Proc. 14th International scientific conference EkoIst'06*, Sokobanja, Srbija, 2006.
- [13] Pravilnik o sadržini dokumentacije koja se podnosi uz zahtev za izdavanje dozvole za uvoz, izvoz i tranzit otpada „Službeni glasnik RS”, broj 60/2009, 101/2010, 48/2017, 80/2017, 98/2017, 38/2018 i 6/2021
- [14] Pravilnik o uslovima koje moraju ispunjavati stručne organizacije za ispitivanje otpada, „Službeni glasnik RS” broj 135/2004, 53/2006"
- [15] Zakon o zaštiti životne sredine „Službeni glasnik RS”, broj 135/2004, 36/2009, 36/2009 – dr. zakon, 43/2011 – odluka US, 14/2016, 76/2018, 95/2018 – dr. zakon i 95/2018 – dr. zakon
- [16] Uredba o upravljanju otpadnim uljima „Službeni glasnik RS”, broj 60/2008, 8/2010 – dr. uredba

- [17] Uredba o načinu i postupcima upravljanja otpadom koji sadrži azbest „Službeni glasnik RS” broj 75/2010
- [18] Zakon o strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu „Službeni glasnik RS”, broj 125/2004 i 88/2010
- [19] Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu „Službeni glasnik RS”, broj 125/2004 i 36/2009
- [20] Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine „Službeni glasnik RS”, broj 125/2004, 25/2015 i 109/2021
- [21] Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu „Službeni glasnik RS”, broj 36/2009 i 95/2017 – dr. zakon
- [22] UNECE, „Pregled stanja životne sredine u Srbiji” https://unece.org/DAM/env/epr/epr_studies/native/Serbia%20II.pdf (Pristupljeno 26.06.2023.)
- [23] Ministarstvo za zaštitu životne sredine, „Program upravljanja otpadom u Republici Srbiji za period 2022–2031 godinu”, Beograd, 2022.
- [24] Oblakoder, „Sanitarne i nesantarne deponije – u čemu je razlika?” <https://www.oblakoder.org.rs/sanitarne-i-nesantarne-deponije-u-cemu-je-razlika/> (Pristupljeno 27.06.2023.)
- [25] Ministarstvo zaštite životne sredine, „Mapa puta za cirkularnu ekonomiju u Srbiji”, Republika Srbija, str. 5–10, 2020.
- [26] Ministarstvo zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine, „Izveštaj o stanju životne sredine u Republici Srbiji za 2021. godinu”, Republika Srbija, 2022.
- [27] Milosavljević Peđa, Analiza isplativosti sakupljanja i prerade biorazgradivog otpada, Elaborat o analiti isplativosti sakupljanja i prerade biorazgradivog otpada, *Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu, Zavod za mašinsko inženjerstvo*, Niš, 2018.

MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT IN THE REPUBLIC OF SERBIA: CURRENT SITUATION AND FUTURE PERSPECTIVES

***Abstract:** Growing amounts of municipal waste require integral social action. During the previous period, the Republic of Serbia adopted a number of laws regulating this area. Although significant progress has been made, municipal waste management is not at a satisfactory level. Municipal waste management is largely reduced to its disposal at local landfills without prior treatment. Disposed of in this way, municipal waste threatens the environment in multiple ways, primarily by the release of methane during the decomposition process. With municipal waste collection services covering 88% of the population and underdeveloped infrastructure, integral management of municipal waste is not possible. Perspectives in further management are aimed at removing the mentioned restrictions, protecting the environment and its reuse in the circular economy. Composting is highlighted as an environmentally friendly model of waste management. The paper presents the potential of composting in the territory of the city of Niš, in which biodegradable waste participates on average with 40% in the total amount of municipal waste.*

***Keywords:** municipal waste, municipal waste management, composting, circular economy, JKP „Mediana”*

2. PROCENA UTICAJA INDUSTRIJSKOG OTPADA NA EKOSISTEM

Marija Kodrić^{*}, Maja Koraćević, Maša Randelović

Inovacioni centar, Univerzitet u Nišu, Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, Srbija

Rezime: Porast populacije i sve veća potražnja dovode do eskalacije industrijskih sektora. Industrije stvaraju opasan otpad koji je prvenstveno organske prirode te se prerađuje ili odlaže u životnu sredinu. Industrijalizacija dovodi do povećanja proizvodnje otpada, koji predstavlja veliki ekološki izazov. Jedan od najkritičnijih problema zemalja u razvoju je nepravilno upravljanje ogromnom količinom otpada. Nebezbedno odlaganje otpada u okolinu predstavlja još veći izazov. Ova studija pruža najnovije informacije o gore navedenim temama, identifikuje nedostatke za buduće pravce istraživanja i doprinosi razvoju politike za strategije ublažavanja. Takođe, potrebno je doneti efikasne zakone o zaštiti životne sredine i programe za jačanje društvene svesti stanovništva u pogledu potencijalnih ekoloških opasnosti koje potiču od industrijskog otpada.

Ključne reči: industrijski otpad, ekosistem, zagađenje životne sredine, otpad, reciklaža

Uvod

Broj ljudi na Zemlji je u stalnom porastu, zahvati u prirodi bivaju sve veći: grade se vodovodi, rudnici, putevi, luke... Tehnologija doživljava procvat, nauka i zdravstvena zaštita postepeno se razvijaju, pa ljudski vek postaje duži i kvalitet života se povećava. Taj progresivni razvoj praćen je promenom životnih uslova na način koji će današnjem čovečanstvu prouzrokovati brojne i dalekosežne probleme. Naročito negativne uticaje na životnu sredinu imaju pogoni teške industrije (železare, livnice, koksare), hemijska industrija i druge industrijske grane koje se često nazivaju i prljavom industrijom [1].

Na ekosisteme se odražavaju sve aktivnosti ljudi, što je od vitalnog značaja za ekonomski i društveni razvoj u budućnosti. Značaj očuvanja prirodnih ekosistema postaje sve češća tema kako sa naučnog tako i sa praktičnog

^{*} Kontakt mejl: izida50@gmail.com

stanovišta. „Usluge” ekosistema podrazumevaju dobrobiti koje prirodno okruženje pruža ljudskoj zajednici. Konstantna urbanizacija, smanjenje prirodnih resursa i sve gori kvalitet životne sredine izazivaju stalni pritisak na ekosisteme. Pritisak dovodi do degradacije usluga ekosistema. Stanje u životnoj sredini to prikazuje na najbolji način, a iskazuje se fizičkim, hemijskim, biološkim, estetskim i drugim indikatorima kojima se vrednuje kvalitet prirodnih resursa (vazduha, vode, zemljišta, šuma, geoloških resursa, biljnog i životinjskog sveta) [2].

Čovek i njegove aktivnosti su glavni faktor u menjanju životne sredine i zato je potrebna spremnost svakog pojedinca i svih društvenih grupa i institucija da u planove razvoja uključe radikalne mere očuvanja životne sredine. Te mere podrazumevaju nove tehnologije prilagođene ekološkim zahtevima, ali i drugačije poimanje mogućnosti i potreba života na Zemlji. Moguće rešenje i saniranje štete u ekosistemima moguće je ukoliko se u budućnosti jasno postave i poštuju metode i strategije koje bi doprinele očuvanju ekosistema, odnosno celokupne životne sredine. Upravljanje ljudskim resursima se mora usmeriti prema zaštiti životne sredine kako bi se doprinelo ostvarivanju održive konkurentne prednosti kompanija [3].

1. Pregled uticaja industrijskog otpada na ekosistem

Koncept ekosistema ima sve veći značaj u oblasti upravljanja tehnologijom i inovacijama [4]. Prvi rad u oblasti industrijske ekologije objavili su Frosch i Gallopoulos (1989). Oni navode da je neophodno tradicionalni model industrijske proizvodnje (koji podrazumeva da se u okviru pojedinačnih industrijskih procesa materijali prerađuju u proizvode, prodaju i koriste, a nakon upotrebe završavaju kao otpad), „transformisati” u model industrijskog ekosistema. Industrijski ekosistemi, prema Froschu i Gallopoulosu, funkcionišu slično prirodnim ekosistemima. Jedna od pretpostavki uspostavljanja i razvoja industrijskog ekosistema jeste da se otpad određenog proizvodnog procesa iskoristi kao sirovina u drugom procesu i na taj način smanji uticaj industrije na životnu sredinu [5].

Cortés-Sánchez i sar. predstavili su biotehnoške pristupe tretmanu i korišćenju otpada iz mlečne industrije, posebno za mlečnu surutku, kao i razmatranje biotehnoške metode za smanjenje zagađenja životne sredine i dobijanje hemijskih jedinjenja sa potencijalnom primenom u industriji [6].

Ihsan Hamawand i sar. ispitali su obim pamučne industrije u Australiji u vezi sa njenim nusproizvodima. Ispitane su prednosti, slabosti, mogućnosti i pretnje različitih opcija za korišćenje otpada nastalog tokom prerade pamuka. Tehnički, ekološki i ekonomski aspekti svake opcije upravljanja otpadom formirali su osnovu njihovih zaključaka i preporuka. Čini se da je piroliza pamučnih stabljika dobra opcija zbog potencijalnog prihoda od 104 miliona dolara. Korišćenje smeća od pamuka (CGT) za proizvodnju etanola je još jedna opcija, a prosečna proizvodnja bi bila oko 33–47 miliona litara etanola za celu

industriju. Prihod od ovog procesa može biti 33–47 miliona dolara (1 USD/L). Stabljika pamuka pruža najveću efikasnost sagorevanja i najduže vreme sagorevanja u poređenju sa ostacima kukuruza i soje. Potencijalna količina energije proizvedene sagorevanjem pamučnih stabljika može biti oko 24,8 PJ, što je ekvivalentno uglju, u vrednosti od 97 miliona dolara [7].

Prasad Chavan i sar. u svom radu daju pregled tehnologije i procesa za korišćenje nusproizvoda citrusa, za ekstrakciju eteričnih ulja, proizvodnju drvenog uglja i bioulja, vodonik singasa itd. Citrusna pulpa je veoma efikasno sredstvo za uklanjanje metala i hemikalija i efluenta generisanog od strane industrije tehnikom adsorpcije. Suplementacija nusproizvoda citrusa bogata je pektinom koji je razgradiv i nema negativan uticaj na ekosistem, može se koristiti kao visokoenergetska hrana koji podržava rast kao laktacija kod životinja. U cilju racionalnog korišćenja ovog vrednog resursa i zaštite životne sredine, ova studija ima za cilj sveobuhvatno korišćenje ovih nusproizvoda sa dodatom vrednošću [8].

Vivek Kumar Gaur i sar. razmatraju uticaj tokova otpada na kopnene i vodene ekosisteme. Pošto ovi otpadi u izobilju sadrže proteine, lipide, ugljene hidrate i lignocelulozu, reciklaža, ponovna upotreba i valorizacija nude efikasnu strategiju za njihovo smanjenje, uz zaštitu životne sredine. Raspravlja se o politikama koje su postavile nacionalne i međunarodne agencije, koje usmeravaju ove industrije ka smanjenju stvaranja otpada i povećanju mogućnosti recikliranja i ponovne upotrebe generisanog otpada. Ova studija pruža najnovije informacije o gore navedenim aspektima, tako što identifikuje nedostatke za buduće pravce istraživanja i doprinosi razvoju strategije ublažavanja [9].

Carrillo i sar. daju pregled operativnih faktora različitih tehnologija zasnovanih na fizičkim, hemijskim i biološkim mehanizmima oporavka fosfora. Takođe se razmatraju nove kombinovane tehnologije koje su u stanju da maksimiziraju oporavak organskog i neorganskog fosfora iz različitih tokova otpadnih voda. Prema tome, trebalo bi prepoznati oblik fosfora pri ispuštanju otpadnih voda, da bi se izabrala odgovarajuća tehnologija za njegovo obnavljanje i obezbedila zaštita vodenih ekosistema [10].

Toral Shindhal i sar. govore o najnaprednijim i najsavremenijim tehničkim i naučnim dostignućima u tretmanu otpadnih voda industrije boja, koji uključuju napredni proces oksidacije, tehniku membranske filtracije, mikrobne tehnologije, bioelektrohemijsku degradaciju, fotokatalitičku degradaciju, itd. Među ovim tehnologijama, mikrobna degradacija deluje obećavajuće za oporavak resursa i njihovu održivost, i o njoj se detaljno raspravljalo. Ovaj rad takođe razmatra izazove i buduće perspektive u ovoj oblasti [11].

1.1. Cilj istraživanja i metodologija

Glavni cilj je uspostavljanje odgovarajuće ravnoteže između cilja očuvanja prirodnih resursa s jedne strane i cilja zaštite životne sredine s druge, a jedan od opštih ciljeva u oblasti upravljanja otpadom je smanjenje njegove količine i

obezbeđenje ponovnog korišćenja ili odlaganja, na način koji ne uzrokuje degradaciju životne sredine i koji omogućava značajno unapređenje resursne efikasnosti. Mnoge kompanije su uključene u razvoj indikatora za merenje ostvarenja ciljeva u ekološkom, socijalnom i ekonomskom smislu. One koriste ove indikatore da komuniciraju sa različitim zainteresovanim stranama [12].

Ovaj rad analizira prirodu industrijskih ekosistema i pojašnjava uticaj industrijskog otpada na ekosistem. Metodologija istraživanja zasniva se na identifikaciji glavnih izvora kontaminacije u različitim industrijskim jedinicama koje zagađuju ekosistem.

1.2. Industrijski razvoj i ekosistem

Globalno zagrevanje stvara sve veću zabrinutost jer može dovesti do ekstremnih vremenskih pojava kao što su superoluja, porast nivoa mora, povećanje kiselosti okeana, povećanje broja štetočina i bolesti, neuspešna poljoprivredna proizvodnja i manje šanse da se ekosistemi prilagode prirodno. Kao glavni uzrok globalnog zagrevanja ističe se ubrzano pojačanje emisija gasova staklene bašte i time se treba ozbiljno baviti. Naučnici počinju da izražavaju zabrinutost zbog klimatskih promena od 1950-ih. Prva svetska konferencija o klimi održana je 1979, kada se ističe važnost zaštite životne sredine [13]. Potrebno je pronaći rešenja koja ne ometaju ekonomski razvoj, a mogu da obezbede načine za smanjenje emisija ugljen-dioksida (u velikoj meri odgovornog za efekat staklene bašte), kao i pronaći rešenja za efikasnije korišćenje resursa [14].

Intenzivan industrijski razvoj doprineo je globalnom rastu privrede i ekonomije, dok je sa druge strane doveo do degradacije životne sredine. Industrija se uglavnom fokusira na proizvodnju i ostvarivanje profita, što je stvorilo mnoge druge probleme. Na primer, iscrpljivanje prirodnih resursa, negativni uticaji na životnu sredinu, nejednaka distribucija i neodgovarajući uslovi rada, što može dovesti do neodrživog obrazca ekološke, ekonomske, pa čak i društvene potrošnje [15]. Neophodno je sprovesti sistematski pregled razvoja industrije i njenog uticaja na ekosistem. Industrijski ekosistem treba da optimizuje upotrebu energije i materijala, minimizira zagađenje i uzme u obzir uticaj otpada svakog proizvodnog procesa na životnu sredinu. Takođe, potrebno je sprovesti ispitivanje interakcije tehnologije i industrijskih aktivnosti i ekoloških i društvenih posledica. Ovo ispitivanje se može obaviti na lokalnom, regionalnom ili na globalnom nivou, analiziranjem upotrebe i protoka materijala i energije tokom životnog ciklusa proizvoda [16]. Neki od problema sa kojima se suočavaju industrije, kao što su povećanje otpada, troškovi tretmana otpada i velika potrošnja resursa, uobičajeni su u urbanim sredinama [17, 18]. Dakle, ako se saradnja između kompanija proširi u urbanim regionima, postoji potencijal za obe strane da ostvare ekološke i ekonomske koristi i da ublaže određene zajedničke probleme. Ova saradnja se u nekoliko publikacija pominje kao *industrijska i urbana simbioza* (ili *urbana i industrijska simbioza*) i odvija se kada se otpad nastao u urbanom području koristi

kao sirovina ili izvor energije u industriji, ili kada industrije pružaju urbanim područjima otpadnu toplotu nastalu kroz njihov rad [19]. Međutim, neki autori su termin urbana simbioza koristili za označavanje korišćenja otpada iz urbanih sredina kao sirovine ili izvora energije [20].

1.3. Industrijska ekologija i industrijska simbioza

Industrijska ekologija je poddisciplina prirodnog ekosistema koja ima za cilj restrukturiranje industrijskog ekosistema na načine upravljanja i projektovanja linearnog do zatvorenog sistema industrijske proizvodnje i potrošnje. Industrijska ekologija nastoji da formira usaglašene odnose između ekološkog i ljudskog sistema kako bi obezbedila održive koristi od svih aspekata održivosti, uključujući društvene, ekološke i ekonomske. Ona teži da zauzme sistemsku perspektivu kada treba primeniti željenu promenu koja podržava inicijative za održivost. Tradicionalni industrijski ekološki sistem karakteriše se na mikronivou (bavi se problemima pojedinačnih firmi) i makronivou (bavi se ukupnim sistemom). Industrijska ekologija je sistem okrenut ka ekološkim i ljudskim potrebama, koji imitira prirodni tok sistema kako bi se konvergirao od tradicionalnog linearnog sistema protoka materijala ka sistemu zatvorene petlje. Postoje dva popularna pristupa u industrijskoj ekologiji, (1) regionalni pristup i (2) pristup lancu proizvoda. Prvi pristup stavlja akcenat na eko-industrijske parkove koje čine različite firme uz postojanje ekonomskih i ekoloških prednosti, dok lanac proizvoda uključuje sve resurse za razvoj proizvoda. Industrijska ekologija je od velikog značaja za određivanje dobro izgrađenih i održivih mogućnosti za unapređenje ekologije i čoveka [21].

Kao podoblast industrijske ekologije, industrijska simbioza, koja se često definiše kao kolektivni pristup u kojem se otpad jedne kompanije koristi kao sirovina od strane druge kompanije, može pomoći u rešavanju ovih problema bez ugrožavanja ekonomskog razvoja. Ova praksa je slična biološkim procesima, u kojima se različiti organizmi udružuju u „uzajamno korisnim odnosima”, jer omogućava entitetima i kompanijama koje posluju odvojeno da se udruže u fizičkoj razmeni materijala, nusproizvoda, energije i vode, sa konkurentskim prednostima za sve učesnike. Pored razmene otpada/nusproizvoda, ova podela resursa obuhvata i deljenje infrastrukture i zajedničko pružanje usluga [22].

Industrijska simbioza se može posmatrati kao specifičan oblik „zelenog lanca snabdevanja” koji predstavlja još jedno značajno područje istraživanja. Pronalaženje rešenja koja ograničavaju potrošnju resursa i emisije gasova staklene bašte je od suštinskog značaja za obezbeđivanje održivog ekonomskog rasta. Industrijska simbioza se pokazala kao važna za postizanje ekoloških, ekonomskih i društvenih ciljeva. Odnosi u industrijskoj simbiozi su podstaknuti nizom faktora, kao što su ušteda resursa, ekonomska korist, ispunjavanje ekoloških zahteva – smanjenje emisije gasova staklene bašte, briga o prirodnim resursima i smanjenje otpada koji završava na deponijama i spalionicama. Da bi se zadovoljile ove

potrebe, industrijska simbioza se širi, uz pozitivne ekonomske, ekološke i društvene rezultate [23].

1.4. Uticaj industrijskih sistema na zagađenje ekosistema

Unapredjenje životnog standarda, potrebe za masovnom proizvodnjom, razvoj tehnologije i porast stepena industrijalizacije, iako pokazatelji privrednog razvoja, izazvali su ozbiljne i štetne posledice po zdravlje ljudi i ekosistem [24] [25]. Sa razvojem industrije, povećava se pritisak industrijskih sistema na kapacitet ekosistema, u pogledu prirodnih resursa, regeneracije i sposobnosti za razgradnju otpadnih materija i drugih produkata [26]. U industrijskim procesima se koriste prirodni resursi, čiji izvori nisu neograničeni. Takođe, u industrijskim aktivnostima neizbežno nastaje otpad ili se emituju nepoželjni gasovi, čime se zagađuje ekosistem. Do narušavanja ekosistema dolazi usled: iscrpljivanja prirodnih resursa, zagađivanja voda, zemljišta, vazduha, stvaranja i neadekvatnog odlaganja otpada, klimatskih promena i globalnog zagrevanja, kiselih kiša i, posledično, pojave bolesti živih organizama [26], [27]. Emisije industrijskih zagađivača štetno utiču na biljni i životinjski svet i njihova staništa, menjajući pritom cikluse razmnožavanja i biodiverzitet [28]. Zagađenje životne sredine postalo je globalni problem javnog zdravlja [29]. Uticaj industrijskih sistema na zagađenje zavisi od brojnih faktora, poput primenjenih tehnoloških procesa, energetske efikasnosti, vrste korišćenih sirovina, načina upravljanja industrijskim otpadom. Nivo zagađenja zavisi od vrste, sastava i količine neželjenih produkata [25], [30]. Iscrpljivanje ograničenih prirodnih resursa i zagađivanje životne sredine dobilo je zabrinjavajuće razmere i postalo gorući međunarodni problem [28]. Zemlje u razvoju, poput Republike Srbije, naročito su suočene sa problemom nasleđenog, istorijskog zagađenja, ali i problemima sadašnjice, u vidu emitovanja gasova koji doprinose efektu staklene bašte, zagađenja hemikalijama i opasnim materijama i sve većeg generisanja otpada [27].

1.4.1. Zagađenje voda

Industrijski sistemi svake godine iskoriste 865 km³ ukupne raspoložive svetske sveže vode [24]. Industrije koje za svoje procese koriste najviše vode su tekstilna, prehrambena, hemijska, petrohemijska, industrija papira i metalurgija [31]. Očuvanje voda nije bilo u fokusu sve dok nije dostignut granični nivo štetnog uticaja zagađenja voda na celokupni ekosistem i ljude [32]. Zagađenje vodenih sistema može uticati na kvalitet pitke vode, zemljišta i vazduha i narušiti prirodna staništa i biodiverzitet. Zagađenje može imati direktan i vidljiv uticaj na životnu sredinu, ali se manji poremećaji, na primer u lancu ishrane, mogu uočiti tek nakon dužeg vremena [33]. Industrijski zagađivači mogu narušiti fizičko-hemijska svojstva vodenog ekosistema, što rezultuje promenom u aktivnosti i raznovrsnosti biljaka, zooplanktona i bakterija [34]. Postoje različiti načini zagađenja vodenih tokova: termičko, hemijsko, biološko i mehaničko. Zagađenost

voda ogleda se u poremećajima kiselosti, saliniteta, koncentraciji mikroorganizama, koncentraciji opasnih supstanci poput teških metala i radioaktivnih materija i sl. [32]. Štetan uticaj na površinske vode najviše imaju nafta i njeni derivati, proizvodi hemijske industrije, industrijske i komunalne otpadne vode, deponije industrijskog i komunalnog otpada [31]. Velika količina otpadnih voda se stvara iz industrijskih sistema, što ima ogroman uticaj na ekosistem. Neadekvatno upravljanje industrijskim otpadnim vodama i njihovim ispuštanjem u vodene tokove direktno ili kanalizacionim odvodima, dovodi potom do zagađenja podzemnih voda i većih vodenih sistema [24]. Takođe, upotreba tako kontaminiranih voda kao izvora pijaće vode, može delovati štetno po zdravlje ljudi i životinja [35], [36]. Kontaminirana voda može dovesti do pojave mnogih kožnih bolesti, glavobolje, anemije, dijareje, žutice, đardijaze, tifusa, kolere, a potencijalno i kancera [24], [33], [37]. Neki patogeni se razmnožavaju u industrijskim otpadnim vodama i proizvode toksine, koji uzrokuju akutno trovanje, supresiju imunog sistema i reproduktivnu insuficijenciju [24]. Naizgled zanemarljiv problem lošeg mirisa vode, zapravo je povoljno okruženje za razmnožavanje životinjskih i ljudskih parazita, kao i vektora i/ili međudomaćina ljudskih bolesti [36]. Neprečišćene industrijske otpadne vode su jedan od glavnih izvora zagađenja vodenog ekosistema [24], [31]. Primeri industrija koje proizvode otpadne vode su postrojenja za proizvodnju čelika/gvožđa, završnu obradu metala, industrija nafte i gasa i prehrambena industrija [35]. Voda koja se ispušta tokom industrijskih procesa (proizvodnje, čišćenja) sadrži rastvorene i suspendovane razne materije – toksične hemikalije, plastiku, boje, teške metale, isparljive organske supstance, pesticide, papir, kožu, ulja, mulj, farmaceutske supstance i druge industrijske nusproizvode [24], [36], [37]. Fizičko-hemijske karakteristike i količina takvih otpadnih voda zavise od industrije [36]. Analiza podataka o industrijskim otpadnim vodama u 2017. god. u Republici Srbiji pokazuje da najviše emitovane količine azota i fosfora (preko 90%) potiče iz tehnološkog procesa postrojenja u okviru energetskog sektora, hemijske i mineralne industrije [38]. Usled industrijskih ciklusa hlađenja ili ispuštanja termalnih tečnosti u vodene sisteme, dolazi do varijacije lokalne temperature. Naglo povećanje temperature narušava flor i faunu vodenog ekosistema, smanjuje koncentraciju kiseonika u vodi i menja ekološku ravnotežu u pogođenim područjima [32]. Iz industrijskih sistema se u vodene tokove godišnje odbace milioni tona otpada (teških metala, rastvarača, toksičnog mulja) [33]. Teški metali u životnu sredinu mahom dospevaju iz metalne industrije, industrije baterija i papira [35]. Oni se u vodenim sistemima vezuju za druge čestice, talože i ugrađuju u sedimente. S obzirom da se teško uklanjaju iz vode i da se mogu akumulirati do toksičnih koncentracija, imaju značajan štetan ekološki uticaj na vodeni ekosistem. Najveći štetni potencijal iz otpadnih voda industrija imaju arsen, kadmijum, bakar, živa i cink i obično se nalaze u povišenim koncentracijama. Živa, nikl, kadmijum, hrom, bakar i olovo imaju toksično dejstvo na vodene organizme [33], [35].

Kontaminacija voda dovela je do značajne ekološke degradacije, uz smanjenje kvaliteta i težu dostupnost pijaće vode, intenzivne poplave i promene u strukturi vodenih ekosistema [24], [32], [33].

