

GOSPODARENJE OTPADOM TEMELJNI PREDUVJET KRUŽNE EKONOMIJE / WASTE MANAGEMENT A FUNDAMENTAL PREREQUISITE OF THE CIRCULAR ECONOMY

Drago Pupavac¹, Justin Pupavac²

¹Veleučilište u Rijeci, Vukovarska 58, 51000 Rijeka, Republika Hrvatska,

²Sveučilište u Rijeci, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Primorska 46, p.p.

97, 51410 Opatija, Republika Hrvatska,

e-mail: drago.pupavac@veleri.hr, pupavacjustin@gmail.com

Pregledni članak

UDK / UDC 628.4:338.27

Sažetak

Kružnim se gospodarstvom omogućuje proizvodnja i potrošnja koja zahtijeva ponovno korištenje proizvoda i materijala na način da se oni popravljaju, obnavljaju te recikliraju. Gospodarenje otpadom u kružnoj ekonomiji dobiva sasvim novu dimenziju. Pametno i plansko gospodarenje otpadom postaje temeljnim čimbenikom održivog gospodarstva kao jedinog mogućeg - onog koji ne dovodi do iscrpljivanja resursa. Zadaća kružne ekonomije jest odvojiti gospodarski rast od stvaranja komunalnog otpada. U skladu s tim, u ovome radu metodama korelacijske i regresijske analize istražit će se jačina veze i prikazati analitički odnos između bruto domaćeg proizvoda i stvaranja komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj. Cilj rada jest ukazati na prednosti koje nudi model kružne ekonomije te promoviranje ideje po kojoj se otpad promatra kao resurs. Glavni nalaz ovoga rada upućuje na statistički pozitivnu i jaku vezu između rasta BDP u Republici Hrvatskoj i stvaranja komunalnog otpada. Dobiveni nalaz upućuje na nužnost povećanja stope recikliranja komunalnog otpada kako bi se ostvarila zadana vrijednost od 55 % do 2030. godine.

Ključne riječi: kružno gospodarstvo, resursi, komunalni otpad, recikliranje, sekundarne sirovine
JEL klasifikacija: Q56, C51

Abstract

The circular economy enables production and consumption that requires the reuse of products and materials in such a way that they are repaired, renewed, and recycled. Waste management in the circular economy takes on a completely new dimension. Smart and planned waste management becomes a fundamental factor of a sustainable economy as the only possible one - one that does not lead to the depletion of resources. The task of the circular economy is to separate economic growth from the generation of municipal waste. By this, in this paper, using the methods of correlation and regression analysis, the strength of the connection will be investigated and the analytical relationship between the gross domestic product and the generation of municipal waste in the Republic of Croatia will be presented. The main aim of this paper is to point out the advantages offered by the circular economy model and to promote the idea that waste is viewed as a resource. The main finding of this paper indicates a statistically positive and strong relationship between GDP growth in the Republic of Croatia and the generation of municipal waste. The findings indicate the necessity of increasing the recycling rate of municipal waste in order to achieve the set value of 55% by 2030.

Keywords: circular economy, resources, municipal waste, recycling, secondary raw materials
JEL classification: Q56, C51

UVOD

Države članice Europske unije, kao i one koje pretendiraju to postati imaju obvezu primjenjivati načela kružne ekonomije. Tranzicija s linearne na kružnu ekonomiju nije opcija, već obveza da se doprinese održivom razvoju. Prednosti napuštanja modela linearne ekonomije ogledaju se u povećanju produktivnosti resursa, smanjenju štetnih utjecaja na okoliš, smanjenju ovisnosti o uvozu sirovina, otvaranju novih radnih mjesta, povećanju konkurentnosti gospodarstva i poticanju održivog gospodarskog rasta (Andabaka, 2018). Stvari u našim životima pretvaraju se u otpad kada postanu neželjene i odbačene, napuštene ili jednostavno zaboravljene. Otpad je nenamjerna i često neizbježna posljedica uporabe proizvoda, kao i eksploatacije i obrade materijala za izradu tih proizvoda. Prema procjenama, u svijetu se proizvede oko 20 gigatona prerađivačkog i otpadnog otpada. To je jednako prosječnoj stopi stvaranja otpada od 55 000 000 000 kilograma otpada svaki dan, ili 7,5 kilograma otpada po osobi dnevno. Stvaramo toliko otpada da njegovo prikupljanje, obrada, uporaba i zbrinjavanje postaju industrija za sebe. Te se aktivnosti zajedno nazivaju gospodarenje otpadom. Iako komunalni otpad predstavlja samo oko 10 % otpada proizvedenog u EU (Eurostat, 2022), zbog svoje kompleksnosti on predstavlja jedan od tokova otpada kojima se najteže gospodari. Komunalni otpad je miješani komunalni otpad i odvojeno sakupljeni otpad iz kućanstava, uključujući papir i karton, staklo, metal, plastiku, biootpad, drvo, tekstil, ambalažu, otpadnu električnu i elektroničku opremu, otpadne baterije i akumulatori te glomazni otpad, uključujući madrace i namještaj te miješani komunalni otpad i odvojeno sakupljeni otpad iz drugih izvora, ako je taj otpad sličan po prirodi i sastavu otpadu iz kućanstva. Komunalni otpad ne uključuje otpad iz proizvodnje, poljoprivrede, šumarstva, ribarstva i akvakulture, septičkih jama i kanalizacije i uređaja za obradu otpadnih voda, uključujući kanalizacijski mulj, otpadna vozila i građevni otpad, pri čemu se ovom definicijom ne dovodi u pitanje raspodjela odgovornosti za gospodarenje otpadom između javnih i privatnih subjekata (Izvešće o komunalnom otpadu za 2023.).

Otpad se može izbjeći prevencijom njegovog nastanka i kružnim korištenjem resursa te su u ovome radu istražuje gospodarenje otpadom u funkciji kružne ekonomije. Strategije gospodarenja otpadom i kružnog gospodarstva imaju za cilj smanjiti ili minimizirati korištenje resursa i stvaranje otpada, kao i njihov utjecaj na okoliš i zdravlje ljudi. Iako čine samo 16 posto svjetske populacije, zemlje s visokim dohotkom ukupno proizvedu više od jedne trećina (34 %) svjetskog otpada. U skladu s tim, postavljena je i znanstvena hipoteza ovoga rada: Između gospodarskog rasta i količine stvaranja otpada u Republici Hrvatskoj postoji statistički jaka i pozitivna veza. Da bi se dokazala postavljena hipoteza u radu će biti uporabljen veći broj znanstvenih metoda od kojih se izdvajaju metode deksriptivne i inferencijalne statistike.