1.4.2. Zagađenje vazduha

Zagađenje vazduha je jedan od najvećih problema ekosistema [29]. Štetne supstance koje se ispuštaju u vazduh vraćaju se preko padavina u površinske vodene tokove, zemljište i podzemne vode. Dakle, zagađenje vazduha utiče i na kvalitet zemljišta i na vode [25], [29]. Materije koje zagađuju vazduh su različitog porekla, sastava i dejstva na životnu sredinu i žive organizme. U najvažnije spadaju fine čestice (npr. PM10), oksidi sumpora, azota i ugljenika, hlorovodonična kiselina, olovo, živa, isparljive organske materije, policiklični aromatični hidrokarbonati, ozon [31], [39]. Oksidi azota i sumpora dovode do formiranja kiselih kiša, koje utiču na pH voda i zemljišta, i vrlo su štetne za biljni svet i morske organizme [29]. Teški metali se kiselim kišama prenose u zemljište i vodene tokove. Prisustvo teških metala, poput aluminijuma, doprinosi kiselosti zemljišta i štetno je za divlje životinje i ribe. Povećanju kiselosti naročito su podložna zemljišta sa niskom koncentracijom kalcijum-karbonata [29]. Izloženost teškim metalima (kao što je olovo) u visokim koncentracijama, može imati direktne ili hronične toksične i kancerogene efekte na ljudsko zdravlje [29], [40]. Materije poput raznih hemikalija, pesticida i aerosola oštećuju stratosferski ozonski omotač, koji predstavlja svojevrsan štiti od štetnog UV zračenja. Prizemni ozon je sam zagađivač i u visokim koncentracijama negativno deluje na zdravlje ljudi, naročito na respiratorni i kardiovaskularni sistem. Ozon u biljkama smanjuje prenos ugljendioksida i fotosintezu [29]. Isparljiva organska jedinjenja se najviše emituju iz industrijskih postrojenja iz rastvarača, boja, petrohemijskih isparenja [41]. Ova jedinjenja su glavni prekursori za formiranje prizemnog ozonskog sloja i organskog aerosola. Kao posledica napretka industrijskog sektora, emisija ovih zagađivača je uvećana [39]. Aerozagađenja zavise od industrijske grane i uglavnom su produkti tehnoloških, hemijskih reakcija i sagorevanja [39]. Hemijska industrija je jedan od glavnih izvora najčešćih zagađivača (isparljive organske materije, policiklični aromatični hidrokarbonati, toksini). Zatim, tu su rafinerije i petrohemije, objekti crne i obojene metalurgije, industrija gvožđa, gume, plastike, celuloze i papira, industrija građevinskog i drvnog materijala, grafička, prehrambena, industrija đubriva [29], [31]. U Srbiji su uzroci zagađenja najčešće otpadni gasovi koji se ne prečišćavaju ili je efikasnost filtera slaba, niska energetska efikasnost, zastarela oprema, loš izbor sirovina, neadekvatno upravljanje otpadom [25], [31]. Značajne su, na primer, emisije oksida sumpora i praškastih materija iz prehrambene i mineralne industrije, emisije oksida azota iz mineralne i hemijske industrije [38]. Isparljiva organska jedinjenja, ugljenmonoksid, azot-oksidi, sumpor-dioksid i policiklični aromatični ugljovodonici su posebno štetni za ljude [29]. Kratkoročno izlaganje zagađenom vazduhu

potencijalno izaziva kašalj, kratak dah, astmu i druga respiratorna oboljenja, dok dugoročna izloženost može dovesti do plućne insuficijencije, kardiovaskularnih bolesti, prevremene smrtnosti, kancera [29] [39].

1.4.3. Zagađenje zemljišta

Zemljište predstavlja svojevrsan filter svih vrsta otpada, čime pruža zaštitu dalje kontaminacije ekosistema. Ponaša se kao fizički filter (prosejavanje), hemijski (apsorpcija štetnih supstanci) i biološki (razgradnja otpadnih materija) [42]. Usled prekomernog zagađenja zemljišta, dolazi do narušavanja flore i faune, sastava i kvaliteta tla (što naročito pogađa poljoprivredni sektor), erozije, kontaminacije podzemnih voda [31]. Biljke mogu da apsorbuju zagađivače iz zemljišta i podzemnih voda, koje putem lanca ishrane dalje mogu ugroziti zdravlje ljudi i drugih živih organizama. Takođe, neke otpadne supstance (npr. pesticidi, teški metali) su toksične i postoje prirode [25], [43]. Pretpostavlja se da zagađenost zemljišta pogađa oko 16% ukupne zemljine površine [25], [43]. Kontaminacija zemljišta se smatra globalnim problemom [25], [43]. Industrijski zagađivači značajno doprinose zagađenju ekosistema zemljišta narušavanjem strukture i fizičko-hemijskih osobina zemljišta (promena sadržaja organske materije u zemljištu će uticati na razvoj biljaka, metali mogu inhibirati aktivnosti enzima u zemljištu), promenom biodiverziteta, izazivanjem intoksikacije organizama akutno ili indirektno kroz lanac ishrane itd [34]. Industrijski sistemi zagađuju zemljište neposredno, štetnim materijama i zauzimanjem terena, i posredno – otpadnim vodama i taloženjem zagađujućih supstanci iz vazduha [31] [34], [44]. Značajan izvor zagađenja su, na primer, prašina i pepeo iz proizvodnje cementa [25]. Zatim, spaljivanje fosilnih goriva, ulja i masne supstance iz industrija nafte, metala, gvožđa i čelika, takodje su primeri zagađivača zemljišta [36], [42]. Neprečišćene otpadne vode iz hemijske, farmaceutske, prehrambene industrije, zatim iz industrije čelika, cementa, papira, takođe izazivaju zagađenje zemljišta [42]. Emisije aerosola i gasova iz hemijske, tekstilne, industrije papira, baterija, gvožđa, čelika, nafte uzrokuju kisele kiše, koje zagađuju površine u okolini [25], [36]. Kisele kiše izazivaju sniženje pH vrednosti zemljišta, remećenje aktivnosti mikroba i enzima i smanjenje plodnosti zemljišta, vegetacije i strukture šuma [25], [36], [42], [45]. Tokom industrijskih procesa se u životnu sredinu ispuštaju zagađivači, tj. pesticidi, naftni ugljovodonici, teški metali, policiklični aromatični ugljovodonici, organski i neorganski rastvarajući, itd. [43], [46]. Industrije poput naftne, tekstilne, industrija gvožđa i čelika, baterija, šećera itd., su često izvor teških metala kao zagađivača zemljišta [36], [43]. U zemljištu se obično zadržavaju u površinskom sloju i akumuliraju se, što negativno utiče na ekosistem [25], [43]. Teški metali kao što su olovo, kadmijum, hrom, živa, postaju fitotoksični u visokim koncentracijama [42], [46], [47]. Mogu da se akumuliraju u tkivu biljaka, oštećuju rast i funkcije korena, inhibiraju rast biljaka [43], [45], [47]. Oni, takođe, kroz lanac ishrane mogu da imaju štetne posledice na zdravlje

ljudi i životinja [47]. Mikroplastično zagađenje u zemljištu utiče na rast biljaka, na plodnost, isparavanje i isušivanje zemljišta i mikrobnu aktivnost [48].

2. Pojmovno određenje otpada

Ljudsko društvo od samog svog nastanka proizvodi otpad a uz industrijalizaciju i tehnološki napredak, kao i zbog neracionalog korišćenja prirodnih resursa, njegova količina ubrzano raste. Otpad se može definisati kao proizvod ili materijal koji više nije upotrebljiv u svom prvobitnom obliku. Otpadom se smatra i svaki predmet i materija čije su sakupljanje, prevoz i zbrinjavanje neophodni u svrhu zaštite javnog interesa [26].

Po definiciji Merriam Webster onlajn rečnika, imenica „otpad” znači: „gubitak nečega vrednog, koji se javlja zato što se previše toga koristi ili zato što se koristi na način koji nije neophodan ili efikasan; radnja ili upotreba koja rezultira nepotrebnim gubitkom nečeg vrednog; situacija u kojoj se nešto vredno ne koristi ili se koristi na način koji nije prikladan ili efikasan.” Prema ovoj definiciji, otpad je prvobitno nešto vredno – kao što je energija, materijal ili vreme – što je u međuvremenu izgubljeno, odnosno nešto što gubi vrednost. To znači da najpre mora da postoji roba koja ima vrednost i da zatim postoji gubitak vrednovane robe. Smanjenje otpada ne dodaje vrednost, već samo održava trenutnu vrednost robe, zaustavljajući njenu eroziju. Dodavanje vrednosti podrazumeva preraspoređivanje uštedenih resursa. Smanjenje otpada može osloboditi kapacitete i smanjiti troškove. Međutim, da li se oslobođeni kapacitet koristi za dodavanje vrednosti proizvodu, ili se uštede prenose na kupca u vidu nižih cena, odluka je menadžera i nezavisna je od smanjenja otpada. Postoje dve različite vrste otpada: *obvious* otpad, koji se može smanjiti bez pretvaranja u drugi oblik otpada i *buffer* otpad, koji se ne može smanjiti bez stvaranja drugog otpada [49].

Domaći industrijski sektor kontinuirano stvara velike količine otpada i otpadnih voda, uz alarmantnu stopu rasta i odlaže ih bez odgovarajućeg upravljanja i tretmana [50]. Industrijske otpadne vode glavni su faktori kontaminacije vodenih i kopnenih ekosistema putem toksičnih teških metala kao što su arsen, bakar, hrom, kadmijum, nikl, cink, olovo i živa, čija se opasna bioakumulativna priroda u biotičkim sistemima pripisuje njihovoj visokoj rastvorljivosti u vodenoj sredini [51]. Upravljanje otpadom igra centralnu ulogu. Održivo upravljanje otpadom predstavlja veliki izazov. Otpad karakteriše velika raznolikost i potrebno ga je dostupnim tehnologijama tretirati na adekvatan način, kako bi se smanjio negativan uticaj na životnu sredinu, a da pritom bude ekonomski održiv [52].

2.1. Klasifikacija otpada

Svaka materija ili predmet koji se odbacuje je otpad, bilo da ga odbacuje pojedinac ili da nastaje u toku obavljanja proizvodnje, uslužne ili druge delatnosti. Otpad može biti u čvrstom, tečnom ili gasovitom stanju.

Klasifikacija otpada podrazumeva kategorizaciju na osnovu njegovih karakteristika, potencijalnih opasnosti i sastava. Otpad, u zavisnosti od karakteristika koje utiču na zdravlje ljudi i životnu sredinu, može biti:

- neopasan,
- inertan i
- opasan [53].

Neopasan otpad je onaj koji ne ugrožava zdravlje ljudi ili životnu sredinu. Inertan otpad je otpad koji ne reaguje hemijski, ne rastvara se, ne sagoreva, odnosno nije podložan bilo kakvim biološkim, hemijskim i fizičkim promenama. On ne poseduje osobine koje bi mogle da ugroze život ljudi i životnu sredinu, a ne poseduje ni karakteristike opasnog otpada. Opasan otpad zbog svog porekla, sastava i koncentracije štetnih materija može prouzrokovati opasnost po životnu sredinu i zdravlje ljudi i ima najmanje jednu od karakteristika utvrđenih posebnim propisima (u teoriji se ističe da poseduje najmanje jednu od opasnih karakteristika kao što su: eksplozivnost, zapaljivost, oslobađanje zapaljivih gasova, sklonost oksidaciji, koroziji itd.) [53]. Ovde spada i ambalaža u kojoj je bio ili u koju je upakovan [54].

Sistemi klasifikacije otpada mogu se razlikovati u zavisnosti od regiona i države. Međutim, u svim slučajevima se uzimaju u obzir sledeće karakteristike:

- fizičko stanje,
- sastav,
- opasne karakteristike,
- poreklo i izvor,
- posebne kategorije otpada i
- reciklabilnost.

Prema Službenom glasniku [53], postoje tri vrste otpada:

- komunalni,
- komercijalni i
- industrijski.

Svaka od pomenutih vrsta otpada zahteva drugačiji metod klasifikacije, odlaganja i upravljanja. Proces upravljanja otpadom podrazumeva sakupljanje otpada [55] i njegov transport i odlaganje na odgovarajuće lokacije [56]. Tradicionalni procesi reciklaže podrazumevaju odvajanje materijala ručno ili primenom određenih filtera.

Komunalni otpad predstavlja otpad iz domaćinstava. Sistem upravljanja komunalnim otpadom čine sanitarne deponije, reciklažni centri, postrojenja za tretman otpada kao i efikasna javno komunalna preduzeća koja posluju po modelima baziranim na ekonomskoj logici [56].

Komercijalni otpad podrazumeva otpad koji se ne svrstava u komunalni i industrijski otpad. On nastaje u institucijama koje se bave trgovinom, u preduzećima, u ustanovama koje se bave sportom, rekreacijom, administrativnim poslom itd.

Industrijski otpad je otpad iz industrije ili sa lokacija na kojima se njena postrojenja nalaze. U isti ne spadaju mineralne sirovine iz rudnika i kamenoloma.

Klasifikacija industrijskog otpada

Klasifikacija industrijskog otpada predstavlja proces kategorizacije različitih vrsta otpada nastalog industrijskim aktivnostima na osnovu karakteristika, potencijalnih opasnosti i odgovarajućih metoda odlaganja ili tretmana. Podela podrazumeva sledeće grupe:

- neopasan otpad,
- opasan otpad,
- interni otpad,
- organski otpad,
- specijalni otpad i
- otpad koji se može reciklirati.

Neopasan otpad ne ugrožava životnu okolinu i podrazumeva čvrst otpad nastao iz industrijskih procesa, materijale za pakovanje itd. Sa druge strane, opasan otpad sadrži zapaljive, toksične, reaktivne i zarazne supstance, uključujući opasne hemikalije, baterije, rastvarače itd.

2.2. Industrijski otpad

Velika industrijska postrojenja predstavljaju glavne izvore otpada. Uz rast industrijske proizvodnje, povećava se i stepen zagađenja životne sredine [57]. Negativni efekti na životnu sredinu i sve veće količine, svrstavaju otpad u najvažnije socioekonomske i ekološke probleme današnjice [58], [59]. Nekontrolisano stvaranje i nepravilno odlaganje otpada dovode do nepovratnog narušavanja ekosistema [59]. Trenutno zastupljeni načini upravljanja otpadom iz industrijskih postrojenja – ispuštanje u vodene tokove, spaljivanje ili odlaganje na deponije, nisu prihvatljiva dugoročna rešenja. Reciklaža i ponovna upotreba predstavljaju održivije metode upravljanja industrijskim otpadom [60]. Industrijski otpad je neizbežan prateći produkt svake industrijske grane i predstavlja sav otpadni material koji nastaje u industrijskim procesima. Može biti u čvrstom ili tečnom stanju, u obliku mulja ili se svrstava u neidentifikovan [36].

Porast nivoa gasova staklene bašte poslednjih godina rezultirao je globalnim zagrevanjem (i posledično otapanjem leda, sušama itd.), što ozbiljno ugrožava celokupni ekosistem [61], [62]. Kao glavni gasovi koji doprinose efektu staklene bašte izdvajaju se ugljen-dioksid, azot-suboksid, metan, sumpor-dioksid [62], [63] [64]. U 2021. god. emisija ugljen-dioksida iz industrijskog sektora iznosila je 9,37 milijardi tona, najveći doprinos imale su industrije gvožđa, čelika, cementa, aluminijuma, papira i celuloze, hemijska i petrohemijska industrija [65].

Industrijski čvrsti otpad (generalni – čelična šljaka, kamenac, kisela otpadna stena, otpadne gume, jalovina, leteći pepeo, crveni mulj, i specijalni – zavisno od industrije) je važan deo čvrstog otpada [66], [67]. Hemijska, prehrambena, duvanska i mnoge druge industrije stvaraju velike količine ambalažnog čvrstog otpada (otpadnog papira, plastike, stakla, metalnih kontejnera i sl.) [36]. Plastika sadrži aditive (antioksidansi, kiseline, lubrikanti, stabilizatori...) koji štetno utiču na zdravlje ljudi. Mikroplastika može da adsorbuje toksične materije poput teških metala, polihlorovanih bifenila, policikličnih aromatičnih ugljovodonika, čime se njena toksičnost povećava [68]. Elektronski otpad (u koji spada neka industrijska oprema) čini samo 2–5% čvrstog otpada, ali doprinosi njegovoj toksičnosti sa 70%. Elektronski otpad sadrži halogenizovana jedinjenja (polihlorovani bifenili, polibromovani bifenili, tetrabromobisfenol A), teške metale (arsen, bakar, hrom, živa, kadmijum, olovo), paladijum, berilijum, galijum, polivinil hlorid, estre benzena, poliaromatične ugljovodonike itd. [69].

Oko 90% otpadnih voda se ispušta iz industrija bez prethodnog prečišćavanja [30]. Ispuštanje neprečišćenih otpadnih voda u reke ili rezervoare za navodnjavanje, osim negativnog uticaja na vodene ekosisteme, može imati štetne zdravstvene posledice za korisnike vode [70]. Neke zagađujuće materije iz industrijskih otpadnih voda se vremenom razblaže ili prečiste, međutim neke učestvuju u stvaranju sedimenata, i kao takve imaju dugotrajne štetne efekte naročito na mikrobnj vodeni svet [70]. Iz prehrambene industrije ispuštaju se otpadne vode koje u sebi sadrže sredstava za pranje i dezinfikovanje (što snižava pH vode), organske materije (podložne raspadanju) u vidu životinjske masti, delova kože, ostataka od povrća, voća, kao i neorganske materije (zemlju, pesak) [25]. Otpadne vode iz prehrambene industrije mogu sadržati uljane komponente, koje uzrokuju respiratorne probleme i remete raznovrsnost vodenog sveta [36]. Iz hemijske industrije ispuštaju se otpadne vode koje su kisele, termički zagađene, sadrže soli, sulfate organskih jedinjenja, fenole i drugo [25]. One menjaju pH vode, remete razmenu kiseonika, povećavaju smrtnost organizama itd. [36]. Otpadne vode koje sadrže metale (hrom, cink, olovo, bakar, gvožđe, kadmijum, nikel, arsen, živa) se uglavnom ispuštaju iz hemijske, farmaceutske tekstilne, papirne industrije [24], [28]. Sastojci otpadnih voda iz industrija papira i celuloze mogu biti organske i mineralne materije, adsorptivni organski halogeni, tanini, steroli, boje, lignin, kaolin, celulozna vlakna itd. [24], [25], [28]. Otpadne vode iz industrija celuloze i papira su toksične za vodene vrste i negativno utiču na vodeni

ekosistem [71]. Tekstilne industrije tokom proizvodnje generišu i koriste surfaktante, izbeljivače, alkalne baze, ureu, celulozu, teške metale, boje, adsorptivne organske halogene, natrijum-silikat i druge materije koje se kao otpad mogu naći u otpadnim vodama ove industrije i imaju genotoksične i mutagene efekte [24], [28], [71].

Opasan industrijski otpad može da se dobije iz specifičnih industrijskih procesa, kao na primer tokom proizvodnje organskih hemikalija (katalizatori, mulj, otpadne vode) ili zaštite drvenih materijala. Zatim, opasan industrijski otpad, poput halogenih rastvarača, mulja i sl. dobija se iz nespecifičnih industrijskih procesa. Komercijalni hemijski proizvodi – hloroform, pesticidi, brojne kiseline i dr., takođe se svrstavaju u opasan industrijski otpad [26], [72]. U industrije koje proizvode opasan industrijski otpadi spadaju prvenstveno metalna, petrohemijska i industrija kože, pa zatim hemijska, farmaceutska, tekstilna itd. [26]. Iako opasan industrijski otpad čini manje od 1% ukupnog otpada, zbog sadržaja toksičnih i radioaktivnih supstanci, bitno ugrožava životnu sredinu i ljudsko zdravlje [72]. Prema navodima Izveštaja o stanju životne sredine, u Srbiji je 2014. godine proizvedeno oko 6,12 miliona tona industrijskog otpada, od toga je opasan otpad činilo oko dvesta deset hiljada tona [57], [73]. Kao najčešći izvori industrijskog opasnog otpada u našoj državi navode se hemijska, prehrambena, farmaceutska i ambalažna industrija [74]. Neodgovarajuće upravljanje otpadom u Srbiji dovodi do negativnih posledica po životnu sredinu: degradacija prostora zbog deponija, zagađenja vazduha, zemljišta i voda usled neadekvatnog odlaganja opasnog otpada, gorenja otpada, emisije metana i drugih gasova, ispuštanja neprečišćenih otpadnih voda itd. [75].

2.3. Reciklaža otpada

Reciklaža otpada je jedan od načina upravljanja otpadom. To je održiva, efikasna, ekološki prihvatljiva metoda za smanjenje (industrijskog) otpada uz povećanje profitabilnosti kompanija [76], [77]. Reciklaža predstavlja industrijsku granu koja obuhvata ponovno korišćenje otpadnog materijala, njegovu preradu u upotrebljive (sekundarne) sirovine i vraćanje u proizvodne procese [78]. Reciklažna industrija doprinosi zaštiti životne sredine putem uštede energije i prostora za skladištenje, smanjenja emisije gasova koji izazivaju efekat staklene bašte itd. [78]. Reciklirane sirovine su često dosta jeftinije od primarnih, što smanjuje troškove poslovanja [78]. Industrijski otpad često ima veliki udeo organskih jedinjenja, koja se delovanjem mikroba (bakterija, gljivica) mogu preraditi u proizvode sa dodatom vrednošću [79]. Organski otpad prehrambene industrije može da se reciklira kompostiranjem, da bi se dobilo biođubrivo, ili procesima valorizacije za sintezu proizvoda sa dodatom vrednošću [76]. Otpad iz prehrambenih industrija (destilerije, prerada mleka, ulja) sadrži dosta ugljenih hidrata i lipida, pa može da se reciklira u proizvodnji biosurfaktanata [79]. Bioaktivna jedinjenja iz otpada od voća i povrća u prehrambenoj industriji

(dijetetska vlakna, vitamini, karotenoidi, enzimi,) mogu se koristiti za proizvodnju nutriceutika u farmaceutskoj industriji [76]. Ugljenik iz industrijskog otpada koristi se u proizvodnji biogoriva, biogasa, biovodonika, enzima, materijala koji je otporan na vatru, sintetičkog đubriva [79]. Neke od metoda recikliranja otpadnog mulja iz farmaceutske industrije su solarno sušenje i vakuumska filtracija [80]. Jedan od primera reciklaže čvrstog industrijskog otpada je u proizvodnji građevinskog materijala, gde služi kao dodatak asfaltu ili cement [67]. Za prečišćavanje i reciklažu industrijskih otpadnih voda mogu da se koriste solarne komore. Tehnikom desanilizacije se dobija čista voda za dalju upotrebu u industrijskim procesima, poljoprivredi ili za piće [81]. Iz industrijskih otpadnih voda se metali ekstrahuju tehnikama jonske razmene i membranske filtracije. Metali se iz čvrstog otpada izdvajaju metodama metalurgije. Bakar i njegove legure, hrom, nikel, aluminijum, olovo, mangan, cink i plemeniti metali (tj. srebro, zlato i platina) se recikliraju iz otpada u značajnim količinama [77]. U Evropi se reciklira oko 10% tekstilnog otpada. Na primer, polimeri, kao poliester, se prvo depolimerizuju do monomera/oligomera, a zatim ponovo polimerizuju u nova tekstilna vlakna [82]. Reciklaža poliesterskih vlakana iz tekstila koji se sastoji od mešavine poliestera/vuna ili poliestera/pamuk/vuna vrši se enzimskim procesima. Reciklaža papira omogućava bitno smanjenje otpada od papira i celuloze. U Evropi se reciklira oko 70% starog papira [76]. U 2018. god je u Evropskoj uniji, Švajcarskoj i Norveškoj reciklirano 41% plastične ambalaže [83]. Neke od tehnologija reciklaže plastičnog otpada su biorazgradnja i energetska valorizacija [83]. Plastični otpad od električne opreme se prvo obrađuje mehanički, zatim tretira rastvaračem i prečišćava, čime se dobijaju hemijski nepromenjeni željeni polimeri odvojeni od aditiva [83].

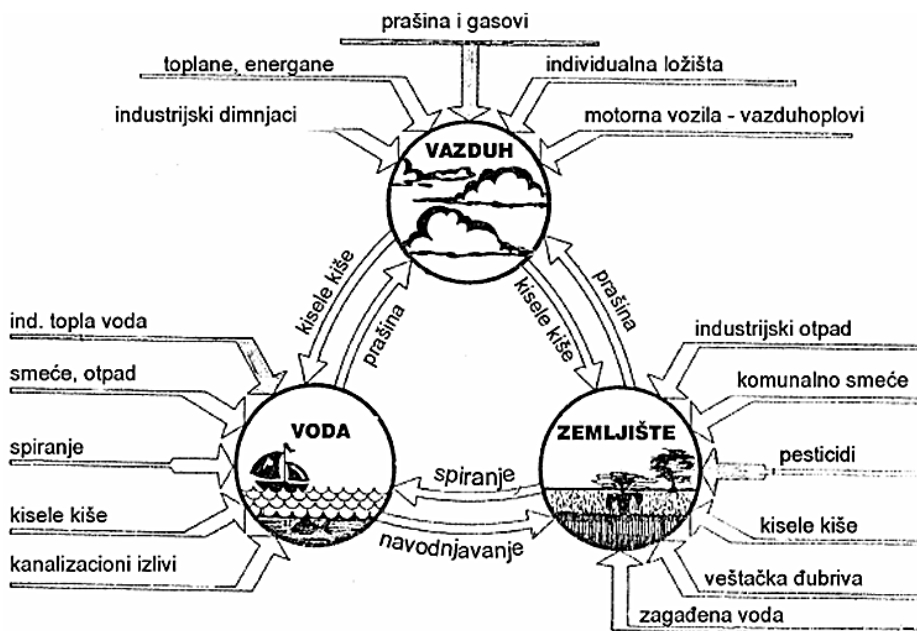
3. Eko-industrijski parkovi

Eko-industrijska simbioza (EIS) je pristup međusobno korisne saradnje između dve ili više kompanija ili industrija, koja im omogućava razmenu resursa [84]. Industrijska ekologija i održivi razvoj su glavni principi na kojima se bazira EIS [85]. EIS igra važnu ulogu u unapređenju održivog razvoja uz ekološke, ekonomske i društvene benefite [23]. Princip EIS podrazumeva ispunjavanje ekoloških zahteva, poput uštede resursa, smanjenja otpada i emisije gasova staklene bašte i sl. [23], [85]. Razmena resursa omogućava da se produktivno iskoristi tok otpada iz jedne industrije ili tehnološkog procesa, kako bi se dobile sirovine (npr. biopolimeri) za drugu, čime se promoviše ekološki održivije korišćenje materijala i razvoj cirkularne ekonomije [59], [85]. Primer u praksi je grad u Švedskoj, gde se pomoću principa industrijske simbioze otvorilo 5 kompanija, sa 20 novih radnih mesta, uz godišnje smanjenje emisije ekvivalenata ugljen-dioksida od čak 59 miliona kg [86]. EIS je pokretač eko-industrijskih parkova (EIP), koji štite životnu sredinu, razvijaju cirkularnu ekonomiju i poboljšavaju održivost [87]. EIP su sistemi koji se sastoje od skupa

komplementarnih industrija, kome je cilj ekonomično prevođenje otpada u sirovine i povećanje profitabilnosti, uz unapređenje proizvodnje, efikasnosti, kvaliteta robe i bezbednosti i dobrobiti radnika [85]. Razmena resursa u sklopu EIP-a pruža mnogo veće kolektivne benefite, nego što bi kompanije pojedinačno ostvarile [85]. EIP kombinuju principe industrijske ekologije, čistije proizvodnje i upravljanja otpadom [88]. Od EIP-a se očekuje efikasnije korišćenje resursa; smanjenje stvaranja otpada i njihovog otpuštanja u životnu sredinu, da se otpad i nusproizvodi podvrgnu preradi ili reciklaži i vrate u proizvodne cikluse; zatim, da se vodeni resursi u cilju uštede vode ponovo koriste, uz poštovanje zahteva za kvalitet; optimizacija razmene energije i povećanje energetske efikasnosti; smanjenje troškova proizvodnje; novi putevi prihoda [87], [89].