1. TEORIJSKI OKVIR I PROBLEM ISTRAŽIVANJA

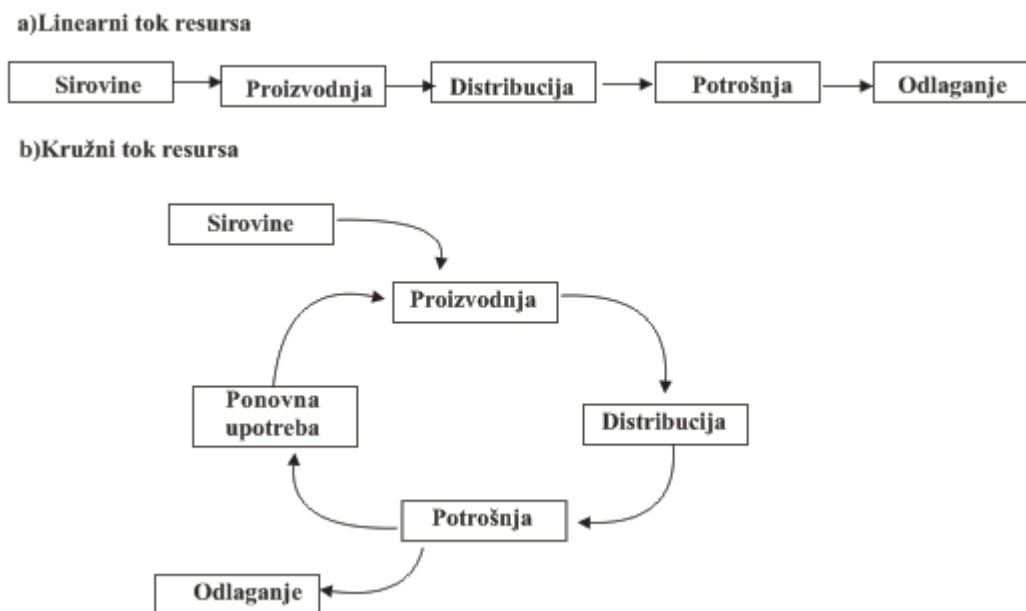
Tijekom prošloga stoljeća globalno stanovništvo poraslo je s 1,6 milijardi na 6,1 milijardi dok je ukupna proizvodnja porasla s 1,9 na 37 trilijuna USD. Razvoj novih tehnologija rezultirao je proizvodnjom velikog broja novih proizvoda poput automobila, nebodera, putničkih zrakoplova, računala, mobilnih telefona koji zahtijevaju i veći obujam proizvodnje i veću raznolikost materijala od svih do tad poznatih proizvoda. Kako je potrošnja konačna svrha i cilj svih ekonomskih aktivnosti, a istodobno i glavna stavka BDP-a (60 – 70 %), održiva proizvodnja i potrošnja imaju posebnu ulogu u održivom razvoju. Interakcija između stanovništva (P), životnog standarda

(mjereno potrošnjom po glavi stanovnika – A), tehnološkog razvoja (T) i utjecaja potrošnje na okoliš (I) data je jednačbom (Holden & Ehrlich, 1971)

$$I = P \times A \times T \quad (1)$$

Temeljem formule (1) vidljivo je da rast stanovništva i visoka razina potrošnje predstavljaju veliku zapreku održivom razvoju te da se potrošači mogu smatrati odgovornima za degradaciju okoliša. Ova tvrdnja posebice vrijedi za potrošače u razvijenim dijelovima svijeta. Kada bi danas svi ljudi na Zemljinoj kugli (oko 7 milijardi) živjeli na nivou standard najrazvijenijih zemalja (oko 1 milijarde) bile bi potrebne tri Zemljine kugle (Jurčić, 2015). Zemlji je potrebna 1,5 godina da regenerira ono što koristimo u jednoj godini (Pupavac, 2015). Tijekom 20. stoljeća globalna potrošnja sirovina rasla je dvostruko brže od rasta stanovništva kao funkcija industrijalizacije i urbanizacije. Globalno se eksploatacija materijala udvostručila između 1990. i 2017. i ponovno će se udvostručiti do 2060.

Postojeći poslovni sustav koji je jednosmjerno (linearno) usmjeren nužno je zamijeniti s poslovnim sustavom koji se temelji na kružnom tokom resursa (cf. sliku 1).



Slika 1. Od linearnog ka kružnom toku resursa

Izvor: Priredio autor prema: Crane, A., Matten, D. (2010): *Business Ethics*, Oxford University Press Inc, New York, p.379

Termin kružnog gospodarstva u ekonomskom modelu prvi puta su formalnu uporabili *Pearce* i *Turner* (1990). Koncept kružnog gospodarstva temelji se na sustavu zatvorene petlje ne samo s ciljem smanjenja otpada i povećanja održivosti, već i za zadržavanje resursa u produktivnoj upotrebi što dulje kako bi se povećala produktivnost (Pupavac, 2020). Fokus je na ponovnoj upotrebi, popravku, obnovi, ponovnoj proizvodnji i recikliranju kako bi se stvorila integrirana proizvodnja. Otpad jednog procesa u prirodi je uvijek hranjiva tvar, sirovina ili izvor energije za drugi proces. Stoga bi model kružne ekonomije mogao biti rješenje ne samo ekoloških izazova onečišćenosti, već i ekonomskih problema. 700 milijardi dolara godišnje moglo bi se uštedjeti u

materijalima ako bi se implementirali cirkularni ekonomski modeli (Zaklada Ellen Macarthur). Prema nekim procjenama stavljanjem otpada pod kontrolu godišnje troškove do 2050. godine moglo bi se ograničiti na 270,20 mlrd. USD, dok bi se potpunim gospodarenjem otpada i primjenom modela kružnog gospodarstva mogla godišnje ostvariti neto dobit od 108,50 mlrd. USD. Tri su temeljna načela koncepta kružnog gospodarstva: 1) smanjiti i/ili eliminirati otpad i onečišćenje u proizvodnji i uporabi proizvoda, 2) zadržati proizvod ili materijale u uporabi što je duže moguće, i 3) regenerirati prirodne sustave. U 2021. godini svega 9 % svjetske ekonomije odnosilo se na kružnu ekonomiju (International Institute for Sustainable Development).

Kružni tok resursa osigurava ponovnu uporabu proizvoda i/ili dijelova proizvoda u proizvodnji, smanjuje onečišćenje okoliša te osigurava niže cijene gotovih proizvoda. Ovakav pristup vrlo često zahtijeva tijesnu suradnju između proizvođača i distributera, odnosno između svih sudionika opskrbnoga lanca. Temeljem slike 1 razvidno je da na današnjem stupnju razvoja proizvodnih snaga sav proizvedeni otpad ne može biti ponovno uporabljen ili recikliran već mora biti odložen. Procjenjuje se da iznos koji se u Sjedinjenim Američkim Državama godišnje potroši samo na prijevoz otpada do odlagališta, dosegne zapanjujućih 50 mlrd. USD (Pauli, 2012). Predviđa se da će proizvodnja krutog komunalnog otpada porasti s 2,1 milijarde tona 2023. na 3,8 milijardi tona do 2050 (Global Waste Management Outlook 2024). U 2020. globalni izravni trošak gospodarenja otpadom procijenjen je na 252 milijarde USD. Kad se uračunaju skriveni troškovi zagađenja, lošeg zdravlja i klimatskih promjena zbog loše prakse odlaganja otpada, trošak se penje na 361 milijardu USD. Bez hitne akcije u gospodarenju otpadom, do 2050. ovaj bi se globalni godišnji trošak mogao gotovo udvostručiti na nevjerojatnih 640,3 milijarde USD. Izvješće Svjetske banke pokazuje da 3,5 milijardi ljudi, ili polovica svjetske populacije, nema pristup uslugama gospodarenja otpadom, a otvoreno odlaganje ostaje prevladavajući način odlaganja otpada u većini zemalja s niskim i nižim srednjim dohotkom.

U Republici Hrvatskoj u 2023. godini nastalo je 1.833.341 t komunalnog otpada, što je u odnosu na prethodnu godinu, kada je ta količina iznosila 1.844.382 t, zanemarivo smanjenje od svega 0,6 %. Ako se promatra godišnja količina komunalnog otpada po stanovniku, ista je iznosila 474 kg, što je još uvijek značajno niže od prosjeka zemalja EU - 513 kilograma po stanovniku u 2022. godini. U 2023. godini u 531 jedinici lokalne samouprave (96 % JLS) provodilo se odvojeno sakupljanje komunalnog otpada, a stopa odvojenog sakupljanja je porasla za 2 postotna boda u odnosu na prethodnu godinu. Stopa odvojeno sakupljenog komunalnog otpada (sve vrste komunalnog otpada osim miješanog komunalnog otpada) u 2023. godini iznosila je 48 % odnosno odvojeno je sakupljeno 878.436 t komunalnog otpada. Najveći porast odvojenog sakupljanja evidentira se kod biootpada, otpadne plastične ambalaže i glomaznog otpada. Ipak, u posljednje tri godine je dinamika porasta stope odvojenog sakupljanja nešto sporija. Značajniji rast usporavaju nečistoće prisutne u odvojeno sakupljenom otpadu, posebice u biootpadu, koji se u slučaju većeg udjela nečistoća kategorizira kao miješani komunalni otpad. Udio miješanog komunalnog otpada u sakupljenom otpadu činio je 52 % odnosno 954.905 t.