U osnovne zakone kojima se uređuje oblast upravljanja otpadom u Republici Srbiji spada Zakon o upravljanju otpadom [90] koji uređuje:

- vrste i klasifikaciju otpada,
- planiranje upravljanja otpadom,
- subjekte, odgovornosti i obaveze u upravljanju otpadom,
- upravljanje posebnim tokovima otpadom,
- uslove i postupak izdavanja dozvola i
- prekogranično kretanje otpada, izveštavanje, finansiranje upravljanja otpadom, nadzor i druga pitanja od značaja za upravljanje otpadom.



Slika 1. Ugrožavanje vazduha, vode i zemljišta putem industrije
Izvor: https://www.slideshare.net/enchi88/zagaivanje-i-posledice-zagaivanja?next_slideshow=1

Cilj zakona se odnosi na obezbeđivanje i osiguravanje uslova za:

- upravljanje otpadom na način kojim se ne ugrožava zdravlje ljudi i životna sredina,
- prevenciju nastajanja otpada, posebno razvojem čistijih tehnologija i racionalnim korišćenjem prirodnih bogatstava, kao i otklanjanjem opasnosti od njegovog štetnog dejstva na zdravlje ljudi i životnu sredinu,
- ponovno iskorišćavanje i reciklažu otpada, izdvajanje sekundarnih sirovina iz otpada i korišćenje otpada kao energenata,
- razvoj postupaka i metoda za odlaganje otpada,
- sanaciju neuređenih deponija,
- praćenje stanja postojećih i novoformiranih sanitarnih deponija i
- razvijanje svesti o upravljanju otpadom [91].

Upravljanje otpadom je zakonom definisana delatnost od opšteg interesa, što podrazumeva sprovođenje propisanih mera za postupanje sa otpadom u okviru:

- sakupljanja,
- transporta,
- skladištenja,
- tretmana i odlaganja otpada,
- nadzor nad tim aktivnostima i
- brige o postrojenjima za upravljanje otpadom posle zatvaranja.

Upravljanje otpadom zasniva se na sledećim načelima [92]:

1) Načelo izbora najoptimalnije opcije za životnu sredinu

Izbor najoptimalnije opcije za životnu sredinu je sistematski i konsultativni proces donošenja odluka. Bira se najoptimalnija opcija za životnu sredinu, sa najvećom dobiti i najmanjom štetom, uz prihvatljive troškove i profitabilnost, kako dugoročno, tako i kratkoročno.

1a) Načelo samodovoljnosti

Primena načela samodovoljnosti podrazumeva uspostavljanje integrisane i odgovarajuće mreže postrojenja za ponovno iskorišćavanje i odlaganje mešanog komunalnog otpada, sakupljenog iz domaćinstava i od drugih proizvođača otpada, najprimerenijim metodama i tehnologijama. Mreža tih postrojenja treba da bude projektovana tako da omogući Republici Srbiji ostvarivanje načela samodovoljnosti, uzimajući u obzir geografske karakteristike regiona i potrebu za posebnim postrojenjima za pojedine vrste otpada.

2) Načelo blizine i regionalnog pristupa upravljanju otpadom

Otpad se tretira ili odlaže što je moguće bliže mestu nastanka, da bi se izbegle neželjene posledice po životnu sredinu u toku transporta. Izbor lokacije

postrojenja za tretman, odnosno ponovno iskorišćavanje ili odlaganje otpada, vrši se u zavisnosti od lokalnih uslova i okolnosti, vrste otpada, njegove zapremine, načina transporta i odlaganja, ekonomske opravdanosti, kao i od mogućeg uticaja na životnu sredinu. Regionalno upravljanje otpadom obezbeđuje se razvojem i primenom regionalnih strateških planova zasnovanih na evropskom zakonodavstvu i nacionalnoj politici.

3) Načelo hijerarhije upravljanja otpadom

Hijerarhija upravljanja otpadom predstavlja redosled prioriteta u praksi prevencije i upravljanja otpadom:

- prevencija,
- priprema za ponovnu upotrebu,
- reciklaža,
- ostale operacije ponovnog iskorišćavanja (radi dobijanja energije i dr.) i
- odlaganje.

Kada se primenjuje hijerarhija, preduzimaju se mere kojima se podstiču rešenja za postizanje najboljih rezultata u vezi sa zaštitom životne sredine, a što nekada može zahtevati i odstupanje od hijerarhije.

Pri primeni načela hijerarhije uzimaju se u obzir svi principi zaštite životne sredine, predostrožnost i održivost, tehnička izvodljivost i ekonomske vrednosti, zaštita resursa, ekonomski i socijalni uticaji, kao i ukupan uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi.

4) Načelo odgovornosti

Proizvođači, uvoznici, distributeri i prodavci proizvoda koji utiču na porast količine otpada odgovorni su za otpad koji nastaje usled njihovih aktivnosti. Proizvođač snosi najveću odgovornost jer utiče na sastav i osobine proizvoda i njegove ambalaže. Proizvođač je obavezan da brine o smanjenju nastajanja otpada, razvoju proizvoda koji su reciklabilni i o razvoju tržišta za ponovno korišćenje i reciklažu svojih proizvoda.

5) Načelo „zagađivač plaća”

Zagađivač mora da snosi pune troškove posledica svojih aktivnosti. Troškovi nastajanja, tretmana odnosno ponovnog iskorišćavanja i odlaganja otpada moraju se uključiti u cenu proizvoda.

3.1. Upravljanje industrijskim otpadom – trenutno stanje u republici Srbiji

Prema članu 9 Izmena i dopuna zakona o planiranju upravljanja otpadom u Republici Srbiji, doneti su sledeći planski dokumenti:

- Strategija upravljanja otpadom;
- Programi prevencije stvaranja otpada;

- Regionalni plan upravljanja otpadom;
- Lokalni plan upravljanja otpadom;
- Plan upravljanja otpadom u postrojenju za koje se izdaje integrisana dozvola;
- Radni plan postrojenja za upravljanje otpadom [90].

Usled očiglednih štetnih efekata industrijskog zagađenja, brojne vladine i nevladine organizacije nadale su se da će se usvajanjem novih regulativa usporiti uništavanje prirodnih resursa i umanjiti negativne posledice po prirodno okruženje [93]. Programu upravljanja otpadom u Republici Srbiji za period od 2022–2031. godine prethodila je Strategija upravljanja otpadom za period od 2010–2019. godine [53].

Efikasno upravljanje industrijskim otpadom jedno je od ključnih koraka za unapređenje zaštite životne sredine. Ono uključuje implementaciju strategija i praksi za minimiziranje, odnosno smanjenje negativnog uticaja industrijskih materija i aktivnosti na živi svet.

Kategorizacija i identifikacija industrijskog otpada u republici Srbiji se vrši na osnovu njegovih svojstava i potencijalnog uticaja na životnu sredinu. Postoji jasna granica u Zakonu između opasnog i neopasnog otpada. Sakupljanje i transport otpada obavljaju isključivo kompanije koje poseduju licencu. One su zadužene za sakupljanje otpada iz industrijskih objekata, obezbeđivanje adekvatnih elemenata za skladištenje (kontejnera), adekvatan transport do određenih objekata određenih za odlaganje ili dalji tretman. Postoji razlika za izdavanje dozvola za upravljanje industrijskim otpadom u odnosu na činjenicu da li je reč o opasnom ili neopasnom industrijskom otpadu.

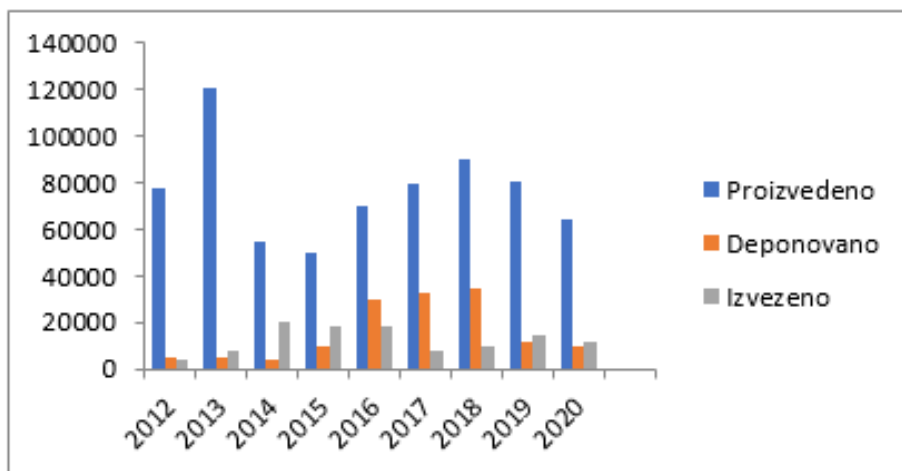
Neopasan industrijski otpad može da se tretira biološkim ili fizičkim putem za razliku od opasnog, koji mora da prođe posebne procese prilikom tretmana, poput spaljivanja, stabilizacije ili neutralizacije. Na taj način se smanjuje negativni uticaj na životnu sredinu. Opasan industrijski otpad dolazi iz tekstilne, hemijske, kožne, farmaceutske industrije kao i iz proizvodnje električne opreme itd. Neopasan otpad čine uglavnom karton, metal i razne vrste plastike.

U Republici Srbiji, identična pravila važe i za postrojenja namenjena za tretman i odlaganje industrijskog otpada. Sva postrojenja treba da ispunjavaju specifične ekološke i tehničke kriterijume i da poseduju posebnu licencu za rad.

Jedan od principa upravljanja otpadom je smanjenje, odnosno minimizacija otpada. Smanjenjem izvora otpada minimizira se njegova zapremina. U industrijskoj proizvodnji to se postiže primenom adekvatnijih i čistijih proizvodnih tehnika i optimizacijom procesa. Prema Zakonu o upravljanju otpadom, svaka firma je obavezna da razdvaja vrste nastalog otpada, da ih bezbedno skladišti i kasnije preda odgovarajućem licenciranom preduzeću sa dozvolom za dalje skladištenje, tretman i izvoz.

Do nepravilnosti u upravljanju industrijskim otpadom u Srbiji dolazi pre svega zbog nedostatka odgovarajućih postrojenja za reciklažu i energetskih

tretmana otpada koji, u odnosu na prvi, zahtevaju više novčanih izdataka [94]. Prema izvorima, u zemlji postoji oko 300.000 tona istorijskog otpada, a svake godine se napravi 9,6 miliona tona novog industrijskog otpada, od čega je skoro 70.000 tona opasnog otpada. Prema podacima iz izveštaja Upravljanja otpadom u Republici Srbiji u periodu između 2010. i 2019. godine [53] Agencije za životnu sredinu Republike Srbije (SEPA) u periodu od 2012. do 2019. godine, na deponije je odloženo skoro 150.000 tona opasnog otpada, odnosno oko 21%, a 19% je izvezeno. U periodu između 2012. i 2020. godine, deponovano je 148.406 tona opasnog industrijskog otpada, dok je za isti period izvezeno 134.204 tone opasnog industrijskog otpada [94] (Dijagram 1).



Dijagram 1: Prikaz proizvedenog, deponovanog i izvezenog industrijskog opasnog otpada u periodu između 2012. i 2020. godine

Zaključuje se da jedan od glavnih problema u tretiranju industrijskog otpada, pogotovu opasnog, predstavlja manjak njegovog izvoza i deponovanja. Prema dijagramu 1, jasno se uočava da se više od 50% proizvedenog industrijskog opasnog otpada niti deponuje niti izvozi. Taj procenat je u 2012. i 2013. godini niži u odnosu na kasnije, ali nije i potpuno nepostojeći.

Prema zbirnim podacima datim u izveštaju Agencije, dolazi se do zaključka da najveći deo industrijskog opasnog otpada čine električni i elektronski proizvodi, otpadne baterije i akumulatori koji se recikliraju u više postrojenja u Srbiji.

Zaključak

Industrijska proizvodnja sa jedne strane nam pruža korisne proizvode, ali istovremeno stvara i otpadne proizvode u čvrstom, tečnom ili gasovitom obliku, što dovodi do zagađenja i gubitaka energije. Veći deo čvrstog otpada i otpadnih voda se ispušta u zemljište i vodene tokove što na kraju predstavlja ozbiljnu

pretnju ljudskom rodu i funkcionisanju ekosistema. Štetni uticaji (industrijskog) otpada spadaju u najvažnije ekološke i socioekonomske probleme u svetu. Usled napretka industrije, neizbežno je stvaranje velikih količina otpada koje ima negativne efekte na vodene tokove, zemljište i vazduh i dovodi do nepovratnog narušavanja ekosistema i ugrožavanja zdravlja ljudi. Uobičajeni načini upravljanja industrijskim otpadom nisu ekološki prihvatljiva dugoročna rešenja. Reciklažom i ponovnom upotrebom industrijskog otpada dolazi do uštede prirodnih resursa, energije i prostora za skladištenje, smanjenja emisije gasova staklene bašte, smanjenja troškova poslovanja. Neophodno je usavršavanje i kontrolisano sprovođenje mera upravljanja otpadom, s ciljem zaštite životne sredine i doprinosa održivosti privrede.

Stoga se preporučuje uvođenje kazni za nemarno odlaganje industrijskog otpada bez prethodnog tretmana. Nametanje direktnih naknada za industrijski otpad od strane države, regulativne agencije, kao i kontinuirano praćenje i nadzor, je imperativ kako bi se osigurala zaštita vodnih i drugih resursa od dalje degradacije.

Literatura

- [1] Olivera Novitović, Dragiša Randić, Aleksandar Novitović. Zaštita životne sredine/zaštita životne sredine. Užice 2010.
- [2] Izveštaj o stanju životne sredine u Republici Srbiji, 2021.
- [3] Slobodan Glišić. Economic aspect of environmentally sustainable processes and implementation of the zero-emission concept in the chemical industry. *Journal of Economics. Management and Informatics*. 2021, 12, 107-122.
- [4] Masaharu Tsujimoto, Yuya Kajikawa, Junichi Tomita, Yoichi Matsumoto. A review of the ecosystem concept - Towards coherent ecosystem design. *Technological Forecasting and Social Change*. 2018, 136, 49-58.
- [5] Dragana Delić. Eko-efikasnost industrijske simbioze u proizvodnji prehrambenih proizvoda u Republici Srbiji i zemljama regiona. Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet u Subotici studijski program: Menadžment i biznis, 2018.
- [6] Cortés-Sánchez Alejandro De Jesus, Valle-González Elba Ruth, Salazar-Flores Rodolfo Daniel, Ashutosh Sharma. Biotechnological alternatives for the utilization of dairy industry waste products. *Advances in Bioscience and Biotechnology*. 2015, 6, 223-235.
- [7] Ihsan Hamawand, Gary Sandell, Pam Pittaway, Sayan Chakraborty, Talal Yusaf, Guangnan Chen, Saman Seneweera, Saddam Al-Lwayzy, John Bennett, Joshua Hopf. Bioenergy from cotton industry wastes: A review and potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016, 66, 435-448.
- [8] Prasad Chavan, Avdesh Kumar Singh, Gagandeep Kaur. Recent progress in the utilization of industrial waste and byproducts of citrus fruits: A review, *J Food Process Eng*. 2018, 41, 1-10.
- [9] Vivek Kumar Gaur, Poonam Sharma, Ranjna Sirohi, Mukesh Kumar Awasthi, Claude-Gilles Dussapf, Ashok Pandey. Assessing the impact of industrial waste on environment and mitigation strategies: A comprehensive review. *Journal of Hazardous Materials*. 2020, 398, 123019.

- [10] V. Carrillo, B. Fuentes, G. Gómez & Gladys Vidal. Characterization and recovery of phosphorus from wastewater by combined technologies. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*. 2020, 19, 389-418.
- [11] Toral Shindhal, Parita Rakholiya, Sunita Varjani, Ashok Pandey, Huu Hao Ngo, Wenshan Guo, Mohammad J. Taherzadeh. A critical review on advances in the practices and perspectives for the treatment of dye industry wastewater. *Bioengineered*. 2021, 12, 70-87.
- [12] Mangesh Gharfalkar, Richard Court, Callum Campbell, Zulfiquir Ali, Graham Hillie. Analysis of waste hierarchy in the European waste directive 2008/98/EC, *Waste Management*. 2015, 39, 305-313.
- [13] Guangyu Hu, Ke Rong, Yongjiang Shi, Jing Yu. Sustaining the emerging carbon trading industry development: A business ecosystem approach of carbon traders. *Energy Policy*. 2014, 73, 587-597.
- [14] Angela Neves, Radu Godina, Susana G. Azevedo, Carina Pimentel and João C.O. Matias. The Potential of Industrial Symbiosis: Case Analysis and Main Drivers and Barriers to Its Implementation. *Sustainability*. 2019, 11, 7095.
- [15] Judit Oláh, Nemer Aburumman, József Popp, Muhammad Asif Khan, Hossam Haddad, Nicodemus Kitukutha. Impact of Industry 4.0 on Environmental Sustainability. *Sustainability*. 2020, 12, 4674.
- [16] Sylvie Geisendorf, Felicitas Pietrulla. The circular economy and circular economic concepts a literature analysis and redefinition. *Thunderbird Int Bus Rev*. 2018, 60, 771-782.
- [17] Sun L, Li H, Dong L, Fang K, Ren J, Geng Y, Fujii M, Zhang W, Zhang N, Liu Z. Eco-benefits assessment on urban industrial symbiosis based on material flows analysis and energy evaluation approach: A case of Liuzhou city, China. *Res. Conserv. Recycl*. 2017, 119, 78-88.
- [18] Simboli A, Taddeo R, Raggi A. The multiple dimensions of urban contexts in an industrial ecology perspective: An integrative framework. *Int. J. Life Cycle Assess*. 2017, 24, 1285-1296.
- [19] Dou Y, Togawa T, Dong L, Fujii M, Ohnishi, S, Tanikawa H, Fujita T. Innovative planning and evaluation system for district heating using waste heat considering spatial configuration: A case in Fukushima, Japan. *Res. Conserv. Recycl*. 2018, 128, 406-416.
- [20] Ness D.A, Xing K. Toward a Resource-Efficient Built Environment: A Literature Review and Conceptual Model. *J. Ind. Ecol*. 2017, 21, 572-592.
- [21] Awan, U. Industrial Ecology in Support of Sustainable Development Goals. In: Leal Filho, W., Azul, A.M., Brandli, L., Özuyar, P.G., Wall, T. (eds) *Responsible Consumption and Production. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*. Springer, Cham. 2020
- [22] Daddi T, Nucci B, Iraldo F. Using Life Cycle Assessment (LCA) to measure the environmental benefits of industrial symbiosis in an industrial cluster of SMEs. *J. Clean. Prod*. 2017, 147, 157-164.
- [23] Angela Neves, Radu Godina, Susana G. Azevedo, João C.O. Matias. A comprehensive review of industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*. 2020, 247, 119113.
- [24] J Ahmed, J, Thakur, A, Goyal, A. Industrial Wastewater and Its Toxic Effects. *Biological Treatment of Industrial Wastewater*. 2021, 1-14.

- [25] Novaković V, Tomić A, Nikolić N, Petrović, D. Zagađenje i zaštita zemljišta i podzemnih voda. Pollution and protection of soil and groundwater), Novi Sad. 2018.
- [26] Pešević, D. Upravljanje otpadom. Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet. Banja Luka, 2022.
- [27] Stanković M. Uticaj odlaganja otpada na životnu sredinu sa posebnim osvrtom na deponije u Republici Srbiji. Univerzitet u Beogradu, Fakultet bezbednosti. Beograd, 2021.
- [28] Afolalu, S. A., Ikumapayi, O. M., Ogedengbe, T. S., Kazeem, R. A., & Ogundipe, A. T. (2022). Waste pollution, wastewater and effluent treatment methods—An overview. *Materials Today: Proceedings*. 2022, 62, 3282-3288
- [29] Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and health impacts of air pollution: a review. *Frontiers in public health*, 8.
- [30] Nešić, B. (2010). Generatori otpada i zagađivači južne i jugoistočne Srbije. *Protecta*, Niš, Srbija.
- [31] Đorđević, M. (2018). Zagađivanje i zaštita vazduha, vode i zemljišta. *Vojno delo*, 70(7), 465-474.
- [32] Issakhov, Alibek; Alimbek, Aidana; Abylkassymova, Aizhan. Numerical modeling of water pollution by products of chemical reactions from the activities of industrial facilities at variable and constant temperatures of the environment. *Journal of Contaminant Hydrology*, 2023, 252: 104116.
- [33] Bashir, I., Lone, F. A., Bhat, R. A., Mir, S. A., Dar, Z. A., & Dar, S. A. (2020). Concerns and threats of contamination on aquatic ecosystems. *Bioremediation and biotechnology: sustainable approaches to pollution degradation*, 1-26.
- [34] Yuan, J., Lu, Y., Wang, C., Cao, X., Chen, C., Cui, H., & Du, D. (2020). Ecology of industrial pollution in China. *Ecosystem Health and Sustainability*, 6(1), 1779010.
- [35] Inyang M, Gao B, Yao Y, Xue Y, Zimmerman AR, Pullammanappallil P, Cao X (2012) Removal of heavy metals from aqueous solution by biochars derived from anaerobically digested biomass. *Bioresour Technol* 110:50–56.
- [36] Ofoezie, E. I., & Sonibare, J. (2004). Health and environmental consequences of industrial wastes and toxic chemicals. *Environtopica*, 1, 161-175.
- [37] Chowdhary, P., Bharagava, R. N., Mishra, S., & Khan, N. (2020). Role of industries in water scarcity and its adverse effects on environment and human health. *Environmental Concerns and Sustainable Development: Volume 1: Air, Water and Energy Resources*, 235-256.
- [38] Izveštaj o stanju životne sredine u Republici Srbiji za 2017. godinu. Ministarstvo zaštite životne sredine-Agencija za zaštitu životne sredine. Bg 2018.
- [39] Sofia, D., Gioiella, F., Lotrecchiano, N., & Giuliano, A. (2020). Mitigation strategies for reducing air pollution. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(16), 19226-19235.
- [40] Gallou G, Sirven JB, Dutouquet C et al. Aerosols analysis by LIBS for monitoring of air pollution by industrial sources. *Aerosol Science and Technology*, 2011, 45(8), 918-926.
- [41] Qiu W, Li S, Liu Y, Lu K. Petrochemical and Industrial Sources of Volatile Organic Compounds Analyzed via Regional Wind-Driven Network in Shanghai. *Atmosphere*. 2019; 10(12):760.

- [42] Sarkar, D., Rakesh, S., Ganguly, S., & Rakshit, A. (2017). Management of increasing soil pollution in the ecosystem. *Advances in Research*, 12(2), 1-9.
- [43] Gautam, K., Sharma, P., Dwivedi, S., Singh, A., Gaur, V. K., Varjani, S., ... & Ngo, H. H. (2023). A review on control and abatement of soil pollution by heavy metals: Emphasis on artificial intelligence in recovery of contaminated soil. *Environmental Research*, 115592.
- [44] Cachada, A., Rocha-Santos, T., & Duarte, A. C. (2018). Soil and pollution: an introduction to the main issues. In *Soil pollution*. 1-28. Academic Press.
- [45] Menon, M., Hermle, S., Günthardt-Goerg, M.S. et al. (2007) Effects of heavy metal soil pollution and acid rain on growth and water use efficiency of a young model forest ecosystem. *Plant Soil* 297, 171–183.
- [46] Bao, Z., Shi, C., Tu, W., Li, L., & Li, Q. (2022). Recent developments in modification of biochar and its application in soil pollution control and ecoregulation. *Environmental Pollution*, 120184.
- [47] Khan, S., Naushad, M., Lima, E. C., Zhang, S., Shaheen, S. M., & Rinklebe, J. (2021). Global soil pollution by toxic elements: Current status and future perspectives on the risk assessment and remediation strategies—A review. *Journal of Hazardous Materials*, 417, 126039.
- [48] Mbachu, O., Jenkins, G., Kaparaju, P., & Pratt, C. (2021). The rise of artificial soil carbon inputs: Reviewing microplastic pollution effects in the soil environment. *Science of the total environment*, 780, 146569.
- [49] Matthias Thürer, Ivan Tomašević, Mark Stevenson. On the meaning of ‘Waste’: review and definition. *Production Planning & Control*. 2017, 28(3), 1-12.
- [50] Sunita Varjani, Rutu Joshi, Vijay Kumar Srivastava, Huu Hao Ngo, Wenshan Guo, Treatment of wastewater from petroleum industry: current practices and perspectives, *Environmental Science and Pollution Research*, 2020, 27, 27172-27180.
- [51] Rakesh Shrestha, Sagar Bana, Sijan Devkota, Sudip Sharma, Rajendra Joshi, Arjun Prasad Tiwarib, Hak Yong Kimc, Mahesh Kumar Joshi. Technological trends in heavy metals removal from industrial wastewater: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2021, 2213-3437.
- [52] Dragana S. Drobnjak, Radmila M. Šerović, Jasmina S. Madžgalj, Ivana V. Jelić. Održivo upravljanje otpadom u lokalnim samoupravama i zaštićenim područjima u Republici Srbiji. *Tehnika – Menadžment*. 2019, 69, 128-134.
- [53] “Službeni glasnik RS”, br. 29/2010
- [54] Ministarstvo zaštite životne sredine, Zakon o upravljanju otpadom
- [55] Pires, I.; Souza, G.; Junior, J. An Analysis of the Relation between Garbage Pickers and Women’s Health Risk. *Acta Sci. Agric*. 2020.
- [56] Liu, J.; Balatti, P.; Ellis, K.; Hadjilichkov, D.; Stoyanov, D.; Ajoudani, A.; Kanoulas, D. Garbage collection and sorting with a mobile manipulator using deep learning and whole-body control. In *Proceedings of the 2020 IEEE-RAS 20th International Conference on Humanoid Robots (Humanoids)*, Munich, Germany, 19–21 July 2021.
- [57] Luković, A. V. (2016). Razvoj modela za upravljanje tokovima industrijskog otpada zasnovanog na formiranju eko-industrijskih mreža. *Универзитет у Нишу*.
- [58] Маја Димић, Александра Гајдобрански, Светислав Пауновић. Зелена економија — покретач економског развоја након пандемије Ковид-19. *Ecologica*. 2023, 30 (109), 99–106.

- [59] Tabassum, Z., Mohan, A., Mamidi, N., Khosla, A., Kumar, A., Solanki, P. R.,... & Girdhar, M. (2023). Recent trends in nanocomposite packaging films utilising waste generated biopolymers: Industrial symbiosis and its implication in sustainability. *IET nanobiotechnology*, 17(3), 127-153.
- [60] De Silva, S., Carson, P., Indrapala, D. V., Warwick, B., & Reichman, S. M. (2023). Land application of industrial wastes: impacts on soil quality, biota, and human health. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-23.
- [61] Li, Z., Yang, F., & Huang, B. (2023). The assessment of energy-related greenhouse gas emissions in China's chemical industry. *Sustainable Production and Consumption*, 37, 112-125.
- [62] Liu, D., Guo, X., & Xiao, B. (2019). What causes growth of global greenhouse gas emissions? Evidence from 40 countries. *Science of the Total Environment*, 661, 750-766.
- [63] Yoro, K. O., & Daramola, M. O. (2020). CO₂ emission sources, greenhouse gases, and the global warming effect. *Advances in carbon capture*. Woodhead Publishing 2020, 3-28.
- [64] Zheng, X., Lu, Y., Ma, C., Yuan, J., Stenseth, N. C., Hessen, D. O., ... & Zhang, S. (2023). Greenhouse gas emissions from extractive industries in a globalized era. *Journal of Environmental Management*, 343, 118172.
- [65] IEA (2022), *Industry*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/industry>, License: CC BY 4.0
- [66] Liu, Y., Guo, D., Dong, L., Xu, Y., & Liu, J. (2016). Pollution status and environmental sound management (ESM) trends on typical general industrial solid waste. *Procedia Environmental Sciences*, 31, 615-620.
- [67] Peng, X., Jiang, Y., Chen, Z., Osman, A. I., Farghali, M., Rooney, D. W., & Yap, P. S. (2023). Recycling municipal, agricultural and industrial waste into energy, fertilizers, food and construction materials, and economic feasibility: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 1-37.
- [68] Kwon, G., Cho, D. W., Park, J., Bhatnagar, A., & Song, H. (2023). A review of plastic pollution and their treatment technology: A circular economy platform by thermochemical pathway. *Chemical Engineering Journal*, 464, 142771.
- [69] Saha, L., Kumar, V., Tiwari, J., Rawat, S., Singh, J., & Baudhdh, K. (2021). Electronic waste and their leachates impact on human health and environment: Global ecological threat and management. *Environmental Technology & Innovation*, 24, 102049.
- [70] Zhang, L., Tu, D., Li, X., Lu, W., & Li, J. (2020). Impact of long-term industrial contamination on the bacterial communities in urban river sediments. *BMC microbiology*, 20, 1-16
- [71] Bhat, S. A., Cui, G., Li, F., & Vig, A. P. (2019). Biomonitoring of genotoxicity of industrial wastes using plant bioassays. *Bioresource Technology Reports*, 6, 207-216.
- [72] Hong, J., Han, X., Chen, Y., Wang, M., Ye, L., Qi, C., & Li, X. (2017). Life cycle environmental assessment of industrial hazardous waste incineration and landfilling in China. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 22, 1054-1064.
- [73] Izveštaj o stanju životne sredine u Republici Srbiji za 2015. godinu. Ministarstvo zaštite životne sredine-Agencija za zaštitu životne sredine. Bg 2018.
- [74] Brkljač, N., Šević, D., & Marić, A. (2011). Prilog menadžmentu logistike prekograničnog kretanja opasnog otpada na primeru organizacije iz Srbije. *IMK-14-Istraživanje i razvoj*, 17(3), 49-54.

- [75] Pavićević, V., & Stamenović, M. (2005). Waste management in Serbia. *Zbornik radova Tehnološkog fakulteta, Leskovac*, (15), 242-253.
- [76] Gaur, V. K., Sharma, P., Sirohi, R., Awasthi, M. K., Dussap, C. G., & Pandey, A. (2020). Assessing the impact of industrial waste on environment and mitigation strategies: A comprehensive review. *Journal of Hazardous Materials*, 398, 123019.
- [77] Krishnan, S., Zulkapli, N. S., Kamyab, H., Taib, S. M., Din, M. F. B. M., Abd Majid, Z., & Othman, N. (2021). Current technologies for recovery of metals from industrial wastes: An overview. *Environmental Technology & Innovation*, 22, 101525.
- [78] Radukić, S., Anđelković-Pešić, M., & Stanković, J. (2011). Ekološki efekti državne i lokalne pomoći u oblasti reciklaže otpada. *Ekonomika preduzeća, broj*, 3-4.
- [79] Sharma, P., Gaur, V. K., Gupta, S., Varjani, S., Pandey, A., Gnansounou, E., & Wong, J. W. (2022). Trends in mitigation of industrial waste: Global health hazards, environmental implications and waste derived economy for environmental sustainability. *Science of The Total Environment*, 811, 152357.
- [80] Okeke, E. S., Ezeorba, T. P. C., Okoye, C. O., Chen, Y., Mao, G., Feng, W., & Wu, X. (2022). Environmental and health impact of unrecovered API from pharmaceutical manufacturing wastes: a review of contemporary treatment, recycling and management strategies. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 30, 100865.
- [81] Adam, A., Saffaj, N., & Mamouni, R. (2023). Sustainable solar still system coupled with renewable power for industrial wastewater recycling: a review. *Materials Today: Proceedings*.
- [82] Sandin, G., & Peters, G. M. (2018). Environmental impact of textile reuse and recycling—A review. *Journal of cleaner production*, 184, 353-365.
- [83] Shamsuyeva, M., & Endres, H. J. (2021). Plastics in the context of the circular economy and sustainable plastics recycling: Comprehensive review on research development, standardization and market. *Composites Part C: open access*, 6, 100168.
- [84] Baldassarre B, Schepers M, Bocken N et al. Industrial Symbiosis: towards a design process for eco-industrial clusters by integrating Circular Economy and Industrial Ecology perspectives. *Journal of cleaner production*, 2019, 216: 446-460.
- [85] Lawal M, Alwi SRW, Manan ZA, Ho WS et al. Industrial symbiosis tools—A review. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 280 (1): 124327.
- [86] Martin, M; Harris S. Prospecting the sustainability implications of an emerging industrial symbiosis network. *Resources, Conservation and Recycling*, 2018, 138: 246-256.
- [87] Chen, Xinyi, Chen, X., Dong, M., Zhang, L., Luan, X., Cui, X., & Cui, Z.. Comprehensive evaluation of environmental and economic benefits of industrial symbiosis in industrial parks. *Journal of Cleaner Production*, 2022, 354: 131635.
- [88] Perrucci, D. V., Aktaş, C. B., Sorentino, J., Akanbi, H., & Curabba, J.. A Review of International Eco-Industrial Parks for Implementation Success in the United States. *City and Environment Interactions*, 2022, 100086.
- [89] Spasić V., Komunalni otpad – neiskorišćeni resurs Srbije, *Balkan Green Energy News*, 2022.
- [90] „Službeni glasnik RS”, broj 36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018
- [91] „Službeni glasnik RS”, broj 35/2023
- [92] „Službeni glasnik RS”, broj 14/2016

- [93] Christmann, P., Taylor, G., Globalization and the Environment, Strategies for International Voluntary Environmental Initiatives, Academy of Management Executive, 2002.
- [94] <https://dailygreen.rs/eko-price/opasan-industrijski-otpad-visoka-cena-izvoza-a-jos-veca-odlaganja-na-deponije>

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF INDUSTRIAL WASTE ON THE ECOSYSTEM

Abstract: *Increasing demand with population growth leads to the escalation of industrial sectors. Industries generate hazardous waste that is primarily organic and is dumped or processed into the environment. Increasing industrialization leads to an increase in waste production which poses a major environmental challenge. One of the most critical problems of developing countries is the improper management of huge amounts of waste. An even greater challenge is the unsafe disposal of waste in the ambient environment. This study essentially provides an update on the above aspects by identifying gaps for future research directions and can contribute to policy development for mitigation strategies. Also, effective environmental protection laws and a social awareness program for all residents regarding the potential environmental hazards of industrial waste must be undertaken.*

Keywords: *industrial waste, ecosystem, environmental pollution, waste, recycling*

3. INVESTICIJE U INFRASTRUKTURU KAO PREDUSLOV ZA SPROVOĐENJE PRINCIPA CIRKULARNE EKONOMIJE

Milijć Ana*, Miloš Golubović, Gordan Janković

Inovacioni centar, Univerzitet u Nišu, Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, Srbija

Rezime: Višedecenijsko oslanjanje na linearni model privređivanja dovelo je do degradacije životne sredine i nagomilavanja otpada. Jedino rešenje ovog problema bilo je u kreiranju alternativnog kocepta poslovanja, tzv. kocepta cirkularne ekonomije. Implementacija cirkularne ekonomije usledila je kroz primenu savremenih cirkularnih modela poslovanja u mikro, malim i srednjim poslovnim entitetima kao osnovnim pokretačima održivog privrednog razvoja. Da bi se realizovala bilo koja privredna aktivnost, ista mora da bude i dobro infrastrukturno podržana. Fokus rada stavljen je na značaj implementacije cirkularne ekonomije i investiranje u infrastrukturu kako bi se stvorila inovativna – cirkularna infrastruktura. Rad bi trebalo da pruži adekvatne osnove za razumevanje značaja implementacije cirkularne infrastrukture u privredni sistem, kako bi se ostvarila održivost privrednog razvoja na duži vremenski period. Ukazano je i na primere dobre poslovne prakse kompanija koje su među prvima krenule u proces transformacije poslovanja od tradicionalnih linearnih modela ka usvajanju cirkularnih poslovnih modela, što je rezultiralo zauzimanjem liderskih tržišnih pozicija.

Ključne reči: investicije, infrastruktura, cirkularna ekonomija, cirkularna infrastruktura, linearna ekonomija

Uvod

Proces globalizacije, započet još 80-ih i 90-ih godina prošlog veka, omogućio je pad transportnih troškova, pad cena informaciono-komunikacionih tehnologija, lakši transfer znanja i kreiranje svetske baze znanja, pri čemu su se lakše i brže stvarala inovativna tehničko-tehnološka rešenja neophodna za lakšu eksploataciju prirodnih resursa. Usled višedecenijske primene linearnog modela poslovanja i

* Kontakt mejl: ana.randjelovic@yahoo.com

posredstvom benefita procesa globalizacije došlo je do nekontrolisanog iskorišćavanja raspoloživih resursa i odlaganja generisanog otpada u prirodu u količinama u kojima se ne može samostalno apsorbovati. Eksplozivni napredak ljudskog društva doveo je do niza negativnih lančanih reakcija koje se ogledaju u neočekivanim klimatskim promenama, gubitku biodiverziteta, nekontrolisanoj ekstrakciji resursa i sirovina, što stvara ozbiljnu pretnju kako za održivost globalne ekonomije tako i za život na planeti. Kao takav, postojeći privredni sistem dokazano obezbeđuje brzi i kontinuirani privredni rast, ali je neefikasan po pitanju bezbedne eksploatacije sirovina, očuvanja obnovljivih izvora energije i rukovanja otpadom. Stoga se javila potreba za tranzicijom sa linearne ekonomije, koja podrazumeva princip „uzmi, napravi, odloži”, na cirkularnu ekonomiju čija primena omogućava ekonomski prosperitet i dugoročnu održivost, uz primenu ekoloških standarda.

Rad je podeljen u tri segmenta. U prvom delu rada predstavljene su prednosti cirkularne ekonomije i razlozi zbog kojih se mora napustiti tradicionalni model privređivanja. Drugi deo rada se odnosi na infrastrukturu kao osnov za uspešnu implementaciju cirkularne ekonomije kao regenerativnog privrednog modela. U ovom delu rada akcenat je stavljen na mogućnosti promene tradicionalne infrastrukture i kreiranje cirkularne infrastrukture u skladu sa kružnim principima. Treći deo rada zasnovan je na prikazu primera dobrih poslovnih praksi kompanija u Republici Srbiji, koje su implementirale neki od modela cirkularne ekonomije, i na analizi poslovnih i finansijskih performansi istih.

1. Cirkularna ekonomija kao inovativni proces reprodukcije naprednog sveta

U eri „ekonomije znanja” i globalizovanom poslovnom okruženju kao uslov održivosti i privrednog napretka nameće se postizanje ekonomskih i ekoloških prioriteta (njihov optimalni odnos), u šta savremeno društvo ulaže značajne napore. To se ogleda u vidu promena pravnih okvira i izdvajanja značajnih sredstava za implementaciju cirkularne ekonomije kao procesa koji treba da doprinese daljem prosperitetu društva XXI veka, bez ugrožavanja ekološke ravnoteže. Ovakav proces ima za cilj jačanje kompetitivnosti privrednih subjekata i generisanje novih radnih mesta u budućnosti, s obzirom na sve izraženije zahteve tržišta i jačanje ekološke svesti kod potrošača. Reč je o alternativnom modelu proizvodnje koji predstavlja protivtežu postojećem konceptu linearne proizvodnje. U cilju dugoročne održivosti, usled ogromnih ekoloških katastrofa i problema koji su deo svakodnevnice modernog društva, akcenat se stavlja na prelazak na alternativne načine poslovanja, što je rezultiralo u krajnjoj instanci zamenom modela linearne ekonomije modelima cirkularne ekonomije poslovanja. Dok linearna ekonomija u središte stvari postavlja maksimizaciju profita što u konačnoj instanci vodi ka ubrzanoj eksploataciji raspoloživih resursa i odlaganju

prekomernih količina štetnog otpada (u meri u kojoj ga priroda ne može apsorbovati), cirkularna ekonomija uključuje kružno kretanje materijala, tj. transformaciju otpada iz jednog proizvodnog procesa u sirovinu za naredni proizvodni proces. Na taj način postiže se optimalni *tradeoff* ekonomskih i ekoloških prioriteta savremenog društva. Drugim rečima, cirkularna ekonomija pruža šansu savremenom društvu da nastavi putem dinamičkog razvoja bez štetnih posledica po okruženje za buduće generacije. Takođe, cirkularna ekonomija ima značajnu ulogu u očuvanju supstance raspoloživih resursa i obnovljivih izvora energije jer kroz proces reciklaže omogućava usklađivanje njihove potrošnje sa kapacitetima prirodne reparacije.

Transformacija linearnog modela u cirkularni model predstavlja izuzetno kompleksan proces i jedan je od najznačajnijih izazova savremenog društva. Uspeh implementacije cirkularne ekonomije u najvećoj meri će zavisi od društvenog kapaciteta za promenu čitavog poslovnog modela, navika i načina razmišljanja (kako proizvođača, tako i potrošača), što bi trebalo da prebaci fokus sa proizvoda na usluge, a da kupovinu proizvoda zameni iznajmljivanjem istih. Naravno, čitav proces mora biti praćen izmenom energetske politike u proizvodnji, tj. prelaskom na obnovljive izvore energije. Nezanemarljivu ulogu u čitavom procesu ima i tržište. Tržišna selekcija će, kao ključni regulator privrednih procesa, umeti da nagradi tržišne učesnike sposobne da se prilagode novim tržišnim zahtevima, a da one sa nedostatkom adaptivnih kapaciteta sankcioniše ili u potpunosti eliminiše.

Svet je već sada upoznat sa brojnim primerima dobre prakse implementacije cirkularne ekonomije. Mnoge kompanije, kao što su *Philips Lighting*, *H&M*, *IKEA* i druge, su već prepoznale potencijal poslovanja po principima cirkularne ekonomije. Prelaskom na ovaj poslovni model navedene kompanije ostvarile su zapažene rezultate u pogledu redukovanja troškova proizvodnje i uvećanja profita. Sada je od presudnog značaja da i ostali privredni subjekti tržišta vođeni njihovim primerima rade na otklanjanju barijera u implementaciji ovog koncepta i obezbede sebi poziciju na budućem tržištu. Time se u doglednoj budućnosti zasigurno izbegava dilema „promeni ili nestani”, a poslovni proces, pored usmerenosti na maksimizaciju profita, ostvaruje i benefite realizacijom filantropskih aktivnosti i pruža posebnu satisfakciju svakom odgovornom članu društva.

1.1. Pojam cirkularne ekonomije

Cirkularna ekonomija predstavlja opozit savremenom konceptu proizvodnje koji uključuje nekontrolisanu eksploataciju raspoloživih resursa i oblikuje njihov tok kroz proizvodnju, upotrebu i odlaganje generisanog otpada u prirodu [1]. Cirkularna ekonomija predstavlja transformaciju tradicionalnog procesa *prirodni resurs–otpad* na način da otpad u jednoj fazi procesa reprodukcije postaje sirovina za naredni proces. Na taj način se produžava životni vek proizvoda i umesto da nakon potpune apsorpcije njegove upotrebne vrednosti završi kao otpad, on

postaje važan input (sirovina) za sledeći proces proizvodnje. Dakle, poseban akcenat je stavljen na popravku, ponovno korišćenje i unapređenje proizvoda, što je sastavni deo velikog broja definicija cirkularne ekonomije u savremenoj literaturi [2]. Ujedinjene nacije (UN) model cirkularne ekonomije posmatraju kroz prizmu ostvarivanja sopstvenih ciljeva u pogledu održivog razvoja. Generalna skupština UN je, naime, 2015. godine usvojila Agendu održivog razvoja 2030, s ciljem upućivanja univerzalnog poziva na akciju u pravcu rešavanja problema siromaštva, povećanja blagostanja, osiguranja mira i prosperiteta, kao i očuvanja planete Zemlje. Agenda je proklamovala 17 ciljeva sa fokusom na siromaštvo, obrazovanje, socijalnu i zdravstvenu zaštitu, ekonomski rast i rešavanje problema klimatskih promena. Od navedenih 17 ciljeva održivog razvoja, preklapanje sa ciljevima cirkularne ekonomije je ostvareno u 7 ciljeva. Stoga, UN definišu cirkularnu ekonomiju kao instrument za rešavanje klimatske krize i ostvarivanje UN klimatskih ciljeva, uz apostrofiranje značaja fundamentalnih promena u globalnom pristupu borbi protiv klimatskih promena [3].

Danas je potpuno jasno da koncept cirkularne ekonomije predstavlja regenerativni privredni model koji pozitivno utiče na sve vrste kapitala. Njegovom primenom ostvaruju se benefiti i na finansijski i na ljudski ali i na društveni kapital. Ovaj koncept obezbeđuje regeneraciju devastiranih prirodnih resursa, zadržavanje sirovina u upotrebi i produžavanje životnog veka proizvoda, smanjivanje otpada kroz adekvatan redizajn proizvoda, čineći ga kompatibilnim sa narednim procesima reprodukcije, i smanjenje zagađenja čovekove okoline [4]. U svom izveštaju o sprovedenoj analizi efekata za oblast cirkularne ekonomije, autori Vasiljević i Petrović [5] su cirkularnu ekonomiju definisali kao složenu međusektorsku platformu koja ima za cilj da poveže različite društvene procese i da omogućiti što veći stepen međusobne usklađenosti. Oni ističu da ekonomija predstavlja sastavni deo svakog aspekta društvenog života, tako da briga o prirodi, kultura, sport, obrazovanje itd., u određenim fazama svoga razvoja (pre ili kasnije) ukrštaju put sa ekonomskim kretanjima i da ni jedan društveni proces nije održiv na dugi rok ukoliko nema podršku u ekonomiji. Drugim rečima, ekonomija je segment društva koji vrši uticaj na sve ostale segmente društvenog života, a cirkularna ekonomija je model koji omogućava sinergiju progressa u svim oblicima društvenog života. Prema ovim autorima, cirkularna ekonomija je nastala kao opštedruštvena potreba za promenom postojećeg neoliberalnog i dehumanizovanog linearnog ekonomskog modela, u cilju postizanja višeg stepena dubinske integracije i promena u proizvodnim i informatičkim tokovima, radi interakcije tehnoloških i misaonih procesa ka maksimalnoj optimizaciji [5]. Kao proizvodni model, cirkularna ekonomija mora uključivati tri nivoa upravljanja proizvodima – produžen vremenski interval upotrebe gotovih proizvoda, reparaciju nakon isteka životnog veka proizvoda i pravilan tretman otpada [5].

Prema Elleni MacArthur, bez sumnje najvećem autoritetu u oblasti cirkularne ekonomije, cirkularna ekonomija predstavlja restorativni industrijski

sistem fokusiran na tretiranje otpada kao resursa koji značajno prevazilazi običnu reciklažu. Kada bi neki proizvod dostigao kraj svog upotrebnoog veka u određenom obliku, cirkularna ekonomija bi ga transferisala u neki drugi oblik, dovoljno produktivno da kreira buduću vrednost iz njegovog ostatka [6]. Slično gledište ima i Preston koji cirkularnu ekonomiju vidi kao pristup koji treba da transformiše funkciju resursa u ekonomiji u smislu da otpad iz fabrika postane dragocen doprinos u narednom procesu proizvodnje, kroz popravke, ponovne upotrebe i nadogradnje [7].

Sumirajući prethodno navedene pristupe, može se zaključiti da cirkularna ekonomija predstavlja novi oblik ekonomije, koji pospešuje kružni proces materije i materijala, pri čemu se nulta stopa otpada optimalno pozicionira, čemu savremeno društvo mora težiti, a iz čega će proisteći i brojni benefiti u vidu zaštite resursa i životne sredine, uštede energije, smanjenja nezaposlenosti kroz kreiranje novih radnih mesta na polju cirkularne ekonomije i promocije inovativnosti u poslovanju i jačanju konkurentnosti. Različiti koncepti u okviru cirkularne ekonomije se oslanjaju na različite postojeće principe održivosti, kao što su industrijska ekologija, čistija proizvodnja, nulta emisija, ekološka efikasnost, „od kule do kule” ili regenerativni dizajn [8]. Uprkos raznovrsnosti tumačenja i srodnih oblasti, svi ovi pristupi se okupljaju oko cilja primene 3R principa „smanji, ponovo upotrebi, recikliraj” (engl. *reduce, reuse, recycle*) – na sve aspekte poslovnih operacija [9].

1.2. Tranzicija od linearnog ka cirkularnom modelu proizvodnje

Od industrijske revolucije pa do danas proces proizvodnje se prevashodno zasnivao na iscrpljivanju raspoloživih resursa iz prirode koji se kroz proizvodnju transformišu u gotove proizvode, koji putem tržišta dolaze do krajnjih korisnika. Nakon upotrebe gotovih proizvoda, otpad koji ostaje se deponovao u prirodu uz nizak stepen zabrinutosti o takvom načinu postupanja. Ovakav model reprodukcije u teoriji je poznat kao linearna ekonomija. Posledice koje su proistekle iz ovog procesa idu u dva pravca. Sa jedne strane, raspoloživost resursa je u konstantnom opadanju usled prevazilaženja granica prirodne reparacije, što konstantno umanjuje raspoloživu supstancu. Ključno pitanje koje nameće ovakav trend jeste vremenska diskrapanca na koju čovek može računati kada je eksploatacija resursa u pitanju, s obzirom na postojeći model proizvodnje. Sa druge strane, postojeći model proizvodnje istovremeno drastično ugrožava ekološku ravnotežu koja svoje negativne eksternalije ispoljava u vidu intenziviranja klimatskih promena. Krajnje pesimističke prognoze u oba pravca uslovile su potrebu za transformacijom postojećeg sistema privređivanja i pokretanje čovečanstva iz zone komfora u pravcu borbe za egzistenciju.

U radu je šematski prikazan način kretanja resursa u lineranoj i cirkularnoj ekonomiji (Slike 1 i 2):



Slika 1. Linearna ekonomija
Izvor: ilustracija autora prema [10]

Poslednjih decenija, kroz intenziviranje svesti o značaju progressa koji ne ugrožava ekološku ravnotežu razvijena je koncepcija cirkularne ekonomije. Kao sinonimi terminu cirkularne ekonomije koriste se i „zelena ekonomija” i „ekološka ekonomija”. Osnovni cilj ove transformacije je da se u okvirima postojećeg tehnološkog potencijala produži životni vek resursa kroz ponovno korišćenje. Primenom različitih tehnoloških procesa i procedura umanjuje se količina otpada koja završava u životnoj sredini bez obzira da li se radi o ostatku nastalom u procesu proizvodnje ili o potrošenom gotovom proizvodu. Na taj način, istovremeno se postiže niži stepen eksploatacije resursa koji kroz reciklažne procese postaju jeftiniji, a efekti na životnu sredinu postaju prihvatljiviji, pri čemu su zadovoljeni i ekonomski i ekološki ciljevi.



Slika 2. Cirkularna ekonomija
Izvor: ilustracija autora prema [11]

Kako bi cirkularna ekonomija ostvarila potpunu afirmaciju, neophodno je širenje svesti o značaju njene implementacije kako na planetarnom tako i na nivou pojedinačnih zemalja. Neophodno je da svaka zemlja definiše prioritetne grane u kojima bi adaptirala ovaj model i da obezbedi adekvatnu infrastrukturu kroz značajno investiranje u istu, kako bi obezbedila što bolje uslove za lakši prelazak na cirkularne modele poslovanja kompanija.