2. PODACI I METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Rezultati istraživanja u ovome radu temelje se na podacima prikupljenim iz sekundarnih izvora podataka i vlastitim izračunima (cf. tablicu 1).

Tablica 1. Kretanje količine komunalnog otpada i BDP u Republici Hrvatskog, 2004.-2023.

Godina	Količina komunalnog otpada (tona)	BDP u stalnim cijenama iz 1990. god
2004.	1310643	281031
2005.	1449381	292859,8
2006.	1654105	306739,8
2007.	1718697	323522,8
2008.	1788311	331155,4
2009.	1743211	306981,1
2010.	1629915	302376,3
2011.	1645295	301469,2
2012.	1670005	294535,4
2013.	1720758	293062,8
2014.	1637371	292769,7
2015.	1653919	299796,2
2016.	1679765	310289
2017.	1716441	319908
2018.	1768411	328545,5
2019.	1811617	338073,3
2020.	1680428	309675,2
2021.	1766560	341262
2022.	1844382	362420,3
2023.	1833341	372568

Izvor: Priredili autori prema: Izvješće o komunalnom otpadu za 2023., Statistički ljetopis Republike Hrvatske i vlastiti izračuni

Temeljem grafikona 1 razvidan je kontinuirani rast komunalnog otpada u RH do 2008. godine. Nakon toga slijede pad i stagnacija rasta komunalnog otpada od 2008. do 2016. godine što koincidira s gospodarskom krizom u RH i negativnim stopama rasta. Nakon izlaska hrvatskog gospodarstva na pozitivne stope rasta, raste i stvaranje komunalnog otpada da bi se pad istog zabilježio ponovno u 2020. godini i to kao posljedica pandemije (COVID-19) i njom izazvane gospodarske krize. Ovo upućuje na zaključak da je rast komunalnog otpada posljedica gospodarskog rasta, ali i slabog gospodarenja otpadom i nerazvijenosti kružnog gospodarstva. To konvergira sa stavom kritičara potrošačkog društva i mjerenja gospodarskog rasta isključivo BDP ističući da za njih, BDP označava bruto društveno zagađenje (Samuelson & Nordhaus, 1989.).

Nakon kraće deskriptivne statistike stvaranja komunalnog otpada za razdoblje od 2004. do 2023. godine, metodom korelacijske analize istražiti će se povezanost između kretanja BDP i stvaranja komunalnog otpada. Ako se utvrdi statistički jaka veza ispitat će se model jednostavne linearne regresije

$$Y = a + bx + \varepsilon, \quad (2)$$

pri čemu su a i b parametri koje treba ocijeniti, Y količina stvorenog komunalnog otpada, x veličina BDP-a i ε vektor teorijskih vrijednosti stohastičkih članova. Statistička analiza povest će se pomoću programa 3BStat (Lovrić, Komić, Stević, 2017).

Ako se dobije konkluzivni model isti će poslužiti za procjenu stvaranja komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj do 2050. godine.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Temeljem podataka iz tablice 1 sačinjena je kratka deskriptivna statistika stvaranja komunalnog otpada za razdoblje od 2004. do 2023. godine (cf. tablicu 2).