2. Infrastruktura kao podloga za uspešnu implementaciju cirkularne ekonomije kao regenerativnog privrednog modela

U XXI veku pojam infrastruktura je u širokoj upotrebi i gotovo da se svakodnevno susrećemo sa tim pojmom. Iako je ovaj termin počeo da se koristi krajem 19. veka u Francuskoj, njegovo značenje potiče od latinske reči *infra* (ispod) i *strukure* (sklop). U zavisnosti od konteksta postoji više načina na koje se može tumačiti ovaj pojam. U društvenim naukama pojam infrastruktura se koristi kako bi se opisali delovi nekog šireg sistema bez kojih on ne bi mogao da funkcioniše [12]. Međutim, još upravnici antičkih gradova uviđaju potrebu za postojanjem odgovarajućih infrastrukturnih sistema pa se tada i javljaju prvi oblici istih. Stare civilizacije su u prosperitetnim periodima i epohama ekspanzija, sa razvojem naselja, gradile saobraćajne, hidrotehničke i druge mreže i sisteme [13], što je doprinelo bržem privrednom razvoju i većem privrednom rastu i društvenom blagostanju. Shodno tome, infrastruktura se razvijala kroz epohe jer su još najstarije civilizacije uočile da bez njenog razvoja nema opstanka i daljeg privrednog razvoja, kao ni rasta društvenog blagostanja.

2.1. Definisanje i klasifikacija infrastrukture u savremenim uslovima poslovanja

Infrastruktura se kao pojam nekada koristila isključivo u svrhu opisa vojnih odbrambenih sistema kojima države raspolažu za odbranu suverenosti i integriteta. Infrastruktura kao izraz je kasnije prešao u civilnu upotrebu, pa tako danas razlikujemo gradsku infrastrukturu (vodovod, elektroenergetski sistem, kanalizacija, odvoz smeća i sl.), obrazovnu infrastrukturu (udžbenici, nastavna sredstva, školske zgrade, fakulteti, naučni instituti) i proizvodnu infrastrukturu (putevi, železnice, aerodromi, luke, skladišta) preko kojih se dobavljaju sirovine i roba.

Sa prostornog aspekta infrastruktura bi podrazumevala različite prostorne, tehničke i saobraćajne sisteme koji čine osnovu za funkcionisanje svih korskina prostora [12]. Funkcija ovih sistema je da vrše prenos ljudi, materijalnih dobara, informacija i energije. Možemo da razlikujemo dve osnovne grupe mreža, objekata i službi [13]:

- tehničku infrastrukturu, odnosno one sisteme koji obuhvataju mreže i objekte tehničkih sistema – vodovod, kanalizacija, elektroenergetika, komunikacije, daljinsko grejanje, gasovodni sistem, saobraćaj itd.,
- društvenu infrastrukturu koja obuhvata mreže i objekte javnih službi – za boravak dece, društvene i socijalne institucije, biblioteke, vatrogasne stanice itd.

Objekti i mreže infrastrukture mogu se klasifikovati na različite načine i za različite potrebe. Tako se **prema vidovima potrošnje** vrši podela na objekte i mreže individualne, zajedničke i mešovite potrošnje. Za ovakvu podelu osnovni

kriterijum je mogućnost merenja potrošnje i direktnog naplaćivanja izvršene usluge. Prvu grupu, grupu mreža i objekata individualne potrošnje, čine: vodovod, kanalizacija, električna energija, daljinsko grejanje, snabdevanje gasom. U objekte i mreže zajedničke potrošnje spadaju: kišna kanalizacija, javna rasveta, saobraćajnice, trgovci, parkovi... Objekti mešovite potrošnje se delimično mogu svrstati i u jednu i u drugi grupu – parkinzi, groblja, javna kupatila...

U odnosu na *rang mreže* postoji klasifikacija na primarne, sekundarne i tercijarne objekte i mreže. Prema *značaju* se mogu podeliti na mikro i makro infrastrukturu, a prema *položaju u prostoru* dele se na podzemnu i nadzemnu infrastrukturu. U okviru svakog od navedenih sistema objekti i mreže se diferenciraju u dve osnovne grupe: tačkasti (u kojima se vrše transformacioni procesi) i linijski (u kojima se vrši prenos materije, energije, informacija) [14].

2.2. Cirkularna infrastruktura i mogući pravci za infrastrukturno investiranje u cilju sprovođenja principa cirkularne ekonomije

Država ima ključnu ulogu u prelasku sa linearnog na cirkularni način privređivanja kroz investiranje u razvoj infrastrukture i kroz donošenje odgovarajućih zakonskih okvira koji će pri usvajanju alternativnih modela poslovanja podrazumevati i ispunjene ekonomske i ekološke standarde. U savremenim razvijenim privredama kao i privredama u razvoju, često se upućuju javni pozivi i dodeljuju grantovi vladinih i nevladinih agencija u svrhu dekarbonizacije privrede i smanjenja zagađenja životne sredine. Javna i privatna preduzeća, preduzetnici i industrijski subjekti su pozvani da predlože rešenja za smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte i da na taj način doprinesu dekarbonizaciji privrede, smanjenju zagađenja životne sredine i ekološkoj, društvenoj i ekonomskoj dobrobiti.

Smatra se da je infrastruktura odgovorna za više od 79% globalnih gasova staklene bašte i troši 60% svetskih materijala. Infrastruktura ima važnu ulogu u prelasku na dekarbonizaciju i održivost privrede. Održiva infrastrukturna rešenja koja se fokusiraju samo na obnovljivu energiju i energetske efikasnost ostavljaju nerešeno skoro polovinu globalnih emisija gasova staklene bašte. Zato se nameće potreba kreiranja i implementacije cirkularne infrastrukture. Pod cirkularnom infrastrukturom podrazumevamo infrastrukturu koja omogućava nesmetano odvijanje privrednih aktivnosti cirkularne ekonomije (npr. omogućava ponovnu upotrebu, reciklažu ili obnavljanje otpada) i/ili minimizira količinu materijala koji se koristi tokom životnog ciklusa infrastrukture ili lanca vrednosti [15].

Za razvijanje svesti o potrebi za cirkularnom infrastrukturom od velikog značaja je neprofitna organizacija *Global Infrastructure Hub (GI Hub)*, osnovana od strane G20 industrijski razvijenih zemalja. G20 čini 19 industrijski najrazvijenijih zemalja i Evropska unija (EU). U okviru organizacije *GI Hub* postoji posebna Radna grupa za infrastrukturu G20, čija je uloga ispitivanje

značaja infrastrukture u periodu tranzicije sa linearnog na cirkularni model privređivanja i uloge infrastrukture u ubrzavanju tranzicije koju može da ima.

Cirkularna ekonomija je usmerena na 6R kružnih principa. Cilj je odbiti (ili značajno smanjiti) količinu novih materijala (sirovina) koji ulaze u sistem. Ovo se postiže „zatvaranjem petlje” i maksimiziranjem količine materijala koji je obnovljen i naknadno ponovo upotrebljen, popravljen, obnovljen i recikliran. Preostali materijali su oni koji se više ne mogu ponovo koristiti ili reciklirati a dostupni su i putevi da se iz njih izvuče ugrađena energija (npr. putem otpada u energiju) [15, 16]. Poštovanjem 6R principa cirkularne ekonomije infrastruktura ima ostvaruje dvostruku ulogu. Prva uloga odnosi se na stvaranje „cirkularne infrastrukture” u skladu sa principima 6R, a druga uloga vezana je za implementaciju „cirkularne infrastrukture” (odnosno obezbeđivanje infrastrukture koja podržava aktivnost cirkularne ekonomije i poštovanje navedenih principa).

Shodno 6R principima postoji 6 mogućnosti za investiranje u infrastrukturu, koji su mapirani u 6R okvir, a to uključuje [16]:

1. Smanjenje ili odustajanje od potrebe za ograničenim materijalima u infrastrukturi: bolji i efikasniji dizajn, planiranje i snabdevanje infrastrukture koje može imati veliki uticaj na smanjenje potražnje za pojedinim materijalima i konstrukcijama;
2. Zamena konačnih materijala obnovljivim materijalima: zamena konvencionalnih infrastrukturnih rešenja „zelenim”, klimatski otpornim, i montažnim rešenjima mogla bi smanjiti potražnju za gradnjom materijala;
3. Infrastruktura koja omogućava ponovnu upotrebu materijala, popravku, renoviranje i reciklažu: „zatvaranje petlje” će zahtevati nove vrste postrojenja za oporavak, ponovnu upotrebu i reciklažu otpada – uključujući procese tretmana, deljenje mreže, obrnutu logistiku i tržišta;
4. Infrastruktura koja omogućava oporavak resursa/strategije i skoro nula otpada: treba da se uspostavi infrastruktura za otpad (prikupljanje i sortiranje) kako bi se omogućila ponovna upotreba, popravka, renoviranje i reciklaža materijala;
5. Infrastruktura koja omogućava pretvaranje otpada u energiju: ova vrsta infrastrukture omogućava ponovno dobijanje ugrađene energije unutar zaostalih materijala koji se više ne mogu ponovo koristiti ili reciklirati unutar sistema. Međutim, pretvaranje otpada u energiju se tehnički ne smatra „kružnim” jer se radi sa materijalima na kraju životnog veka. Kako god, to je deo rešenja za otpad i zagađenje, i pomoglo bi mnogim zemljama da se odmaknu od oslanjanja na deponije u prelasku na cirkularnu ekonomiju;
6. Digitalna infrastruktura/*InfraTech*: u lancu vrednosti implementacija digitalne infrastrukture i tehnologije omogućava povezivanje, automatizaciju i optimizaciju aktivnosti cirkularne ekonomije.

Prakse najrazvijenijih svetskih privreda pokazuju da se najveća efektivnost i efikasnost postiže implementiranjem strategija investiranja koje obuhvataju svih 6 segmenata infrastrukturnog ulaganja [17]. Međutim, to nije čest slučaj jer je u svetu mnogo više privrednih entiteta koji su deo privrednog sistema zemalja u razvoju pa usled ograničenih finansijskih, materijalnih i intelektualnih resursa i teško dostupnih inovativnih rešenja u pogledu efikasnije upotrebe ograničenih resursa često pružaju otpor prelasku na alternativni koncept poslovanja – cirkularnu ekonomiju. U našoj zemlji u skladu sa prirodnim bogatstvima, geografskim položajem, intelektualnim resursima i dostignutom stepenu privrednog rasta i razvoja definisana su četiri sektora u kojima se mogu ostvariti superiorne privredne performanse prelaskom na cirkularni model poslovanja. U tu svrhu, sa jedne strane, usvojen je i odgovarajući pravni okvir i obezbeđeni su institucionalni uslovi za finansiranje izabranih privrednih grana, i sa druge strane, obezbeđena su sredstva za investiranje u cirkularnu infrastrukturu koja prati izabrane privredne aktivnosti. U trećem delu rada navedeni su primeri dobrih praksi kada je u pitanju implementacija cirkularnog načina poslovanja u Republici Srbiji.

3. Primeri dobre prakse u implementaciji modela cirkularne ekonomije u Republici Srbiji

Na osnovu različitih uticaja kao što su dostupnost podataka i kriterijuma, mogućnost kreiranja vrednosnih lanaca, po ugledu na komparativne „mape puta” i strategije koje su urađene od strane drugih zemalja, a pre svega po ugledu na Mapu puta koju je uradila Slovenija, u našoj zemlji su kreirani prioritetni sektori koji treba da pređu put tranzicije sa linearnog na cirkularni model privrednog rasta. Lista tih sektora uključuje četiri delatnosti, i to:

- proizvodna industrija,
- poljoprivreda i hrana,
- plastika i ambalaža i
- građevinarstvo.

Sektori su birani na osnovu mogućnosti da se na najbrži i najadekvatniji način primeni koncept poslovnih modela cirkularne ekonomije kroz efikasnu upotrebu materijala, povećanje vrednosti materijala u upotrebi, mobilizaciju primene poslovnih modela cirkularne ekonomije za proizvode i usluge, promociju energetske efikasnosti, zatvaranje kruga upotrebe materijala, prevenciju upravljanja otpadom, primenu zelenih javnih nabavki, razvoj opšte cirkularne kulture u društvu [18].

Proizvodna industrija – u ovoj grani industrije postoje veliki potencijali za prelazak sa linearnog na cirkularni model ekonomije. Kako bi se ova grana industrije u što većoj meri bazirala na cirkularnom poslovnom modelu, neophodna su velika ulaganja u implementaciji novih tehnologija i novih proizvodnih

procesa. Ona bi se koncentrisala na korišćenje ekološki prihvatljivijih i dugotrajnijih materijala. S obzirom na neophodna ulaganja, jedan od načina reorganizacije poslovanja i određenih ušteda ogleda se kroz vraćanje iskorišćenih proizvoda ponovo u proizvodne pogone (kroz unapređeni dizajn) na doradu ili ponovnu preradu, što dovodi do uštede energije, resursa i otpada iz proizvodnje. Stoga je kroz cirkularnu ekonomiju moguće iskoristiti ekološke, ekonomske i socijalne mogućnosti za resursno održivu proizvodnju i, uz korišćenje savremene čiste tehnologije, inovacija i primenu novih poslovnih modela, omogućiti finansijsku održivost.

Primer dobre prakse kod nas je kompanija „Reteks”, koja se bavi reciklažom tekstila. Osim ove kompanije, firma „Boreal” u saradnji sa Šumarskim fakultetom započela je projekat razvoja cirkularnih proizvoda od drveta.

Poljoprivreda i hrana – naša zemlja poseduje izvanredne prednosti u poljoprivrednoj proizvodnji. Nalazimo se na povoljnom području sa četiri godišnja doba i četiri klimatska područja. Spadamo u red evropskih zemalja sa dobrim zemljišnim resursima, s obzirom da posedujemo 0,7 hektara obradivog i 0,5 hektara oraničnog zemljišta po glavi stanovnika. Severni deo zemlje (Vojvodina) pogodan je za proizvodnju kukuruza i žitarica, zapadni deo za voćarsku proizvodnju, dok je južni deo zemlje pogodan za povrtarsku proizvodnju. Odličan primer kompanije iz ove oblasti jeste „Eko fungi” koja se bavi organskom proizvodnjom pečuraka. Ona u proizvodnji kao osnovno đubrivo koristi otpad od kafe. Jedan od većih problema savremenog sveta jeste prekomerno bacanje hrane. Prema nekim procenama jedna trećina od ukupno proizvedene hrane se baca [19]. Neke procene ukazuju da se u Srbiji godišnje baci oko 250.000 tona hrane [20]. Osim socijalnih i etičkih pitanja, pitanje viškova hrane je takođe značajno sa stanovišta zaštite životne sredine. U partnerstvu sa kompanijom „Delhaize Serbia” i učešće organizacije „Banka hrane” (Beograd), UNDP (engl. *United Nations Development Programme*) je razvio onlajn platformu koja omogućava humanitarnim organizacijama da preuzimaju otpisano voće i povrće iz prodajnih objekata ove kompanije, koje zadovoljava propisane kriterijume za proizvode za doniranje, u svrhu dalje pomoći za prehranu krajnjih korisnika.

Plastika i ambalaža – u skladu sa pritiscima da se smanji količina plastike u okviru kružnog poslovnog modela, nameće se logično i smanjenje plastične ambalaže. Ključni izazov u Srbiji je plastična ambalaža, kao najveći pojedinačni sektor potrošnje plastike. Plastični ambalažni otpad se nalazi i u komercijalno-industrijskom i komunalnim tokovima otpada. U Srbiji je u 2016. godini proizvodnja ambalaže imala udeo od 45,3% ukupno proizvedenih plastičnih proizvoda [21]. U samoj tranziciji sa linearnog na cirkularni model, jedan od najvećih izazova kako kod nas tako i u ostalim zemljama, biće prilagođavanje kompanija koje se bave upravo proizvodnjom plastične ambalaže. One će morati da pronađu alternativu. Jedna od kompanija sa dobrom praksom jeste firma

BigBamBoo. Oni se bave proizvodnjom posuđa za decu i odrasle od ekološki prihvatljivih sirovina, i to pre svega od bambusovog drveta.

Građevinarstvo – prema podacima Svetske banke, negde oko polovina ukupnog čvrstog otpada (oko 1.3 milijarde tona) čini građevinski otpad [22]. U našoj zemlji građevinski otpad predstavlja značajnu količinu komunalnog i opasnog otpada. Tu spada onaj građevinski otpad koji u sebi sadrži asbest, olovo i neke vrste farbi. Zabrinjavajući podatak jeste da u Republici Srbiji ne postoji deponija za građevinski otpad, već se on meša sa ostalim otpadima. Neke građevinske kompanije su u svoju ponudu uvele standarde zelenog i energetskog pasoša u novoizgrađene objekte. Primer dobre prakse u ovoj grani jeste nacionalna kompanija „Feplo”, koja se bavi proizvodnjom ekološki čistih vodootpornih ploča. Za proizvodnju ovih ploča, koristi se tetrapak iz komunalnog i industrijskog otpada, a kao lepak se koriste topljivi polimeri.

Na osnovu svega navedenog, vidimo da i u Republici Srbiji postoje kompanije koje se okreću cirkularnom modelu i zelenoj proizvodnji. To su kompanije koje pre svega vode računa o zaštiti životne sredine, a potom i o povećanom profitu kroz primenu koncepta cirkularne ekonomije. U nastavku rada, daćemo analizu bilansa uspeha filantropske kompanije „Delhaize Serbia”, pre i nakon primene koncepta cirkularne ekonomije kako bi imali uvid u kretanje poslovnih i finansijskih performansi prilikom prelaska sa linearnog na cirkularni model poslovanja preduzeća.

Analiza bilansa uspeha kompanije primenioca koncepta cirkularne ekonomije – studija slučaja kompanije „Delhaize Serbia”

„Delhaize Serbia” je članica međunarodnog trgovinskog lanca *Ahold Delhaize* koji posluje na tri kontinenta u deset zemalja, sa sedištem u Zandamu, u Holandiji. Od dolaska u Srbiju kompanija intenzivno radi na proširenju asortimana, konstantnom podizanju kvaliteta, unapređenju receptura i dizajnu. „Delhaize Serbia” je na taj način, ostala najveći trgovinski lanac u našoj zemlji, koji posluje kroz brendove „Maxi”, „Mega Maxi”, „Tempo” i „Shop&Go”. Na kraju 2019. godine imala je više od 12.500 zaposlenih i više od 440 maloprodajnih objekata.

Kao što smo već naveli, u Srbiji postoji ogroman problem u bacanju hrane. Ne postoje tačni podaci, ali prema nekim procenama u Republici Srbiji se godišnje baci oko 250.000 tona hrane. Iz tog razloga, kompanija „Delhaize Serbia” preuzela je inicijativu i u saradnji sa organizacijom Banka hrane Beograd, započela je skupljanje voća i povrća koje nije za prodaju, a i dalje je za ljudsku konzumaciju. Ta hrana se isporučuje svakodnevno različitim humanitarnim organizacijama.

Veoma je bolna činjenica da postoje milijarde gladnih ljudi u svetu, a čak jedna trećina proizvedene hrane završi na smetlištu. Inicijator smanjenja ovakve

tendencije kod nas jeste filantropska kompanija „Delhaize Serbia”. Kompanija se iz godine u godinu sve više okreće cirkularnom poslovnom modelu. Oko 84% ukupne količine električne energije koju je koristila, došlo je u 2022. godini iz zelenih izvora, a nastavljena je i kontinuirana implementacija CO_2 rashladnih sistema i propanskih vitrina u prodavnicama širom zemlje. Uz ova ulaganja, kao i primenu mera energetske efikasnosti, ukupna emisija CO_2 u sistemu smanjena je za 26% za period od godinu dana.

Pored smanjenja viškova hrane za 11,6% u odnosu na 2021. godinu, „Delhaize Serbia” je prethodne godine reciklirala više od 11.000 t otpada, a u okviru inicijative za odgovorno zbrinjavanje opasnog otpada od potrošača prikupljeno je i adekvatno zbrinuto 1.120 kg baterija.

„Delhaize Serbia” je, kao najveći donator Banke hrane Beograd i u 2022. godini nastavila da pruža svakodnevnu podršku korisnicima više od 100 humanitarnih organizacija. Gotovo 600 t voća i povrća je na ovaj način stiglo do skoro 15.000 sugrađana, dok je 405 t voća i povrća donirano za ishranu životinja.

Dodatna sredstva kompanija je izdvojila i za dalju podršku sistemu doniranja, te je zahvaljujući donaciji u iznosu od 67.000 evra Banci hrane Beograd obezbeđeno drugo vozilo kojim je osiguran sistemski način dopremanja voća i povrća do korisnika humanitarnih organizacija koji nemaju sopstveni prevoz.

U nastavku rada, dajemo prikaz bilansa poslovanja ove kompanije pre i nakon ulaska u filantropske vode, odnosno pre i nakon delimične tranzicije sa linearnog na cirkularni poslovni model.

Tabela 1. Obim i struktura prihoda za 2019. godinu

Struktura	Obim u RSD
Ostvareni prihodi od prodaje robe	104.305.233.928
Ostvarena nabavna vrednost prodane robe	73.320.003.902
Ostvarena bruto marža	30.985.230.026
% bruto marže	29,71 %
Ukupno ostvareni poslovni prihodi	104.869.311.160
Ukupni troškovi	23.770.656.459
% učešće troškova u ukupnim prihodima	22,67 %
Poslovna dobit	7.778.650.799
Neto dobitak	5.175.013.801

Izvor: [23]

Tabela 2. Obim i struktura prihoda za 2020. godinu

Struktura	Obim u RSD
Ostvareni prihodi od prodaje robe	110.933.182.526
Ostvarena nabavna vrednost prodane robe	77.209.079.249
Ostvarena bruto marža	33.724.103.277
% bruto marže	30,4 %
Ukupno ostvareni poslovni prihodi	111.484.747.428
Ukupni troškovi	27.731.142.660
% učešće troškova u ukupnim prihodima	24,87 %
Poslovna dobit	6.544.525.519
Neto dobitak	3.930.919.187

Izvor: [23]

U tabeli 1 je dat prikaz kretanja obima i strukture prihoda i rashoda za kompaniju „Delhaize Serbia” za 2019. godinu. Isti takav prikaz za 2020. godinu je dat u tabeli 2. Odavde vidimo da je došlo do rasta i ukupno ostvarenih prihoda od prodaje robe i ukupno ostvarenog poslovnog prihoda. Međutim, s obzirom da je kompanija u međuvremenu krenula sa izraženijim filantropskim delovanjem, u smislu doniranja voća i povrća Banci hrane i isporuke istih, došlo je i do porasta i ukupnih troškova i troškova u procentu od ukupnih prihoda. Iz tog razloga, kompanija beleži nešto niži kako poslovni, tako i neto rezultat, odnosno dobitak. Nesumnjivo je da će u finansijskom izveštaju za 2022. godinu ovaj rezultat biti znatno bolji, upravo zbog prelaska na cirkularni poslovni model, jer prema rečima generalnog direktora Jan-Willem Dockheera, kompanija je ostvarila izvanredne rezultate 2022. godine.

U nastavku rada dajemo prikaz finansijskih pokazatelja za 2019. i 2020. godinu.

Tabela 3. Finansijski pokazatelji za 2019. godinu

LIKVIDNOST	
Tekući rasio likvidnosti Kratkoročna sredstva/Kratkoročne obaveze	1,66
AKTIVNOSTI	
Koeficijent obrta ukupnih sredstava Prihodi od prodaje/Ukupna aktiva	1,21
Vreme obrta zaliha (Zalihe/Nabavna vrednost robe)*Broj dana	37,42
PROFITABILNOST	
Bruto marža (Prihodi od prodaje – Nabavna vrednost robe)/Prihodi od prodaje	29,71%
Profitna stopa Neto profit/Prihodi od prodaje	4,96%
ROE Neto profit/Kapital	8,79%

Izvor: [24]

Tabela 4. *Finansijski pokazatelji za 2020. godinu*

LIKVIDNOST	
Tekući racio likvidnosti Kratkoročna sredstva/Kratkoročne obaveze	1,02
AKTIVNOSTI	
Koeficijent obrta ukupnih sredstava Prihodi od prodaje/Ukupna aktiva	1,54
Vreme obrta zaliha (Zalihe/Nabavna vrednost robe)*Broj dana	37,27
PROFITABILNOST	
Bruto marža (Prihodi od prodaje – Nabavna vrednost robe)/Prihodi od prodaje	30,4%
Profitna stopa Neto profit/Prihodi od prodaje	3,54%
ROE Neto profit/Kapital	9,29%

Izvor: [25]

U tabelama 3 i 4 dati su najznačajniji finansijski pokazatelji za gore navedenu kompaniju za period 2019. i 2020. godine. Odavde vidimo da je došlo do pada u tekućem raciju likvidnosti, profitna stopa je takođe pala, kao i vreme obrta zaliha, dok je istovremeno došlo do rasta koeficijenta obrta ukupnih sredstava. Prema ovim pokazateljima vreme koje je potrebno da se zalihe prodaju je smanjeno, dok je vreme koje je potrebno da ukupna sredstva naprave ceo krug povećano. S obzirom da je u prethodnim tabelama dat prikaz pada neto dobiti, logično je da je i profitna stopa pala. Takođe, ono što uviđamo jeste da je i stopa povraćaja kapitala (ROE) porasla sa 8,79% na 9,29%. To znači da je kompanija zaradila više u 2020. u odnosu na 2019. godinu, u odnosu na uloženi kapital.

Na osnovu prikaza podataka i analize istih, možemo doći do zaključka da je poslovanje kompanije u nekim segmentima opalo, dok se u drugim poboljšalo. Razlog za to jeste početna faza implementacije kružnog koncepta koji iziskuje visoka inicijalna ulaganja, dok sa druge strane kompanija beleži visoke filantropske performanse.

Zaključak

Uticao savremenih tehničko-tehnoloških dostignuća u sferi eksploatacije resursa, vođen maksimiranjem profita privrednih subjekata, ostavio je znatne konsekvence po životnu sredinu. Posledice efekta staklene bašte, nagle klimatske promene, narušena ekološka ravnoteža samo su neke od posledica neodgovornog društvenog ponašanja. U radu je predstavljen alternativni model poslovanja koji bi postigao ekonomske ciljeve uz poštovanje ekoloških standarda. Prelazak sa modela linearne ekonomije (koji ne uzima u obzir kategoriju održivosti ekosistema za buduće generacije, već je usmeren ka zadovoljavanju potreba tržišta i stajholdera privrednih subjekata) na model cirkularne ekonomije, u osnovi ima

za cilj postizanje optimalnog odnosa između ekonomskih i finansijskih ciljeva sa jedne strane, i maksimiranja društvenog i ekološkog blagostanja sa druge strane. Pregledom rada i sublimacijom znanja, kao i na osnovu korišćene literature, dolazi se do suštine rada, a to je implementacija cirkularne ekonomije u postojeći privredni sistem. U to ime naponi države, kao i vladinih i nevladinih organizacija i kreditnih fondova moraju biti usmereni na finansiranja aktivnosti koje će doprineti poštovanju 6R principa i uticati na stvaranje cirkularne infrastrukture. Tako će cirkularna infrastruktura predstavljati temelj za podsticanje malih, srednjih i velikih privrednih subjekata za prelazak na cirkularni sistem poslovanja, bez obzira na barijere sa kojima se privredni entiteti susreću (nedostatak intelektualne, finansijske, tehničko-tehnološke podrške).