Tablica 2. Deskriptivna statistika

Deskriptivne Statistike							
Varijabla:					Komunalni otpad		
<i>N</i>	<i>Min.</i>	<i>Maks.</i>	<i>Arit. Sred.</i>	<i>Modus</i>	<i>Q1</i>	<i>Medijan</i>	<i>Q3</i>
20	1310643	1844382	1686127,8	Nema modus	1647451	1698434,5	1767948,25
<i>Varijanc a</i>	<i>St. Dev.</i>	<i>Int. razlika</i>	<i>Ras. Varij.</i>	α_3	α_4	<i>Stand. pogreška</i>	
15748442177,642	125492,797	120497,25	533739	-1,63	3,625	28061,043	

Temeljem podataka iz tablice 2 razvidno je da se je u promatranom razdoblju u Republici Hrvatskoj prosječno godišnje stvaralo 1 686 127, 8 tona komunalnog otpada ($SD=125\,492,797$). Vrijednost medijana iznosi 1 698 434,5 tona što znači da je u polovici godina stvarano manje, a u polovici godina više komunalnog otpada od prosječne vrijednosti. Najmanje stvorena količina komunalnog otpada zabilježena je u prvoj godini promatranog razdoblja (1 310 643 tone), a najveća 2022. godine u iznosu od 1 844 382 tone. Sukladno tome, raspon varijacije iznosi $R=533739$ tona. Koeficijent varijacije je 7,44 % i označava prosječno odstupanje vrijednosti generiranog otpada od aritmetičke sredine. Donji kvartil $Q_1=1647451$ označava jednu četvrtinu godina u kojima je vrijednost stvorenog komunalnog otpada iznosila jednako ili manje od navedene vrijednosti. Gornji kvartil $Q_3 = 1767948,25$ označava četvrtinu godina u kojima je vrijednost stvorenog komunalnog otpada imala vrijednost jednaku ili veću od gornjeg kvartila. Interkvartil ($Q_3 - Q_1$) je razlika između vrijednosti gornjeg kvartila i vrijednosti donjeg kvartila i iznosi 120 497,25. Između vrijednosti gornjeg i donjeg kvartila nalazi se polovica svih elemenata. Koeficijent asimetrije $\alpha_3=-1,63$ pokazuje da se radi o jako negativno asimetričnoj distribuciji. Distribucija je šiljastija od normalne $\alpha_4=3,625$.

Temeljem podataka iz tablice 1 razvidan je rast i BDP-a i komunalnog otpada u promatranom razdoblju 2004.-2023. Stvoreni komunalni otpad u 2023. godini bio je veći za 39,88 % dok je BDP bio veći za 32,57 %. Očito je zamjetan čak i nešto veći rast stvaranja komunalnog otpada od rasta BDP-a u promatranom razdoblju. Prosječna godišnja stopa rasta komunalnog otpada u promatranom razdoblju iznosila je 1,69 %, dok je prosječna godišnja stopa rasta BDP iznosila 1,42 %. Dobiveni nalazi upućuju na zaključak o postojanju pozitivne i statistički jake veze između kretanja BDP-a i stvaranja komunalnog otpada što je provedena korelacijska analiza i potvrdila (cf. tablicu 3).

Tablica 3. Korelacijska analiza

Pirsonov koeficijent proste korelacije r		
Varijable		
X :	BDP	
Y :	Komunalni otpad	
r :	0,7707	
TESTIRANJE		
Standardna greška Koeficijenta proste korelacije	Statistika t-testa	P
0,1502	5,131	0,00007
H ₀ :	U osnovnom skupu NE postoji linearna korelacija	
H ₁ :	U osnovnom skupu postoji linearna korelacija	
Zaključak :		
Pri testiranju nulte hipoteze da u osnovnom skupu nema linearne korelacije dobivena p-vrijednost 0,0001 ukazuje da		
u osnovnom skupu postoji linearna veza na nivou značajnosti od 0,01 jer je p-vrijednost < 0,01.		
Zaključujemo da koeficijent proste korelacije r JEST statistički značajan		

Kako je utvrđena pozitivna i statistički jaka veza između BDP-a i stvaranja komunalnog otpada ($r=0,77$; $p<0,01$) provedena je i regresijska analiza (cf. tablicu 4).

Tablica 4. Regresijska analiza

Objašnjavajuća promjenljiva X = BDP		Zavisna promjenljiva Y = Komunalni otpad		
Komunalni otpad = 424872,2399 + 3,9982 * BDP				
Parametar	Ocjena	Stand. Greška ocene	t-vrijednost	p-vrijednost
Odsječak	424872,2399	246497,86850	1,7236	0,1019
Nagib	3,9982	0,77921	5,131	0,0001
Koeficijent determinacije r ² = 0,5939 (59,3926 %)				
Standardna greška regresije s = (82160,323)				
Komentar:				
Ocjena odsječka NIJE značajna na nivou od 0,05				

Ocjena nagiba je značajna na nivou od 0,05. Varijabla BDP utječe na varijablu Komunalni otpad

Provedena regresijska analiza rezultirala je sljedećim modelom

$$Y = 424872,2399 + 3,9982X \quad (3)$$

Dobiveni model nije konkluzivan te će se procjena kretanja komunalnog otpada za razdoblje do 2050. godine temeljiti na utvrđenoj stopi rasta za razdoblje od 2004. do 2023.

Tablica 5. Procjena generiranja komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj do 2050. godine

Godina	Komunalni otpad u tonama	Aps.povećanje u odnosu na 2023.god	Rel.povećanje u odnosu na 2023.
2030.	2061862,694	228521,7	112,4648
2040.	2438599,277	605258,3	133,0139
2050.	2884171,896	1050831	157,3178

Dobiveni rezultati upućuju na zaključak da će se ako se ne poduzmu odgovarajuće mjere stvaranje komunalnog otpada povećavati iz godine u godinu te da će se 2050. godine povećati za više od milijun tona, odnosno za 57,32 % u odnosu na 2023. godinu. Povećanje stope recikliranja komunalnog otpada, njegovo odvojeno prikupljanje i smanjenje stope odlaganja trebaju ostati prioriteta Republike Hrvatske u gospodarenju komunalnim otpadom. Bolje i održivije gospodarenje komunalnim otpadom od posebne je važnosti za Republiku Hrvatsku i iz razloga što je Hrvatska razvijena turistička destinacija. Količina komunalnog otpada iz turizma od oko 10 % značajno utječe na povećanje stvaranja otpada. Ovo je posebno izraženo u priobalnim područjima. Prijelazom na kružno gospodarstvo otpad se može promatrati kao resurs te je nužno pratiti koliko se toga komunalnog otpada recikliranjem pretvorilo u sekundarni resurs. Jedno od rješenja je i poticanje javne vlasti na zelenu javnu nabavu te inovativnih oblika potrošnje kao što su zamjena proizvoda uslugama, dijeljenje proizvoda, smanjenje potražnje.

ZAKLJUČAK

Rast stanovništva, ekonomski rast i tehnološke promjene glavni su čimbenici geometrijskog rasta potrošnje sirovina i materijala. Eksploatacija sirovina i materijala koncem prošloga stoljeća bila je 10 puta veća nego početkom stoljeća. U 21. stoljeću uočene tendencije se nastavljaju ugrožavajući održivi razvoj. Prijelaz na model kružne ekonomije i napredak u gospodarenju otpadom mogu izravno i bitno pridonijeti postizanju ciljeva održivog razvoja. Odgovorna proizvodnja i potrošnja kao jedan od ciljeva održivoga razvoja upravo se temelje na efikasnijem iskorištavanju prirodnih resursa te smanjenju stvaranja i recikliranju otpada. Jednosmjerno (linearno) usmjeren poslovni sustav nužno je zamijeniti s poslovnim sustavom koji se temelji na kružnom tokom resursa. Kružni tok resursa zahtijeva tijesnu suradnju između svih sudionika opskrbenih lanaca osiguravajući pri tom zdraviji okoliš, nove poslovne pothvate i nova radna mjesta te niže cijene gotovih proizvoda. Na današnjem stupnju razvoja proizvodnih snaga sav proizvedeni otpad ne može biti ponovno uporabljen ili recikliran već mora biti odložen. Linearni ekonomski model stvara rijeke otpada koje nitko ne želi i za koje je sve teže pronaći mjesto za odložiti. Gospodarenje otpadom postaje iznimno važna industrija čiji krajnji cilj mora postati strategija „nultog otpada“ koja ništa neće ostavljati neiskorišteno. Tako bi industrija otpada mogla otvoriti put kružnoj ekonomiji, novim