Literatura

- [1] Đurić, S., Stošić-Mihajlović, Lj. i Trajković, S. (2017), „Cirkularna ekonomija i kreiranje nove vrednosti - reciklaža, obnovljiva energija, ekologija”, *Journal of Process Management - New Technologies, International*, pp. 50-68.
- [2] Đureta, V., Mutić, M., Mitrović, S. i Bogdanović, M. (2016), „Osnove cirkularne ekonomije”, *Deutsche Gesellschaft fur Internationale Zusammenarbeit (GIZ)*, Beograd, pp.25.
- [3] United Nation of Enviroment Programme UNEP (2019): *Emission Gap Report*.
- [4] Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije (2020), „Mapa puta za cirkularnu ekonomiju u Srbiji”, Beograd.
- [5] Vasiljević, D. i Petrović, D., (2020), „IZVEŠTAJ O SPROVEDENOJ EX ANTE ANALIZI EFEKATA ZA OBLAST CIRKULARNE EKONOMIJE”, Beograd.
- [6] EMF (2013), "Towards the circular economy", *Hellen MacArthur Foundation, Cowes, Isle of Wight*.
- [7] Lolić, J. (2018), „Cirkularna ekonomija kao instrument zaštite životne sredine”, *Univerzitet u Beogradu, Fakultet Bezbednosti, Beograd*.
- [8] R. M. Deus, J. P. Saviotto, R. A. G. Battistelle, and A. R. Ometto, "Trends in Publications on the Circular Economy," *Rev. ESPACIOS*, vol. 38, pp. 12-32, 2017.
- [9] S. Kavadias, K. Ladas, and C. Loch, "The transformative business model," *Harv. Bus. Rev.*, vol. 94, pp. 90-98, 2016.
- [10] https://www.google.com/search?sxsrf=AB5stBii8dMsPmwEoqIP6aYPLHrcoqRRjw:1688658998223&q=linearna+ekonomija&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj_d9uPr_AhX9QvEDHfTCDiQQ0pQJegQIDBAB&biw=1536&bih=696&dpr=1.25#imgref=FjQT0a33niI3MM
- [11] https://www.google.com/search?sxsrf=AB5stBii8dMsPmwEoqIP6aYPLHrcoqRRjw:1688658998223&q=linearna+ekonomija&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj_d9uPr_AhX9QvEDHfTCDiQQ0pQJegQIDBAB&biw=1536&bih=696&dpr=1.25#imgref=LS1dn18B21317M
- [12] O'Sullivan, Arthur; Sheffrin, Steven M. (2003). *Economics: Principles in Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall*. crp. 474. ISBN 978-0-13-063085-8.
- [13] Z. Žegarac, „Infrastruktura”, *Geografski fakultet, Beograd, 1998*.
- [14] https://www.vggs.rs/gradjevinski_odsek/komunalna_infrastruktura
- [15] <https://www.github.org/infrastructure-and-the-circular-economy/>

- [16] <https://cdn.github.org/umbraco/media/3889/gi-hub-thought-piece-infrastructure-and-the-circular-economy-apr-2021.pdf>
- [17] Ellen MacArthur Foundation (2019). Completing the picture: How the circular economy tackles climate change. Ellen Macarthur Foundation. Available at: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Completing_The_Picture_How_The_Circular_Economy_Tackles_Climate_Change_V3_26_September.pdf
- [18] Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije. (2020): *Mapa puta za cirkularnu ekonomiju u Srbiji*. Beograd. str. 34.
- [19] <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/en/> pristupljeno 04.07.2023.
- [20] <http://www.wwf.rs/?uNewsID=350492> Pristupljeno 03.07.2023.
- [21] Janković, E. (2019): *Vodič za smanjenje uticaja plastičnih proizvoda za jednokratnu upotrebu na životnu sredinu*. Program Ujedinjenih nacija za razvoj (UNDP), Beograd
- [22] <https://circularconstructionchallenge.org/> pristupljeno 05.07.2023.
- [23] https://pretraga3.apr.gov.rs/pretragaObveznikaFI/Delhaize%20Serbia_Godišnji%20Izvestaj%20o%20poslovanju%202019%20potpisan.pdf
- [24] https://pretraga3.apr.gov.rs/pretragaObveznikaFI/Delhaize%20Serbia_Godišnji%20Izvestaj%20o%20poslovanju%202020%20Final%2029.06.2021%20potpisano%20.pdf Pristupljeno 07.07.2023. str. 8.
- [25] https://pretraga3.apr.gov.rs/pretragaObveznikaFI/Delhaize%20Serbia_Godišnji%20Izvestaj%20o%20poslovanju%202019%20potpisan.pdf,
- [26] https://pretraga3.apr.gov.rs/pretragaObveznikaFI/Delhaize%20Serbia_Godišnji%20Izvestaj%20o%20poslovanju%202020%20Final%2029.06.2021%20potpisano%20.pdf

INVESTMENTS IN INFRASTRUCTURE AS A PREREQUISITE FOR THE IMPLEMENTATION OF THE PRINCIPLE OF THE CIRCULAR ECONOMY

Abstract: *Decades of reliance on a linear economic model has led to environmental degradation and accumulation of waste. The only solution to this problem lay in the creation of an alternative business concept, the so-called concept of circular economy. The implementation of the circular economy followed through the application of modern circular business models in micro, small and medium business entities as the basic drivers of sustainable economic development. In order to realize any economic activity, it must be well supported by infrastructure. The focus of the paper is on the importance of implementing circular economy and investing in infrastructure in order to create innovative circular infrastructure while respecting circular principles. The purpose of the paper is to provide an adequate basis for understanding the importance of the implementation of circular infrastructure in the economic system in order to achieve the sustainability of economic development for a long period of time. The paper also pointed out examples of good business practices of companies that were among the first to start the process of business transformation from traditional linear models to the adoption of circular business models, which resulted in taking leading market positions.*

Keywords: *investments, infrastructure, circular economy, circular infrastructure, linear economy*

4. ZELENE JAVNE NABAVKE – TEORIJA I PRAKSA

Andreja Todorović^{1*}, Miljana Talić¹, Zorana Z. Stanković², Ana Kitić²

¹Inovacioni centar, Univerzitet u Nišu, Univerzitetski trg 2, 18000 Niš, Srbija

²Mašinski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija

Rezime: *Javne nabavke se mogu posmatrati kao važan instrument za promovisanje zelenog rasta. Pozicija i uloga zelenih javnih nabavki se značajno promenila, tako da su one poprimile karakter strateške poluge u većini visokorazvijenih zemalja. Zakonodavstvo Evropske unije i Republike Srbije stvorilo je povoljne pravne pretpostavke za primenu zelenih javnih nabavki. Cilj ovog rada jeste približiti naučno-stručnoj i poslovnoj zajednici koncept zelenih javnih nabavki, kao instrument za poboljšanje poslovnih performansi, smanjenje zagađenja i očuvanje životne sredine. U radu su sistematizovane definicije ovog koncepta, analizirana je primena i predstavljeni su primeri održivih praksi u ovoj oblasti u Hrvatskoj i Republici Srbiji. Dobijeni rezultati istraživanja pokazuju da su razvijeni modeli koje koriste zemlje Evropske unije primenljivi i u Republici Srbiji, ali da je potrebno podići ekološku svest, i motivisati poslovnu zajednicu da otpočne sa primenom zelenih kriterijuma tokom sprovođenja postupka javnih nabavki, čije je učešće u bruto domaćem proizvodu Srbije oko 10%.*

Ključne reči: *javne nabavke, zeleni rast, zelena tranzicija, održiva proizvodnja i potrošnja, troškovi životnog ciklusa*

Uvod

Tokom proteklih decenija, uloga države i javnih institucija u javnim nabavkama je temeljno preispitana radi postizanja ciljeva održivog razvoja. Sve je razvijenija svest poslovne i šire javnosti o činjenici da su ciljevi kao što su održiva proizvodnja i održiva potrošnja ekološki prihvatljivih proizvoda i usluga postali imperativ ekonomskih aktivnosti. Ostvarivanje ovog cilja mora bit podržano efikasnim institucionalnim i regulatornim nacionalnim i nadnacionalnim okvirom. Odgovorna uloga države u zelenim javnim nabavkama podrazumeva brigu o društveno i ekološki prihvatljivoj praksi kroz korišćenje javnih ugovora. Mora se

* Kontakt mejl: andrejatod@gmail.com

napomenuti da zelene javne nabavke ne obuhvataju samo društvena i ekološka pitanja, već i, u širem tumačenju, učešće preduzeća u procesima javnih tendera.

Celokupni javni sektor, od lokalne samouprave do komunalnih preduzeća, univerziteta i bolnica kontroliše i upravlja velikim budžetima, koji se troše za nabavku različitih proizvoda i usluga. Organi javne uprave predstavljaju velike potrošače. Kako imaju visok nivo moći, mogu direktno i indirektno uticati na ozelenjavanje nabavki.

Strukturu rada čine smisleno povezane celine koje daju okvir za kvalitativnu i kvantitativnu analizu teme zelenih javnih nabavki. U prvom delu rada, biće predstavljena sinteza relevantne literature o zelenim nabavkama i obrazložiće se terminološka distinkcija u ovoj oblasti (zelene javne nabavke, cirkularne javne nabavke i održive javne nabavke). Posebna pažnja u prvom delu rada data je i obračunu troškova životnog ciklusa i redizajnu proizvoda odnosno *Eko znaku*, koji su važni za sveobuhvatno sagledavanje koncepta zelenih javnih nabavki.

Drugo poglavlje rada, koje nosi naziv *Regulatorni i strateški okvir zelenih javnih nabavki*, bavi se analizom zakonodavstva Evropske unije i Republike Srbije. Zbog velikog značaja zelenih javnih nabavki, Evropska komisija je usvojila brojne direktive i dala smernice za razvoj i primenu ovog instrumenta u privrednoj praksi. Trenutna ekološka situacija zabrinjava čitavo čovečanstvo, tako da javne institucije mogu imati presudan uticaj kada je u pitanju ostvarivanje postavljenih ciljeva. U ovom delu rada je takođe dat i pregled važećih zakonskih propisa i ISO standarda kojima se reguliše oblast zelenih javnih nabavki.

Treći deo prikazuje rezultate istraživanja, odnosno primere i modele koje država Hrvatska koristi u svojoj praksi. Postoje brojne ekološke, društvene, ekonomske i političke koristi od podsticanja upotrebe pristupa obračuna troškova tokom čitavog životnog ciklusa proizvoda ili usluga. U kontekstu Evropskog zelenog dogovora, zelene javne nabavke imaju ogroman potencijal za uspešnu tranziciju ka resursno-efikasnijoj, niskougljeničnijoj, kružnijoj, održivijoj i inovativnijoj ekonomiji. Nakon teorijskih i praktičnih implikacija, slede zaključna razmatranja u radu i preporuke za poslovnu zajednicu, sa namerom da se ojačaju kapaciteti privrednih subjekata za orijentaciju ka primeni ekoloških kriterijuma tokom procesa javnih nabavki.

1. Pregled literature

Brojni autori dali su različita terminološka određenja i obuhvat javnih nabavki. Sistematizacijom relevantne literature su odabrane definicije pojmova: zelene javne nabavke, cirkularne javne nabavke i održive javne nabavke i prikazane u tabeli 1.

Tabela 1. Definicije javnih nabavki koje promovišu održivi razvoj

Vrste javnih nabavki	Definicije
<i>Zelene javne nabavke</i>	<p>Zelene javne nabavke predstavljaju proces u kojem javni sektor/naručioci nastoje da nabave dobra, usluge i radove sa smanjenim uticajem na životnu sredinu, kroz njihov životni ciklus, u odnosu na dobra, usluge i radove koji bi inače bili nabavljeni, a koji imaju istu primarnu funkciju [1].</p> <p>Zelene javne nabavke podrazumevaju način na koji javni sektor koristi ekološke kriterijume u svim fazama kupovine, traženjem i izborom rešenja sa najmanjim uticajem na životnu sredinu tokom životnog ciklusa proizvoda i podsticanjem distribucije ekoloških tehnologija i razvojem ekološki prihvatljivih dobara [2].</p>
<i>Cirkularne javne nabavke</i>	<p>Kupovina dobara ili usluga koje nastoje da doprinesu zatvorenim energetske i materijalnim petljama unutar lanaca snabdevanja, dok se minimiziraju, a u najboljem slučaju izbegavaju negativni uticaji na životnu sredinu i stvaranje otpada tokom celog životnog ciklusa [3].</p>
<i>Održive javne nabavke</i>	<p>Proces kojim javne vlasti nastoje da postignu odgovarajući balans između tri stuba održivog razvoja: ekonomskog, socijalnog i ekološkog, prilikom nabavke robe, usluga ili radova u svim fazama projekta [3].</p> <p>Proces kojim javne vlasti zadovoljavaju svoje potrebe za robom, uslugama, radovima i komunalnim uslugama na način koji postiže vrednost za novac na celoj životnoj osnovi, u smislu generisanja koristi ne samo za organizaciju, već i za društvo i privredu, dok se minimizira šteta po životnu sredinu [4].</p> <p>Nabavka u kojoj javne vlasti koriste svoju kupovnu moć da signaliziraju preferencije tržištu svojim izborom dobara i usluga koje ispunjavaju održive kriterijume [5].</p>

Izvor: sistematizacija autora prema [3] i [6]

Dubljom analizom može se izvući zaključak da je kod zelenih javnih nabavki fokus na faktorima životne sredine, dok je u cirkularnim javnim nabavkama on proširen i na ekonomske faktore. Najširi pristup, održive javne nabavke, obuhvata sva tri stuba održivog razvoja, nastojeći da uspostavi ravnotežu između proizvedenog kapitala, prirodnog kapitala, ljudskog i društvenog kapitala [7]. Ekonomski faktori integrisani u pojam održive javne nabavke, uključuju cenu proizvoda i usluga tokom njihovog životnog ciklusa. Faktori životne sredine uključuju smanjenje zagađenja životne sredine, uticaje dobara, radova i usluga na zdravlje, kvalitet vazduha, stvaranje i odlaganje opasnog materijala, kao i

minimiziranje upotrebe resursa (smanjenje sirovina, recikliranje, ponovna upotreba) u celom lancu snabdevanja. Konačno, društveni faktori uključuju prepoznavanje jednakosti i različitosti, poštovanje osnovnih standarda, obezbeđivanje pravednih uslova rada, povećanje zaposlenosti i razvoj lokalnih zajednica [6].

Large i Thomsen [8] definišu ekološku ili zelenu kupovinu kao integraciju ekoloških standarda u politike kupovine, programe i akcije. Zelena ili ekološka kupovina je funkcija nabavke u aktivnostima upravljanja lancem snabdevanja kao što su analiza životnog ciklusa i dizajn životne sredine koji olakšava recikliranje, ponovnu upotrebu i smanjenje resursa [9]. Holističku definiciju dali su Zsidosin i Siferd [10], po kojima je zelena nabavka za pojedinačno preduzeće skup politika kupovine, preduzetih radnji i uspostavljenih odnosa, formiranih kao odgovor na zabrinutost za prirodnu sredinu. Zabrinutost za prirodnu sredinu se vezuje za nabavku sirovina i uključuje izbor dobavljača, smanjenje resursa, odlaganje proizvoda. Može se videti da su definicije koje su dali Zsidosin i Siferd [10] i Large i Thomsen [8] slične, dok je ona koju daje Carter [9] zastarela, jer je sužena na tehnička pitanja kao što je reciklaža.

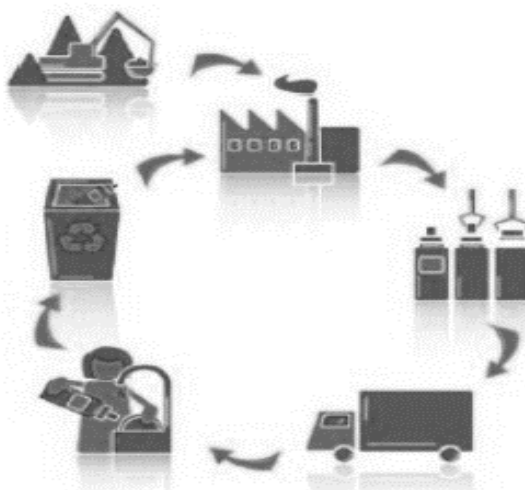
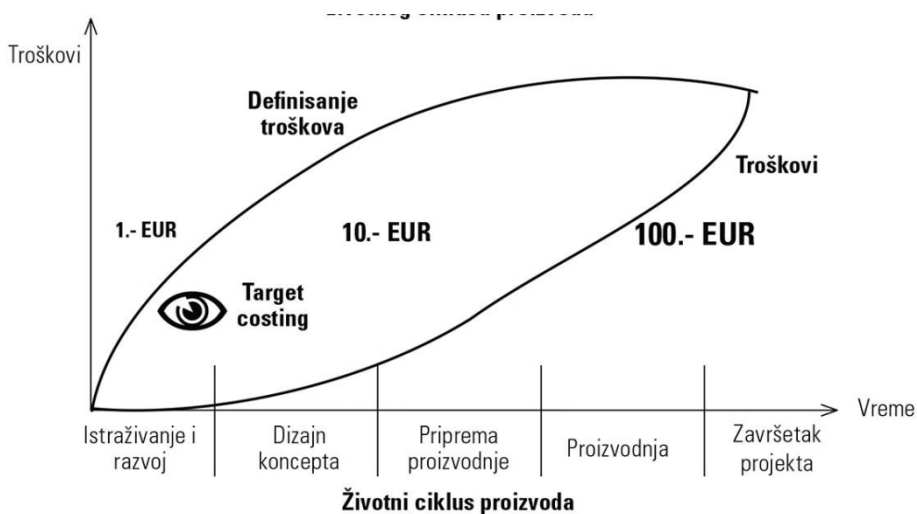
Zelene javne nabavke (ZJN) su, zbog ekonomskih ušteda i izuzetno značajnog pozitivnog potencijala na životnu sredinu, prepoznate širom sveta, i to ne samo od javnih institucija i donosilaca odluka, već i od strane poslovne zajednice. Javni sektor predstavlja najznačajnijeg „kupca” u društvu, i iz tog razloga ima i veliki uticaj kroz čitav lanac isporuke. Kako se kroz zahteve za nabavku uključuju i dodatni kriterijumi koji vode računa o uticajima koje proizvodi i usluge imaju tokom celokupnog životnog ciklusa, tako se i ponuđači trude da na te zahteve što bolje odgovore i održe svoju poziciju na tržištu. Uz to, primena zelenih javnih nabavki je u interesu celokupnog društva i doprinosi razvoju cirkularne ekonomije. Predmet zelenih javnih nabavki najčešće su: IT oprema, energija, kancelarijski materijal i papir, hemikalije i usluge čišćenja, električna oprema (frižideri, zamrzivači, klima uređaji i sl.), putnička i transportna vozila, nameštaj i javna rasveta.

Javne nabavke su odigrale vodeću ulogu kod uvođenja, promovisanja, sprovođenja i unapređenja zelene kupovine u nacionalnim i nadnacionalnim razmerama. Studija koju je pripremio Kataoka [11] daje poređenje ukupne i „zelenе” kupovne moći Ujedinjenih nacija (UN) i javnih institucija u Evropskoj uniji, Sjedinjenim Američkim Državama i Japanu. U slučaju UN, od ukupanog nivoa rashoda 30 milijardi američkih dolara (tj. direktna i indirektna potrošnja), jednu desetinu čine „poslovne mogućnosti vezane za zelene nabavke”. U EU su javne nabavke bile zabeležene na oko jedan i po bilion dolara, što čini preko 14% BDP-a. U SAD je federalna vlada potrošila oko 500 milijardi američkih dolara, a državne/lokalne vlasti su potrošile dodatnih 400 milijardi dolara za zelene nabavke. U Japanu, Nacionalna vlada i lokalne samouprave potrošile su oko 162 milijarde američkih dolara, što je predstavljalo 17,6% BDP-a. Opšte je poznato da

„ozelenjavanje” kupovine može značajno doprineti promociji, izboru i korišćenju zelenijih proizvoda i usluga, a time i poboljšati zdravlje globalnog okruženja [11].

1.1. Obračun troškova životnog ciklusa

Zelene javne nabavke postaju centralno pitanje za politiku na evropskom i nacionalnom nivou. Svest o značaju ZJN u smislu održive potrošnje i proizvodnje značajno je porasla nakon Konferencije Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju 1992. godine [12]. Kako javna potrošnja postaje sve izraženija u uslovima privrednih ciklusa, ZJN mogu pomoći u postizanju tržišno orijentisanih ciljeva postavljenih Evropskom strategijom 2020, koji podrazumevaju minimiziranje emisije CO₂ i veću energetska efikasnost.



Slika 1. Osnovne faze životnog ciklusa proizvoda i obračun troškova
Izvor: Menadžment centar Beograd [13] i European Commission [14]

Obračun troškova životnog ciklusa (engl. *life cycle costs*, LCC) je kombinacija procene investicije i obračuna troškova koja se odnosi na koncept životnog ciklusa proizvoda. U tom cilju, kontrolori pokušavaju da analiziraju troškove jednog proizvoda tokom svih faza njegovog životnog ciklusa (od razvoja do prestanka proizvodnje). To bi trebalo da dovede do preporuka za dizajn proizvoda, kao i do konačne odluke o kupovini. Cilj je da se optimizuju troškovi tokom celog životnog ciklusa proizvoda, a posebno u prvim fazama razvoja proizvoda. Jedan od alata koji se koristi kod samog dizajna proizvoda je *target costing*. *Target costing* je alat za definisanje troškova koji treba primeniti u što ranoj fazi životnog ciklusa proizvoda [13].

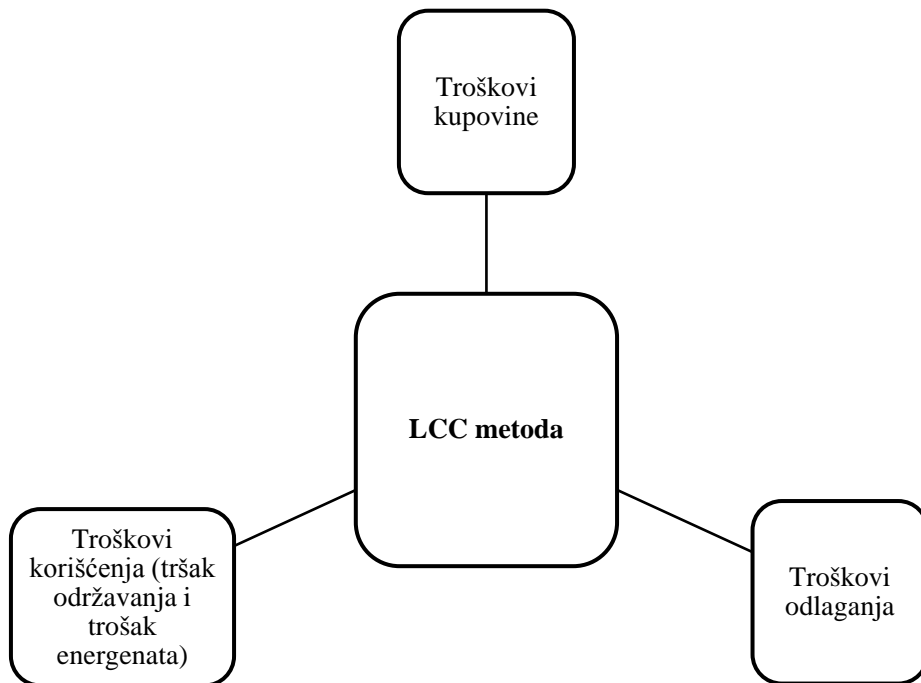
Za određene kategorije zelenih nabavki koje su najčešće predmet kupovine razvijena su merila i metodologija za izračunavanje uštede ugljen-dioksida. Na ovaj način može se izvršiti kvantifikacija pozitivnog efekta ušteda, ali i poređenje rezultata, uz primenu zelenih kriterijuma javnih nabavki i bez primene zelenih kriterijuma. Potencijalne koristi za životnu sredinu od ZJN su veće ako su zeleni kriterijumi uključeni u javne nabavke [15]. Testa i sar. [16] su istakli da opsežno poznavanje alata ZJN i visok nivo uključenosti javnih službenika povećavaju verovatnoću razvoja ZJN u praksi. Stoga se može reći da ZJN ne podrazumevaju samo uključivanje zelenih kriterijuma u proceduru kupovine, već i više od toga.

Primena obračuna troškova životnog ciklusa u javnim ugovorima može omogućiti kombinovanje ekonomskih i ekoloških dimenzija u nabavci [17], i može efikasno pomoći u određivanju najniže cene sveobuhvatnom i temeljnom procenom. Obračun troškova životnog ciklusa je alat koji procenjuje sve troškove tokom čitavog životnog ciklusa. U kontekstu održivih javnih nabavki, upotreba obračuna troškova životnog ciklusa je veoma važan element, zbog promene paradigme javnih nabavki izvan ograničenja cene robe ili usluge.

U oblasti javnih nabavki, obračun LCC mora biti različit za proizvode/radove i za usluge. Životni ciklus proizvoda ili rada obuhvata sve faze od nabavke sirovina do konačnog odlaganja: proizvodnju, transport i održavanje. Životni ciklus usluge obuhvata sve faze od njene pripreme do kraja njenog pružanja. Troškovi koje treba uzeti u obzir obuhvataju direktne novčane troškove, kao i troškove eksterne životne sredine, ako se oni mogu monetarno izraziti.

Kako bi se uzeli u obzir realni troškovi za korisnika određenog proizvoda ili usluge, primenjuje se metodologija koja obuhvata sve novčane izdatke povezane sa korišćenjem nekog proizvoda u njegovom životnom veku, počevši od trenutka kupovine. U upotrebi je čitav niz različitih LCC alata, ali tipični LCC alat obuhvata tri glavne komponente: trošak kupovine, trošak korišćenja (koji uključuje troškove održavanja i energenata) i trošak odlaganja kao što je prikazano na slici 2. Uzimajući u obzir trošak koji nastaje tokom celog životnog veka proizvoda, a ne samo cenu nabavke, dobijamo realnu sliku potrebnog finansijskog izdatka za kupovinu proizvoda. Životni vek obuhvata sve uzastopne ili međusobno povezane faze, uključujući potrebno istraživanje i razvoj,

proizvodnju, trgovinu, transport, korišćenje i održavanje tokom postojanja proizvoda ili radova ili pružanja usluge, od nabavke sirovina ili generiranja resursa do odlaganja, uklanjanja i završetka usluge ili upotrebe [18].



Slika 2. LCC alati

Izvor: prikaz autora prema [18]

Primena metodologije LCC uzima u obzir ne samo prodajnu cenu, već i procenu troškova koji nastaju pri upotrebi i posle upotrebe, tj. procenu troškova potrošnog materijala, troškova rada, uticaja na životnu sredinu i održavanje, kao i procenu svih troškova koji nastaju po prestanku upotrebe predmeta nabavki. To nisu samo operativne aktivnosti, već jasna strategija za sprovođenje politike koja podstće održivi rast ekonomskog sistema. Primena LCC u javnim nabavkama kombinuje ekonomsku i ekološku dimenziju u nabavci i efikasno pomaže u određivanju najniže cene sveobuhvatnom i temeljnom procenom [17].

1.2. Eko znak

U cilju lakšeg prepoznavanja proizvoda i usluga koji su ekološki prihvatljivi, definisane su *Eko oznake*, koje pružaju informacije o proizvodima i uslugama i njihovom uticaju na životnu sredinu. Svi proizvodi koji imaju takve oznake usklađeni su sa kriterijumima zelenih nabavki. Ova vrsta oznake ne može biti dostupna svima, već samo proizvodima koji ispunjavaju definisane standarde. Praksa pokazuje da između 20–30% proizvoda može da ispuni takve zahteve. Ovi

proizvodi su autentični jer promovišu poslovanje i delovanje koje štiti životnu sredinu [19]. Prilikom određivanja kriterijuma za Eko znak, naročito se uzimaju u obzir sledeći kriterijumi:

- najznačajniji uticaj na životnu sredinu, naročito na klimatske promene – uticaj na prirodu i biodiverzitet, potrošnju energije i korišćenje resursa, generisanje otpada, emisije, sve vrste zagađivanja kao i ispuštanje opasnih materija;
- mogućnost zamene opasnih materija manje opasnim, gde god je to tehnički izvodljivo;
- potencijal za umanjenje uticaja na životnu sredinu usled trajnosti proizvoda i mogućnosti njegove ponovne upotrebe;
- odnos između koristi po životnu sredinu i opterećenja životne sredine, uključujući i aspekte bezbednosti i zdravlja ljudi u različitim fazama životnog ciklusa proizvoda.

Ecolabel EU je nastala 1992. godine i poznata je širom Evrope i sveta. *Ecolabel EU* predstavlja izvrsnost u zaštiti životne sredine. Dodeljuje se onim proizvodima i uslugama koji imaju visoke ekološke standarde. Ovi standardi su uključeni u ceo proces kreiranja: od ekstrakcije sirovina, proizvodnje, distribucije do krajnjih korisnika. Ova oznaka podstiče organizacije da stvaraju proizvode koji imaju dug životni vek, koji se lako popravljaju i koji se mogu reciklirati.



Slika 3. EU Ecolabel
Izvor: Evropska komisija [3]

U Republici Srbiji je uspostavljen odgovarajući nacionalni Eko znak iz razloga što Srbija još uvek nije punopravna zemlja članica Evropske unije. Detalji u vezi sa postupkom i uslovima dodeljivanja Eko znaka definisani su Pravilnikom o bližim uslovima, kriterijumima i postupku za dobijanje prava na korišćenje ekološkog znaka, elementima, izgledu i načinu upotrebe ekološkog znaka za proizvode i usluge [20]. Pravilnik sadrži i konkretne kriterijume za Eko znak za 26 različitih grupa proizvoda. Kriterijumi su izrađeni po ugledu na odgovarajuće kriterijume za EU Eko znak.



Slika 4. Eko znak u Republici Srbiji
Izvor: Službeni glasnik RS [20]

Cilj Eko znaka jeste da proizvod ili usluga koja poseduje Eko znak u manjoj meri ugrožava životnu sredinu. Da bi određeni proizvod dobio ovo obeležje, on mora biti proizveden na teritoriji Republike Srbije, mora ispuniti kriterijume za dobijanje prava na korišćenje Eko znaka, koji su utvrđeni prema performansama životne sredine proizvoda, uzimajući u obzir strateške ciljeve u oblasti životne sredine, i odnosi se na celokupan životni ciklus proizvoda odnosno grupe proizvoda, u skladu sa svrhom za koju je namenjen Zakon o zaštiti životne sredine [21].

2. Regulatorni i strateški okvir zelenih javnih nabavki

2.1. Direktive Evropske unije

Od 2014. godine, nova Direktiva Evropske komisije 2014/24/EU [23] primenjuje „politiku javnih nabavki na strani potražnje” za postizanje strateških ekonomskih, društvenih i ekoloških ciljeva u EU. Međutim, elementi koncepta zelenih javnih nabavki mogu se pratiti još od 1986. godine, kada je uveden Jedinostveni evropski akt (SEA) kako bi se omogućilo postizanje ciljeva EU, uključujući i one koji se odnose na zaštitu životne sredine. *Strategija Evropske komisije 2020* identifikovala je zelene javne nabavke kao suštinski instrument, zasnovan na tržištu, za postizanje ekonomskih i ekoloških ciljeva EU [22].

Ključni propisi koji definišu oblast javnih nabavki u okviru Evropske unije su Direktive:

- Direktiva Evropskog parlamenta i Saveta 2014/24/EU od 26. februara 2014. godine o javnim nabavkama i stavljanju van snage Direktive 2004/18/EZ – odnosi se na tzv. klasični sektor javnih nabavki [23];
- Direktiva Evropskog parlamenta i Saveta 2014/25/EU od 26. februara 2014. godine o nabavkama naručilaca koji obavljaju delatnosti u oblasti vodoprivrede, energetike, saobraćaja i poštanskih usluga i stavljanju van snage Direktive 2004/17/EZ – odnosi se na tzv. poseban komunalni sektor [24];

- Direktiva Evropskog parlamenta i Saveta 2014/23/EU od 26. februara 2014. godine o dodeli ugovora o koncesiji – definiše jasna i nedvosmislena pravila za dodelu ugovora o koncesijama na nivou Evropske unije [25].

U vezi sa ZJN, sledeći odeljci navedenih direktiva su od posebnog značaja:

- Definisane zahteva ugovora: definisanje tehničkih specifikacija, opisano kroz član 42 i Prilog VII Direktive 2014/24/EU; član 60 i Prilog VIII Direktive 2014/25/EU;
- Upotreba označavanja (oznaka): uslovi za upotrebu oznaka su navedeni u članu 43 Direktive 2014/24/EU i u članu 61 Direktive 2014/25/EU;
- Najniža cena i trošak životnog ciklusa: dodela javnih ugovora na osnovu ekonomski najpovoljnije ponude data je kao deo člana 67 Direktive 2014/24 /EU i član 82 Direktive 2014/25/EU;
- Partnerstva za inovacije: kada naručilac želi da kupi robu ili usluge koje trenutno nisu dostupne na tržištu, može uspostaviti partnerstvo za inovacije sa jednim ili više partnera. Ovo omogućava istraživanje i razvoj, isprobavanje i naknadnu kupovinu novog dobra, radova ili usluga, uspostavljanjem strukturiranog partnerstva. Procedura za uspostavljanje partnerstva za inovacije data je u članu 31 Direktive 2014/24/EU;
- Konsultovanje na tržištu: Direktive o nabavkama dozvoljavaju preliminarne konsultacije sa ponuđačima radi dobijanja saveta, koji se mogu koristiti u pripremi postupka javne nabavke – član 40 Direktive 2014/24/EU.

Ostali propisi EU koji su takođe od značaja za oblast ZJN:

- Direktiva 2012/27/EU Evropskog parlamenta i Saveta od 25. oktobra 2012. godine o energetske efikasnosti [26];
- Direktiva o energetskim svojstvima zgrada (Direktiva 2010/31/EU) Evropskog parlamenta i Saveta od 19. maja 2010. godine [27];
- Direktiva 2010/30/EU Evropskog parlamenta i Saveta od 19. maja 2010. godine o označavanju potrošnje energije i drugih resursa za određene vrste proizvoda koji utiču na potrošnju energije, pomoću označavanja i standardnih informacija o proizvodu [28] i
- Uredba o EU Eko znaku EZ Br. 66/2010 Evropskog parlamenta i Saveta, od 30. 01. 2010. godine [29].

Strateški okvir Evropske unije u oblasti zelenih javnih nabavki ukratko bi se mogao definisati kroz nekoliko opštih akata:

- Evropski zeleni dogovor [30];
- Akcioni plan za cirkularnu ekonomiju [31] i
- Nacionalni akcioni planovi za zelene javne nabavke.

2.2. Zelene javne nabavke i ISO standard

Pozitivan uticaj standarda uključuje i unificiranu osnovu za globalno poslovanje i lance snabdevanja, tehničku podršku zakonodavstvu, alat za regionalne integracije, olakšan transfer dobre prakse u zemlje u razvoju i ekonomije u tranziciji. ISO standardi se razvijaju po strogim pravilima kako bi se obezbedilo da budu transparentni i fer. Negativna strana je to što takva pravila zahtevaju veliku količinu vremena za razvoj svakog pojedinačnog standarda, zbog neophodnosti postizanja konsenzusa kao i javnosti postupka. Pored standarda, ISO razvija i različita uputstva, smernice i priručnike u vezi sa standardima.

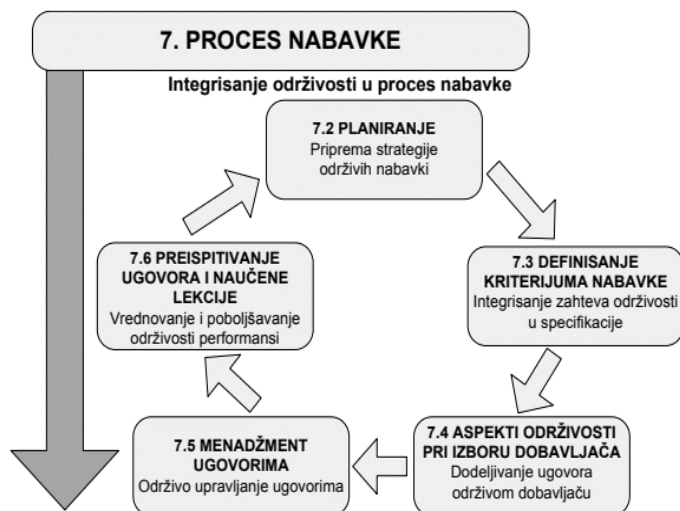
Za razvoj koncepta zelenih javnih nabavki značajni su odgovarajući ISO standardi: standard za održive nabavke ISO 20400, standard za sisteme menadžmenta upravljanja energijom ISO 50001, standard za sisteme menadžmenta upravljanja životnom sredinom ISO 14001. U ovom delu rada posebna pažnja biće posvećena sandardu za održive nabavke – ISO 20400.

SRPS ISO 20400:2018 – Održiva nabavka jedan [34] je od najnovijih srpskih standarda, usvojen na srpskom jeziku u januaru 2021. godine. Namenjen je svim organizacijama, bez obzira na njihovu delatnost, vlasničku strukturu, veličinu i lokaciju. Ispunjavanjem zahteva ovog standarda, organizacija dokazuje da se ponaša na društveno odgovoran način, odnosno da sledi uputustvo za integrisanje održivosti u nabavkama, kao što je opisano u ISO 26000:2010 (srpski standard identičan ovom međunarodnom standardu je SRPS ISO 26000:2011 [32]). Ovaj standard namenjen je svima koji su uključeni u donošenje odluka i u procese nabavke, kao i onima na koje utiču ove odluke i procesi. U standardu je dato 12 glavnih principa. Integrisanje održivosti u politiku i strategiju organizacije, organizovanje funkcije nabavke u svrhu održivosti i integrisanje održivosti u proces nabavke su posebne tačke ovog standarda, koji daje smernice za: menadžment rizikom, identifikovanje zainteresovanih strana, merenje performansi i aktivnosti izveštavanja, analize troškova i potreba za određenom robom ili uslugama, minimalni i opcioni zahtevi, izbor odgovarajuće procedure vrednovanja, izbor isporučilaca, faze upravljanja ugovorom, itd. [33]

Cilj ISO 20400 je da opiše osnovne principe održive nabavke i da obezbedi efikasan model za primenu. Standard ne uključuje zahteve za dobavljače, ali opisuje kako kupci mogu definisati kriterijume održivosti i integrisati ih u proces kupovine. Standard ISO 20400 je prvi put objavljen u aprilu 2017. godine, zatim se nadograđuje na BS 8903, britanski standard za održivu nabavku iz 2010. godine, ali usvaja osnovne principe i osnovnu terminologiju ISO 26000, međunarodnog standarda za društvenu odgovornost. Ujednačena terminologija na taj način olakšava integraciju održive nabavke (ISO 20400) u sveobuhvatno upravljanje održivošću (ISO 26000).

ISO 20400 omogućava organizacijama da sistematski razmatraju relevantne kriterijume održivosti u nabavci. Integrisanje održivosti u proces nabavke prikazano je na slici 5. Dosledna primena standarda uključuje:

1. ispunjavanje uslova za preuzimanje odgovornosti za lanac nabavke,
2. identifikovanje pravnih, finansijskih i etičkih rizika vezanih za održivost u lancu nabavke,
3. praćenje performansi održivosti dobavljača i
4. izgradnju održivih odnosa sa dobavljačima sa analizom dodatne vrednosti.



Slika 5. Integrisanje održivosti u proces nabavke

Izvor: ISO 20400:2017 [34]

ISO 14001 se odnosi na upravljanje životnom sredinom, što znači da organizacija mora da smanji negativne uticaje na životnu sredinu svojim aktivnostima i postigne kontinuirano poboljšanje performansi koje se odnose na zaštitu životne sredine. Sistem upravljanja zaštitom životne sredine ISO 14001 je upravljački alat koji omogućava organizaciji bilo koje veličine da: identifikuje i kontroliše uticaj svojih aktivnosti, proizvoda i usluga na životnu sredinu; poboljša odnos prema životnoj sredini; implementira sistematski pristup kojim će postizati ciljeve koji se odnose na zaštitu životne sredine. Primena sistema upravljanja zaštitom životne sredine može se odnositi na čitavu kompaniju, jedan ogranak ili na samo jedan radni proces. Osnovni razlozi koji dovode do izražene potrebe za uvođenjem sistema zaštite životne sredine ISO 14001 su: neprestano zagađivanje životne sredine, strah od potpunog iscrpljenja prirodnih resursa, nedostatak organizovanog i sistematskog praćenja posledica zagađenja, povećana zainteresovanost javnog mnjenja za očuvanje životne sredine, zakonska rešenja, posebni uslovi rada u ugroženim oblastima [35].

ISO 50001 – Standard za sistem menadžmenta energijom, obezbeđuje organizacijama racionalno upravljanje energijom i niže troškove poslovanja. Kroz okvir sistema upravljanja energijom, uspostavlja se program uštede energije kojim se ostvaruje energetska efikasnost i konkurentnije poslovanje. ISO 50001 standard pruža mogućnost organizacijama i kompanijama sa tehničkim i menadžment strategijama da povećaju energetska efikasnost, smanje troškove i umanje negativan uticaj na životnu sredinu. Iako je namenjen industriji, standard se može primeniti na bilo koju vrstu organizacije koja želi efektivno da upravlja upotrebom energije i njenom efikasnošću. Standard ISO 50001 je kompatibilan sa svim standardima iz oblasti sistema menadžmenta koje je objavio ISO i može se primeniti u svim organizacijama bez obzira na veličinu i delatnost [36].

2.3. Zakon o javnim nabavkama Republike Srbije i povezani propisi

Zakonom o javnim nabavkama [37] je propisano da je na naručiocu da proceni, u zavisnosti od predmeta nabavke, da li će da dodeli ugovor ekonomski najpovoljnijoj ponudi samo na osnovu cene ili troškova (trošak životnog ciklusa) ili odonosa cene i kvaliteta, odnosno troška i kvaliteta (član 132 Zakona o javnim nabavkama). Sa druge strane, ukoliko naručilac odluči da sprovede zelenu javnu nabavku za konkretan predmet nabavke, zakon propisuje koji elementi konkursne dokumentacije mogu da sadrže ekološke elemente (tehnička specifikacija, korišćenje oznaka, dostavljanje izveštaja o testiranju, sertifikati, kvalitativni uslovi/uslovi učestvovanja, kriterijum za dodelu ugovora – trošak životnog ciklusa). Uz to, Zakon o javnim nabavkama uređuje poslove i oblik organizovanja Kancelarije za javne nabavke, nadležnost, i druga pitanja u vezi sa delokrugom rada Republičke komisije za zaštitu prava u postupcima javnih nabavki. Ovaj zakon je u potpunosti usklađen sa direktivama Evropske unije koje regulišu oblasti javnih nabavki. U cilju ostvarivanja svrhe Zakona i uspešnog funkcionisanja sistema javnih nabavki, propisana su sledeća načela:

- načelo ekonomičnosti i efikasnosti,
- načelo obezbeđivanja konkurencije i zabrane diskriminacije,
- načelo transparentnosti postupka javne nabavke,
- načelo jednakosti privrednih subjekata i
- načelo proporcionalnosti.

Kada je reč o zelenim javnim nabavkama, Zakonom o javnim nabavkama [38] u članu 13 je deklarativno propisano načelo zaštite životne sredine i obezbeđivanja energetske efikasnosti. Navedenim članom Zakona bila je propisana obaveza naručioca da nabavlja dobra, usluge i radove koji ne zagađuju, odnosno koji minimalno utiču na životnu sredinu i koji obezbeđuju adekvatno smanjenje potrošnje energije (energetska efikasnost) i da, kada je to opravdano, kao element kriterijuma ekonomski najpovoljnije ponude, odredi ekološke prednosti predmeta javne nabavke, energetska efikasnost, odnosno ukupne

troškove životnog ciklusa predmeta javne nabavke. Kao jedan od obaveznih uslova za učestvovanje u postupku javne nabavke, svaki ponuđač morao je da dokaže da nije osuđivan za krivična dela protiv privrede, životne sredine, primanja ili davanja mita, prevare. Članom 76 Zakona, bila je propisana mogućnost da naručilac može da odredi i druge dodatne uslove za učešće u postupku javne nabavke, posebno ukoliko se odnose na socijalna i ekološka pitanja.

Još jedan zakon čije se odredbe u određenoj meri odnose na zelene nabavke jeste Zakon o javno-privatnom partnerstvu i koncesijama [39]. Ovim zakonom se uređuju uslovi i način izrade, predlaganja i odobravanja projekata javno-privatnog partnerstva (JPP), kao i uslovi i način davanja koncesije. Na javno-privatna partnerstva koja se sprovode u skladu sa posebnim pravilima postupka međunarodnih organizacija, primenjuju se odredbe ovog zakona. Prevashodna oblast regulisanja zakona jesu uslovi i način davanja koncesije, pri čemu je postupak izbora privatnog partnera postupak javne nabavke, u skladu sa Zakonom o javnim nabavkama ili postupak davanja koncesije u skladu sa tim. Kada je reč o odredbama ovog zakona koje se tiču zelenih nabavki, najpre treba istaći član 6, stav 8. Zakona o javno-privatnom partnerstvu i koncesijama, kojim je propisana *zaštita životne sredine* koja obuhvata načela kao što su: načelo integralnosti, načelo prevencije i predostrožnosti, načelo očuvanja prirodnih vrednosti, održivog razvoja, načelo odgovornosti zagađivača i dr.

Članom 27 propisana je sadržina predloga projekta za JPP, te je u stavu 1, tački 7 propisano da predlog treba da sadrži: „zahteve u oblasti zaštite životne sredine, u pogledu uslova rada, bezbednosti i zaštite zdravlja i sigurnosti zaposlenih koje angažuje privatni partner.” Kao primer, u Srbiji se često sprovode projekti JPP za zamenu javne rasvete energetski efikasnom rasvetom. U skladu sa članom 29 Zakona o javno-privatnom partnerstvu i koncesijama, prilikom pokretanja postupka za realizaciju projekta javno-privatnog partnerstva sa elementima koncesije, javno telo, pre sačinjavanja predloga za donošenje koncesionog akta, imenuje stručni tim za izradu konkursne dokumentacije koji vrši procenu vrednosti koncesije, izrađuje studiju opravdanosti davanja koncesije i preduzimanje svih ostalih radnji koje prethode postupku davanja koncesije u skladu sa odredbama ovog zakona i posebnih propisa kojima se bliže uređuje oblast iz koje je predmet koncesije. Na osnovu ekonomskih, finansijskih, socijalnih i drugih pokazatelja i procene uticaja koncesione delatnosti na životnu sredinu, nadležno javno telo priprema predlog za donošenje koncesionog akta. Takav predlog obavezno sadrži i podatke o uticaju koncesione delatnosti na životnu sredinu.

Potpuna primena propisa (zakona i podzakonskih akata) nije moguća bez donošenja odgovarajućih strateških dokumenata. Shodno tome, pojedini strateški dokumenti su relevantni i za primenu propisa iz oblasti zelenih javnih nabavki. U najvažnije strateške dokumente spadaju:

- Program razvoja javnih nabavki u Republici Srbiji za period 2019–2023. godine („Službeni glasnik Republike Srbije” broj 82/2019) [40];
- Akcioni plan za 2021. godinu za sprovođenje programa razvoja javnih nabavki u Republici Srbiji za period 2019–2023. godine („Službeni glasnik Republike Srbije” broj 46/2021) [41];
- Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine, „Sl. glasnik RS”, broj 101/2015 [42] i
- Program razvoja cirkularne ekonomije u republici Srbiji za period 2022–2024. godine (Ministarstvo zaštite životne sredine) [43].

Jedan od posebnih strateških ciljeva Programa razvoja jeste i promovisanje i podsticanje ekološkog i socijalnog aspekta u javnim nabavkama i inovacijama.

3. Rezultati istraživanja: primeri dobre prakse

3.1. Primer zelene javne nabavke u Hrvatskoj

Kao jedan od primera dobre prakse prikazaćemo razvoj i primenu zelenih javnih nabavki u Hrvatskoj u periodu od 2016. do 2021. godine. Navedeni podaci dostupni su u statističkim izveštajima Ministarstva ekonomije i održivog razvoja Republike Hrvatske. Tokom 2020. godine, u Hrvatskoj je zaključeno 1.448 ugovora u kojima su korišćeni kriterijumi zelenih javnih nabavki, dok su sektorski naručiocu zaključili 204 ugovora. Iz tabele 2 se vidi da je učešće javnih nabavki u ovoj zemlji u posmatranom periodu u rasponu 12–16% bruto domaćeg proizvoda, što odgovara evropskom proseku. Prema ovome, može se reći da zeleni proizvodi i usluge mogu imati veliki uticaj na održivost i budućnost poslovanja.

Tabela 2. Prikaz javnih i zelenih javnih nabavki u Hrvatskoj

Godina	Ukupan iznos javnih nabavki u BDP	Udeo javnih nabavki u BDP (%)	Ukupan iznos zelenih javnih nabavki (kn)	Učešće zelenih javnih nabavki u javnim nabavkama (%)	Broj zaključenih ugovora JN	Broj zaključenih ugovora ZJN
2016	44.822.736,346	12,76%	182.730,827	0,40%	13.838	65
2017	40.451.227,766	11,00%	2.577.219,451	6,37%	11.408	164
2018	46.633.118,036	12,10%	1.437.968,211	3,08%	18.112	541
2019	54.105.927,158	13,44%	4.248.846,794	7,85%	24.354	1731
2020	58.867.283,775	15,84%	6.143.794,529	10,43%	22.947	1692
2021	57.234.416,871	16,06%	5.673.179,818	10,15%	27.253	2492

Izvor: ZEJN [44]

U Hrvatskoj je primenjena metodologija koja koristi različite kriterijume po oblastima, na osnovu kojih se javna nabavka smatra zelenom. Ti kriterijumi su usklađeni sa onima koji su razvijeni od strane Evropske komisije i ažuriraju se u

skladu sa promenama na tržištu i promenama evropskog zakonodavstva. Kriterijumi su osmišljeni i formulisani tako da naručioci mogu da ih direktno preuzmu uz konkursnu dokumentaciju za svoje nabavke. Takođe, kriterijumi sadrže i informacije o metodama provere. Kriterijumi za svaku oblast nabavki imaju dva nivoa:

- Osnovni kriterijumi obuhvataju osnovne faktore u vezi sa zaštitom životne sredine, pa se njihova primena pozitivno odražava na zaštitu životne sredine. Osnovni kriterijumi primenjivi su za sve naručioce u državama članicama Evropske unije, a izrađeni su na način da ne prouzrokuju povećanje troškova nabavke i
- Sveobuhvatni kriterijumi su namenjeni naručiocima koji nastoje da nabave ekološki najbolje i najnaprednije proizvode dostupne na tržištu. Primena sveobuhvatnih kriterijuma iziskuje veće troškove i angažovanje stručnih službi naručioca.

Prema izveštajima o javnim nabavkama u Hrvatskoj za period od 2016. godine do 2021. godine, broj ugovora i ukupna vrednost zaključenih ugovora u kojima su korišćeni zeleni kriterijumi javnih nabavki, prikazan je u tabeli 2. Tokom analiziranog perioda primetan je pozitivan trend, što ukazuje na to da javne nabavke sve intenzivnije poprimaju karakter zelenih. Može se zaključiti da je donošenje Nacionalnog akcionog plana za zelene javne nabavke, ali i sprovođenje promotivnih aktivnosti doprinelo tome da se vremenom povećava broj i vrednost zelenih javnih nabavki. Međutim, ovaj udeo je i dalje ispod 10%, što zapravo predstavlja malo relativno učešće.

3.1.1. Model za izračunavanje pozitivnog efekta rekonstrukcije javne rasvete uz primenu zelenih kriterijuma javnih nabavki

Da bi se omogućilo nesmetano funkcionisanje javne rasvete, potrebna je struja, za čiju se proizvodnju uglavnom koriste fosilna goriva, a posledica toga je emisija gasova sa efektom staklene bašte. U takvim okolnostima se može reći da je javna rasveta izvor zagađenja. U cilju smanjenja potrošnje električne energije i prateće emisije gasova sa efektom staklene bašte, kriterijumi zelene javne nabavke podstiču energetske efikasno osvetljenje, uz manju potrošnju električne energije i korišćenje električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora. Efikasno osvetljenje, u kome se koriste dugotrajna rasvetna tela, doprinosi zaštiti životne sredine u celini. Evropska komisija razvila je kriterijume zelene javne nabavke za osvetljenje puteva, koji obuhvataju fiksne instalacije osvetljenja dizajnirane da obezbede dobru vidljivost u mraku za korisnike javnih saobraćajnih površina radi bezbednosti i protoka saobraćaja i javne bezbednosti. Ulična rasveta čini veliki deo spoljne javne rasvete u naseljima.