moogućnostima i novim rješenjima. Na tom putu bit će potrebno svladati brojne prepreke jer kružna ekonomija trenutno čini svega 9 % svjetskog gospodarstva.

U Republici Hrvatskoj u promatranom razdoblju od 2004. do 2023. godine zamjetan je rast komunalnog otpada ovisno o gospodarskom rastu. Veza između gospodarskog rasta mjerenog BDP-om i stvaranja komunalnog otpada statistički je jaka i pozitivna ($r=0,77$; $p<0,01$). Ako se uočeni trend ne bi zaustavio rast komunalnog otpada u 2030. godini bio bi veći za 228521,7 tona ili za 12,46 % nego u 2023. godini. Uočeni trend nužno je zaustaviti i odvojiti gospodarski rast od stvaranja otpada. Efikasnijim gospodarenjem otpadom, jačanjem infrastrukture za korištenje sekundarnih sirovina, promjenom navika potrošača i promicanjem kružne ekonomije moguće je izaći na krug održivog razvoja. Kružnom ekonomijom riješili bi se ne samo problemi zaštite okoliša već i ekonomski problemi nestašica i prekomjernog iskorištavanja sirovina.

LITERATURA

- Andabaka, A. (2018). Potencijali i ograničenja primjene kružne ekonomije u kontekstu održivoga razvoja Hrvatske // Zbornik radova znanstvenog skupa: Modeli razvoja hrvatskog gospodarstva. Zagreb: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, pp. 427-458.
- Crane, A., Matten, D. (2010): *Business Ethics*, Oxford University Press Inc, New York.
- Državni zavod za statistiku, Statistički ljetopis Republike Hrvatske, različita godišta
- Ehrlich, Paul R., Holdren, John P. (1971). Impact of Population Growth. *Science*, 171(3977):1212–1217.
- Eurostat, 2022
- Global Waste Management Outlook 2024, dostupno na: <https://www.unep.org/resources/global-waste-management-outlook-2024>.
- https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics
- International Institute for Sustainable Development
- Izvješće o komunalnom otpadu za 2023.
- Jurčić, LJ. (2015). Kapitalizam bez kapitala. *Ekonomski pregled*, 66(1):50-80.
- Lovrić, M., Komić, J., Stević, S. (2017). Statistička analiza - metodi i primjena, Narodna i univerzitetska biblioteka Republike Srpske, Banja Luka.
- Pauli, G. (2012). Plava ekonomija, Katarina Zrinski, Varaždin.
- Pearce, D.W. and R.K. Turner (1990), *Economics of Natural Resources and the Environment*, Hemel Hempstead: Harvester Wheatsheaf.
- Pupavac, D. (2015). Održivi razvoj – novo lice ekonomije. *Socijalna ekologija*, 24 (2-3), 103-124.
- Pupavac, D. (2020). Poduzetnička etika, Veleučilište u Rijeci, Rijeka.
- Samuelson, P., Nordhaus, W. (1989). *Economics*, McGraw-Hill Book Co, Singapore.
- Svjetska banka (2018), What a Waste: An Updated Look into the Future of Solid Waste Management. dostupno na: <https://www.worldbank.org/en/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Zaklada Ellen Macarthur