Kriterijumi zelenih javnih nabavki ne obuhvataju instalacije osvetljenja za tunele, naplatne stanice, kanale i brodske prevodnice, parkinge, poslovne ili

industrijske prostore, sportske objekte, spomenike i fasade zgrada. Postoje dva pristupa za izračunavanje ušteda emisije CO₂: jednostavni pristup i detaljni pristup. Jednostavni pristup predstavlja model izračunavanja uštede CO₂ koji se koristi kada je poznata nabavna vrednost LED rasvetnih tela (lampe/sijalice). Nabavna vrednost upisana u model ne uključuje cene energetskog pregleda, cene usluga projektovanja i/ili građevinskih radova za nove stubove rasvete i druge troškove. Na primer: u sklopu radova na modernizaciji putne rasvete u naselju, javni naručilac nabavlja, između ostalog, rasvetna tela (LED lampe) u vrednosti od 145.000,00 kn (bez PDV-a). U javnim nabavkama korišćeni su zeleni standardi javnih nabavki. Sa datim podacima o budžetu, model izračunava međurezultate, a zatim i konačni, izlazni rezultat. Konačan rezultat je ušteda ili izbegnuta emisija CO₂ kupovinom ili korišćenjem energetski efikasnih LED rasvetnih tela u putnoj rasveti naselja.

Tabela 3. Jednostavni pristup za obračun uštede emisije CO₂

JAVNA RASVETA			
		Jedinica	Iznos
Podaci koji se unose:	Nabavna vrednost LED rasvete (lampe) (bez PDV) (1)	kn	145.000,00
Proračunski podaci:	Jedinična cena LED lampe	kn	1.950,00
	Radni sati (godina) osvetljenja – prvi nivo osvetljenja	godina	25
	Radni sati (godina) osvetljenja – drugi nivo osvetljenja	h / god	2.000
	Specifični faktor emisije CO ₂ za Republiku Hrvatsku (2)	h / god	2.000
	Snaga rasvetnih tela bez primene ZJN (2)	kg CO ₂ / kWh	0,234
	Snaga LED rasvetnih tela uz upotrebu ZJN – prvi nivo osvetljenja (3)	W	110
	Snaga LED rasvetnih tela uz upotrebu ZJN – drugi nivo osvetljenja (3)	W	100
		W	50
Izlazni rezultati:	Ušteda emisije CO ₂	t CO ₂ / god	2,44
	Ušteda emisije CO ₂ za ceo životni vek	t CO ₂	60,90

Izvor: ZEJN [44]

Nabavkom LED rasvetnih tela (lampi) u vrednosti od 145.000,00 kuna (bez PDV-a) uz primenu zelenih kriterijuma javne nabavke, izbegnuta je emisija od 2,44 t CO₂ godišnje. Model detaljnog pristupa predstavlja detaljniji oblik proračuna uštede CO₂. Ovaj model koristi se kada su dostupni podaci o broju LED

rasvetnih tela koja se nabavljaju uz primenu kriterijuma zelene javne nabavke i (planiranih) sati rada javne rasvete puteva. Na primer, javni naručilac nabavlja 30 LED lampi snage 110W, koja ispunjavaju kriterijume zelene javne nabavke. Planirano je da javna rasveta radi 2.000 sati godišnje pri osvetljenju od 100W i 2.000 sati godišnje pri nivou osvetljenja od 50W. Uslov nabavke je životni vek LED rasvetnih tela od najmanje 20.000 sati.

Tabela 4. Detaljni pristup za obračun uštede emisije CO₂

JAVNA RASVETA			
		Jedinica	Iznos
Podaci koji se unose:	Broj LED rasvetnih tela (lampi) za kupovinu	kom.	30
	Vek trajanja LED rasvete (lampe)	godina	5
	Radni sati (godina) osvetljenja – prvi stepen osvetljenja	h / god	2.000
	Radni sati (godina) osvetljenja – drugi stepen osvetljenja	h / god	2.000
Proračunski podaci:	Specifični faktor emisije CO ₂ za Republiku Hrvatsku	kg CO ₂ / kWh	0,234
	Snaga rasvetnih tela bez primene ZJN	W	110
	Snaga LED rasvetnih tela uz upotrebu ZJN – prvi nivo osvetljenja	W	100
	Snaga LED rasvetnih tela uz upotrebu ZJN – drugi nivo osvetljenja	W	50
Izlazni rezultati:	Ušteda emisije CO ₂	t CO ₂ / god	0,98
	Ušteda emisije CO ₂ za celi životni vek	t CO ₂	4,91

Izvor: ZEJN [44]

Primenom ovog modela dobijaju se međurezultati, a zatim i konačni, izlazni rezultat. Konačan rezultat pokazuje izbegnutu emisiju CO₂ nabavkom LED rasvete koja ispunjava kriterijume zelene javne nabavke. Nabavkom 30 LED rasvetnih tela (lampi) sa minimalnim životnim vekom od 20.000 sati i sa planiranim režimom osvetljenja od 2.000 sati godišnje, pri nivou osvetljenja od 100W i 2.000 sati godišnje i pri nivou osvetljenja od 50W, izbegnuta je emisija 0,98 tona CO₂ godišnje. Uzimajući u obzir ceo životni vek LED sijalica, izbegnuta je emisija od ukupno 4,91 t CO₂.

3.1.2. Model nabavke električnih automobila od strane Hrvatske elektroprivrede HEP d.d.

Osnovni ciljevi ovog modela su: smanjenje emisije CO₂ kroz nabavku inovativnih električnih vozila, niži porezi za ekološka vozila, poboljšanje društvene odgovornosti kompanije. Postupak javnih nabavki odnosi se na nabavku

električnih vozila od strane HEP d.d. Tom prilikom je nabavljeno 20 vozila da bi se obnovio vozni park. Postupak je organizovan kroz tri kategorije:

- kategorija 1: električna vozila niže klase (11 kom.),
- kategorija 2: električna vozila niže srednje klase (5 kom.) i
- kategorija 3: kargo električna vozila (4 kom.).

Trajanje ugovora je bilo 12 meseci, a ukupna vrednost je iznosila oko 625.000,00 evra (bez PDV-a).

Kao osnovni kriterijum za korišćenje električnih vozila navedeno je korišćenje alternativne tehnologije i poboljšanje održivosti potrošnje energije u državnim preduzećima, kao i podizanje društvene odgovornosti. Uštede u energiji su izračunate na osnovu GPP2020 metodologije za životni vek od 5 godina.

Tabela 5. Obračun ušteta kod nabavke električnih automobila

	CO₂ emisije (t CO₂/životni vek)	Potrošnja energije (toe/životni vek)
Niskouglično rešenje	nula t CO ₂ /životni vek	43 toe/životni vek
Standardni proizvod (<i>benchmark</i>)	379 t CO ₂ /životni vek	142 toe/životni vek
Uštede	379 t CO ₂ /životni vek	99 toe/životni vek

Izvor: ZEJN [45]

Proračun prikazan u tabeli 5 dobijen je na bazi sledećih pretpostavki: nova vozila troše 0 l/km i između 24.000 i 27.000 kWh, te emituju nula grama CO₂/km u svom životnom veku (samo direktne emisije su uključene u proračune). Najlošija opcija vozila koja je dostupna na tržištu troši između 5,0 i 7,1 l/km i emituje između 108 i 149 g CO₂/km. Predviđena kilometraža za svako vozilo je 150.000 km u životnom veku. Definišući karakteristike kojima klasična vozila zamenjujemo električnim moguće je postići znatno smanjenje potrošnje prvenstveno kroz snagu motora, a posledično i CO₂ emisije. S obzirom da konkurentnost nije bila ugrožena, u budućnosti se očekuju još ambiciozniji zahtevi lokalnih samouprava za zelenom energijom, tako da će zeleni kriterijumi biti sastavni deo kriterijuma tokom javnih nabavki i tehničkih specifikacija.

3.2. Primer zelene javne nabavke u Republici Srbiji

Istraživanje koje je sprovedeno u toku 2021. godine [47], a kojim je, osim građana Republike Srbije, obuhvaćeno i 250 ponuđača (odnosno preduzeća koja su imala iskustva sa javnim nabavkama u poslednje tri godine) i 155 naručilaca (odnosno institucija iz javnog sektora koje su u poslednje tri godine učestvovala u javnim nabavkama), ispitivalo je njihovu upoznatost i spremnost za primenu zelenih kriterijuma. Prema rezultatima istraživanja, većina ponuđača je upoznata sa zelenim kriterijumom – u velikoj meri (18%) delimično (42%) ili malo (25%), dok mali procenat naručilaca koji su barem malo upoznati sa zelenim

kriterijumima primenjuje ovaj kriterijum uvek (5%), često (15%) ili ponekad (14%), a čak 32% njih ne primenjuje zeleni kriterijum nikad [47].

Iako se, prema navedenom, dolazi do mišljenja da u Republici Srbiji ne postoje značajni naponi i pomaci u sprovođenju postupaka zelenih javnih nabavki, primeri dobre prakse ipak postoje. Specijalna bolnica „Mercur” iz Vrnjačke Banje raspisala je javnu nabavku za: materijal za održavanje čistoće, papirnu konfekciju, četke i krpe, kese i folije, sredstva za mašinsko pranje veša u profesionalnim mašinama i sredstva za mašinsko pranje posuđa u profesionalnim mašinama. Osim uslova propisanih Zakonom o javnim nabavkama, u okviru obaveznih uslova za učešće u postupku javne nabavke, od ponuđača je zahtevano da dostave i dokumentaciju kojom se dokazuje ispunjenost uslova vezanih za zaštitu životne sredine, za svaku partiju posebno [48]. Pregled obaveznih uslova po partijama dat je u tabeli 6 u nastavku.

Tabela 6. Obavezni uslovi javne nabavke Specijalne bolnice „Mercur” Vrnjačka Banja

Broj partije	Obavezni uslovi
Partija 1: materijal za održavanje čistoće	Rešenje o upisu u privremenu listu biocidnih proizvoda na osnovu Zakona o biocidnim proizvodima („Službeni glasnik Republike Srbije” broj 36/2009, 88/2010, 92/2011 i 25/2015) Katalog overen od strane nosioca rešenja o upisu u listu biocidnih proizvoda iz koga se mogu videti sva tražena svojstva ponuđenog proizvoda Izveštaj o dermatološkoj ispravnosti proizvoda Izveštaj o ispitivanju mikrobiološke efikasnosti proizvoda prema EN 1500, EN 12791, EN 1040 (ili odgovarajuće) izdat od strane laboratorije
Partija 2: papirna konfekcija	Izveštaj akreditovane laboratorije o gramaturi papira u gotovom proizvodu
Partija 3: četke i krpe	Izveštaj o ispitivanju postojanosti proizvoda na dejstvo hemikalija i dezinficijensa izdate od strane nadležnog tela
Partija 4: kese i folije	Potvrda o biorazgradivosti kesa izdata od strane akreditovane laboratorije
Partija 5: sredstva za mašinsko pranje veša u profesionalnim mašinama	Proizvođačke specifikacije i MSDS liste (bezbednosne liste) na srpskom jeziku u skladu sa važećim Zakonom o hemikalijama Republike Srbije („Službeni glasnik Republike Srbije” broj 36/2009, 88/2010, 92/2011, 93/2012 i 25/2015) i Pravilnikom o sadržaju bezbednosnog lista („Službeni glasnik Republike Srbije” broj 100/2011) Dokaz o upisu u spisak procesa dezinfekcionog pranja proizvođača sredstava izdat od strane akreditovanog tela Dokaz o izvršenom ispitivanju zdravstvene ispravnosti ponuđenih sredstava, izdat od strane nadležne ustanove; Bezbednosne i tehničke liste za ponuđena sredstva i kopije etiketa proizvoda (deklaracije)

Izvor: NALED [48]

U prikazanom primeru, naručilac je uveo zelene kriterijume u postupak javne nabavke kroz predviđanje obaveznih uslova za učešće u javnoj nabavci, koji

podrazumevaju dostavljanje dokaza o implementaciji odgovarajućih praksi i propisa u vezi sa zaštitom životne sredine.

Zaključna razmatranja i preporuke za jačanje kapaciteta poslovne zajednice

Zelene javne nabavke podrazumevaju primenu ekoloških kriterijuma, koji imaju cilj da se tokom sprovođenja postupka javne nabavke, bilo da se radi o nabavkama dobara, bilo usluga ili radova, smanji negativni uticaj na životnu sredinu. Primena kriterijuma kao što su trošak životnog ciklusa ili sastav i kvalitet upotrebljenog materijala, omogućava da javna nabavka doprinese održivom razvoju i racionalnijem korišćenju prirodnih resursa. Zelene javne nabavke predstavljaju proces u kojem javni sektor ili naručioci nastoje da nabave dobra, usluge i radove sa smanjenim uticajem na životnu sredinu kroz njihov životni ciklus, u odnosu na dobra, usluge i radove koji bi inače bili nabavljeni i imaju istu primarnu funkciju. Cirkularna javna nabavka je proces u kojem naručioci kupuju radove, proizvode ili usluge koji doprinose da se zatvori proces potrošnje energije i materijala kroz lanac snabdevanja, i da se pri tom minimizira negativni uticaj na životnu sredinu i stvaranje otpada. Proizvodi koji imaju najveći potencijal za dostizanje cirkularnosti pri odabiru javnih nabavki su oni koji imaju prosečnu kompleksnost i prosečan tehnički životni vek. Što je veća kompleksnost proizvoda, to je teža ponovna upotreba materijala i komponenti. S druge strane, što je duži tehnički životni vek proizvoda, teže je obezbediti cirkularnost na kraju životnog veka. Neki od cirkularnih kriterijuma koji se mogu naći u konkursnoj dokumentaciji su: reciklaža materijala, naknadna ugradnja/prerada, ponovna upotreba, servis i popravka, model dugačkog životnog veka, multifunkcionalnost, pametni proizvod, korišćenje hemikalija koje nisu toksične, itd.

Primena metodologije LCC (engl. *life cycle costing*) je od presudne važnosti za troškove životnog ciklusa proizvoda. Ona ne uzima u obzir samo prodajnu cenu, već i procenu troškova koji nastaju pri upotrebi i posle upotrebe, tj. procenu troškova potrošnog materijala, rada, uticaja na životnu sredinu i održavanje, kao i procene svih troškova koji nastaju po prestanku upotrebe predmeta nabavke.

Prema Godišnjem izveštaju Uprave za javne nabavke u Republici Srbiji [45], učešće javnih nabavki u bruto domaćem proizvodu iznosi 8–10%. U 2021. godini naručioci su u 650 postupaka primenili ekološke aspekte (u okviru tehničke specifikacije, kriterijuma za dodelu ugovora ili posebnih uslova za izvršenje ugovora). Međutim, ovo je još uvek mali broj postupaka, s obzirom na to da je u 2021. zaključeno 182.998 ugovora. Oblasti u kojima je posebno važna i poželjna primena zelenih javnih nabavki su: izgradnja javne infrastrukture, upravljanje otpadom, energetika, komunalne usluge (grejanje, vodovod). U praksi su najčešći predmeti nabavki sa integrisanim ekološkim aspektima: nabavka vozila, nabavka

kancelarijskog materijala, računarska oprema, laboratorijski materijali, rasveta, građevinski materijal, usluge čišćenja i hemijska sredstva.

Na kraju, imajući u vidu teorijska razmatranja, stanje i perspektive razvoja, mogu se dati preporuke za jačanje kapaciteta poslovne zajednice primenom principa cirkularnosti i zelenih javnih nabavki:

- ✓ *Započnite sa održivim nabavkama uvođenjem minimalnih obaveznih kriterijuma zelenih javnih nabavki;*
- ✓ *Potreban je dijalog sa javnim sektorom i tržištem, umrežavanje sa dobavljačima i učesnicima u cilju razvoja cirkularnih poslovnih rešenja koja omogućavaju održivu proizvodnju i potrošnju;*
- ✓ *Istražite primere dobre prakse i inovativne pristupe monitoringa koji treba da bude usmeren na ostvarivanje pozitivnih rezultata za citavo društvo;*
- ✓ *Ne razmišljajte o otpadu, nego o proizvodu, o tome kako je dizajniran, koliko je reciklabilan, kako je proizveden i koliko je prijateljski po okolinu.*

Literatura

- [1] European Commission, "Public procurement for a better environment", COM (2008) 400. [Online], 2008. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008DC0400>.
- [2] M. Bouwer, K. De Jong, M. Jonk, T. Berman, R. Bersani, H. Lusser, A. Nissinen, K. Parikka, P. Szuppinger, "Green Public Procurement in Europe 2005—Status Overview". Virage Milieu and Management bv, Haarlem, The Netherlands. [Online], 2006. Available:
- [3] http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/Stateofplaysurvey2005_en.pdf
- [4] European Commission, "Europe 2020 – A Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth", [Online], 2010. Available:
- [5] <https://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20EN%20BARROSO%20%202007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf>
- [6] Defra, "Procuring the Future. Sustainable National Action Plan: Recommendations from the Sustainable Procurement Task Force". Department for Environment, Food and Rural Affairs. London, [Online], 2006. Available: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69417/pb11710-procuring-the-future-060607.pdf
- [7] United Nations, *Sustainable Procurement: Buying for a Better World*. In The United Nations Sustainable Procurement Guide – Resource Book of the UN Sustainable Procurement Training. Geneva: United Nations, 2008.
- [8] R. Roos, "Sustainable Public Procurement: Briefing Note", [Online], 2012. Available:http://www.nachhaltige-beschaffung.ch/pdf/Sustainable_Public_Procurement_spp_briefing_note_UNEP_en_2012-02-06.pdf
- [9] EEA, "Environmental indicator report 2012 – Ecosystem resilience and resource efficiency in a green economy in Europe". Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2012.
- [10] R.O. Large, C.G. Thomsen, "Drivers of green supply management performance: evidence from Germany", *J. Purch. Supply Manag.*, vol. 17, No 3, pp. 176-184, 2011.

- [11] C.R. Carter, J.R. Carter, "Interorganizational determinants of environmental purchasing: initial evidence from the consumer products industries". *Decis. Sci.*, vol. 29, no. 3, pp. 659-669, 1998.
- [12] G.A. Zsidisin, S.P. Siferd, "Environmental purchasing: a framework for theory development", *Eur. J. Purch. Supply Manag.*, vol. 7, No 1, 61-73, 2001.
- [13] A. Kataoka, "IGPN and green purchasing activities on a global level", [Online], 2006. Available:
- [14] <http://www.igpn.org/workshop/singapore/pdf/IGPN%20Kataoka.pdf>
- [15] J. Gormly, "What are the challenges to sustainable procurement in commercial semi-state bodies in Ireland?", *Journal of Public Procurement*, vol. 14, No 3, pp. 395-445, 2014.
- [16] Menadžment Centar Beograd. *LCC Life Cycle Costs (troškovi životnog ciklusa)*. [Online]. Available: <http://mcb.rs/recnik/lcc-life-cycle-costs-troskovi-zivotnog-ciklusa/>
- [17] European Commission. *About the EU Ecolabel*. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/environment/ecolabel/the-ecolabel-scheme.html>
- [18] K. Parikka-Alhola, "Promoting environmentally sound furniture by green public procurement", *Ecological Economics*, vol. 68, No 1, pp. 472-485, 2008.
- [19] F. Testa et al., "Drawbacks and opportunities of green public procurement: an effective tool for sustainable production", *J. Clean. Prod.*, vol. 112, Part 3, pp. 1893-1900, 20 January 2016.
- [20] D. Hunkeler, G. Rebitzer, "Life cycle costing: Paving the road to sustainable development?" *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 8, pp. 109-110, 2003.
- [21] ZEJN, *Trošak životnoga vijeka (LCC alati)*, [Online]. Available: <https://zelenanabava.hr/trosak-zivotnoga-vijeka-lcc-alati>
- [22] M. Alberg, Mosgaard, "Improving the practices of green procurement of minor items", *Journal of Cleaner Production*, 2015.
- [23] *Pravilnik o bližim uslovima, kriterijumima i postupku za dobijanje prava na korišćenje ekološkog znaka, elementima, izgledu i načinu upotrebe ekološkog znaka za proizvode i usluge*, „Sl. Glasnik RS”, br. 49/2016, 2016.
- [24] *Zakon o zaštiti životne sredine*, „Službeni glasnik RS”, broj 135/04.
- [25] K. Pouikli, "Towards mandatory Green Public Procurement (GPP) requirements under the EU Green Deal: reconsidering the role of public procurement as an environmental policy tool", *ERA Forum*, 21, pp. 699-721, 2021. <https://doi.org/10.1007/s12027-020-00635-5>
- [26] *Direktiva Evropskog parlamenta i Saveta 2014/24/EU*, 26. februar 2014.
- [27] *Direktiva Evropskog parlamenta i Saveta 2014/25/EU*, 26. februar 2014.
- [28] *Direktiva Evropskog parlamenta i Saveta 2014/23/EU*, 26. februar 2014.
- [29] *Direktiva 2012/27/EU Evropskog parlamenta i Saveta*, 25. oktobar 2012.
- [30] *Direktiva 2010/31/EU o energetskeim svojstvima zgrada Evropskog parlamenta i Saveta*, 19. maj 2010.
- [31] *Direktiva 2010/30/EU Evropskog parlamenta i Saveta*, 19. maj 2010.
- [32] *Uredba o EU Eko-znaku EZ Br. 66/2010 Evropskog parlamenta i Saveta*, 30. Januar 2010.
- [33] European Commission, "The European Green Deal", COM(2019) 640. Brussels, 11.12.2019.

- [34] European Commission, "A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe", COM(2020) 98, Brussels, 11.3.2020.
- [35] Uputstvo o društvenoj odgovornosti, SRPS ISO 26000:2011. 21. 4. 2011. [Online]. Available: https://iss.rs/sr_Cyrl/project/show/iss:proj:34312
- [36] Institut za standardizaciju Srbije, *Uputstvo za održive nabavke*, [Online]. Available: https://iss.rs/sr_Latn/guidance-on-sustainable-procurement_p1001.html
- [37] Privredna komora Srbije. „Zelene” (javne) nabavke, [Online]. Available: <https://api.pks.rs/storage/assets/ZELENE%20JN.pdf>
- [38] ISO – Međunarдна Organizacija za Standardizaciju, *ISO 14001 Environmental management*, [Online]. Available: <https://iso.org.rs/iso-14001/>
- [39] ISO – Međunarдна Organizacija za Standardizaciju, *ISO 50001 Energy management*, [Online]. Available: <https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html>
- [40] *Zakon o javnim nabavkama*, „Službeni glasnik Republike Srbije”, broj 91/2019, 24. decembar 2019.
- [41] *Zakon o javnim nabavkama*, „Službeni glasnik Republike Srbije”, broj 124/15 od 29. decembra 2015, 14/15 od 4. februara 2015 i 68/15 od 4. avgusta 2015.
- [42] *Zakon o javno-privatnom partnerstvu i koncesijama*, „Službeni glasnik Republike Srbije” broj 88/2011, 15/2016 i 104/2016.
- [43] *Program razvoja javnih nabavki u Republici Srbiji za period 2019-2023. godine*, „Službeni glasnik Republike Srbije” broj 82/2019, 22. novembar 2019.
- [44] *Akcionni plan za 2021. godinu za sprovođenje programa razvoja javnih nabavki u Republici Srbiji za period 2019 – 2023. godine*, „Službeni glasnik Republike Srbije” broj 46/202, 7. maj 2021.
- [45] *Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine*, “Sl. glasnik RS”, broj 101/2015.
- [46] Ministarstvo zaštite životne sredine. *Program razvoja cirkularne ekonomije u republici Srbiji za period od 2022. do 2024. godine*. 1. Decembar 2022.
- [47] ZEJN. Zelena javna nabava. [Online]. Available: <https://zelenanabava.hr/>
- [48] ZEJN. Električni automobili. HEP d.d., Hrvatska elektroprivreda, Hrvatska, 2020. [Online]. Available:
- [49] https://www.zelenanabava.hr/dokumenti/primjeri/GPP_2020_tender_model_-_electric_vehicles_-_Croatia_2015_-_Croatian_01.pdf
- [50] Republika Srbija, Kancelarija za javne nabavke. *Izveštaj o sprovođenju akcionog plana za sprovođenje programa razvoja javnih nabavki u Republici Srbiji za 2021. godinu*. Mart 2022.
- [51] NALED, „Efektivne javne nabavke u službi ekonomskog rasta”, Jun 2021. [Online]. Available: <https://naled.rs/htdocs/Files/07771/Istrazivanje-opste-populacije-ponudjaca-i-narucilaca-u-postupcima-javnih-nabavki-u-Srbiji.pdf>
- [52] NALED, „Analiza zelenih javnih nabavki”. Naled, 2021.

GREEN PUBLIC PROCUREMENT: THEORY AND PRACTICE

Abstract: *Public procurement can be seen as an important instrument for promoting green growth. The position and role of green public procurement has changed significantly, so that it has a character of a strategic leverage in the most developed countries. The legislation in the European Union and Republic of Serbia created favorable legal conditions for the implementation of green public procurement. The aim of this paper is to highlight the concept of green public procurement as an instrument for improving business performance, reducing pollution and preserving the environment, to the scientific-professional and business community. The paper systematizes the definitions of this concept, analyzes its application, and presents examples of sustainable practices in this area in Croatia and the Republic of Serbia. The results of the research show that the developed models used by the countries of the European Union are also applicable in the Republic of Serbia, but it is necessary to raise environmental awareness and motivate the business community to start applying green criteria during the implementation of public procurement procedures, whose participation in the gross domestic product of Serbia is about 10%.*

Keywords: *public procurement, green growth, green transition, sustainable production and consumption, life cycle costs*

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

338.1:502.131.1(082)
658.567.5(082)

CIRKULARNA ekonomija / urednici Dragoljub Živković, Zorana Stanković, Milena Rajić. - Niš : Inovacioni centar Univerziteta, 2024 (Niš : Unigraf X-copy). - [8], 192 str. : graf. prikazi, tabele ; 24 cm

Tiraž 150. - Str. [3-4]: Predgovor / urednici. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-81840-02-3

1. Живковић, Драгољуб, 1955- [уредник] [аутор додатног текста]
а) Циркуларна економија -- Зборници б) Одрживи развој -- Зборници

COBISS.SR-ID 139369993