

Model linearne ekonomije vs. model cirkularne ekonomije

Linear economy model vs. circular economy model

Prof. dr Olja Munitlak Ivanović^{1}, Marko M. Vujić²*

¹Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad, Srbija / University in Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Geography, Tourism and Hotel Management, Novi Sad, Serbia

²Univerzitet u Beogradu, Fakultet političkih nauka, Beograd, Srbija / University of Belgrade, Faculty of Political Sciences, Belgrade, Serbia

*Autor za prepisku / Corresponding author

Rad primljen / Received: 02.03.2022, Rad prihvaćen / Accepted: 09.05.2022.

Sažetak: U radu autori elaboriraju karakteristike dva modela proizvodnje, linearne i cirkularne. Linearna proizvodnja se bazira na principu „uzmi, proizvedi, potroši i baci“, čime je skraćeni životni vek otpada, a otpad se izjednačava sa smećem, što znači da se odmah trajno odlaže u prirodu. Za cirkularnu proizvodnju je karakteristično da se otpad prvo tretira odnosno prolazi kroz 4 faze: minimizacija čvrstog otpada na mestu gde je nastao (kraj proizvodnje ili potrošnje); reciklaža; transformacija sanitarnog otpada i sanitarno odlaganje. Navedeno ukazuje da je u ovom obliku proizvodnje životni rok otpada duži, i otpad se može ponovo pretvoriti u sirovinu ili energent u novom ciklusu proizvodnje. Kako otpad kao input isključuje eksploataciju sirovine iz prirode kao inputa, cirkularni model proizvodnje je ekološki mnogo prihvatljiviji od linearnog. Sa druge strane, proizvođač koji kao sirovinu koristi reciklirani otpad, ima manje proizvodne troškove a time je i konkurentniji na tržištu. Potrebno je naglasiti da reciklaža i prerada nisu isti pojmovi, odnosno da je reciklaža metod prerade otpada. U radu će biti objašnjeno da se proces reciklaže odvija na dva načina: 1. Odvajanje korisnih i upotrebljivih delova iz integralnog čvrstog otpada ili 2. Uklanjanje komponenti koje zagađuju životnu sredinu iz otpada i omogućavanje njihove ponovne upotrebe. Terojske elaboracije su autori pokušali da prikažu putem šema kako bi se ekonomski modeli kroz vizuelni prikaz bolje prezentovali i lakše shvatili. Postoje slučajevi kada nije moguće linearni model zameniti cirkularnim, a odgovor na to pitanje treba da pruži menadžment upravljanja otpadom.

Ključne reči: linearni ekonomski model, cirkularni ekonomski model, otpad, reciklaža, sirovine.

Abstract: In this paper, the authors elaborate on the characteristics of two production models, linear and circular. Linear production is based on the principle of "take, produce, consume and throw away", which shortens the life of waste, and waste is equated with garbage, which means that it is immediately and permanently disposed of in nature. It is characteristic of circular production that the waste is first treated or goes through 4 phases: minimization of solid waste at the place where it was generated (end of production or consumption); recycling; sanitary waste transformation and sanitary disposal. This indicates that in this form of production, the lifespan of waste is longer, and waste can be converted back into raw materials or energy in a new production cycle. As waste as input excludes the exploitation of raw materials from nature as input, the circular production model is much more environmentally friendly than the linear one. On the other hand, a producer who uses recycled waste as a raw material has lower production costs and is thus more competitive on the market. It should be emphasized that recycling and processing are not the same terms, ie that recycling is a method of waste processing. The paper will explain that the recycling process takes place in two ways: 1. Separation of useful and usable parts from integral solid waste or 2. Removal of components that pollute the environment from waste and enable their reuse. The authors tried to present the theoretical elaborations through schemes in order to better present and better understand economic models through visual display. There are cases when it is not possible to replace the linear model with a circular one, and the answer to that question should be provided by the waste management.

Keywords: linear economic model, circular economic model, waste, recycling, raw materials.

¹orcid.org/0000-0002-4323-3678, e-mail: olja.mi@dgt.uns.ac.rs

²orcid.org/0000-0002-7432-6367, e-mail: marko.vujic@fpm.bg.ac.rs

UVOD / INTRODUCTION

Masovni proizvodni procesi ali i masovna potrošnja su ostavile negativne rezidualne i time negativno utiču na životnu sredinu. Ovo je karakteristično za linearni model ekonomske proizvodnje (Blanuša i dr., 2022). Za linearnu proizvodnju je karakteristično da se proizvodni procesi zasnivaju na masovnoj i nekontrolisanoj eksploataciji sirovina i neobnovljivih izvora energije. Teorija i praksa sve više uzimaju u obzir ograničenost sirovina i pokušavaju da implementiraju drugačiji ekonomski model. Predmet istraživanja ovog rada je analiza i upoređivanje dva suprotstavljena koncepta ekonomije, odnosno dva ekonomska modela: linearni i cirkularni model. Linearni model bazira se na principu „uzmi, proizvedi, potroši i baci“. Ovo u suštini znači da se otpad izjednačava sa „smećem“ a samim tim životni vek otpada je kratak. U ovom modelu otpad se nakon potrošnje odbacuje (odnosno izjednačava sa smećem) (Munitlak Ivanović, 2019; Bilgaev et al., 2020). Nasuprot ovom modelu, cirkularni model ekonomije je „zeleniji“ i vodi računa o ekološkoj odgovornosti, istovremeno pozitivno utičući na konkurentnost procesa proizvodnje. Otpad se pre odbacivanja adekvatno tretira i ukoliko je moguće prerađuje se i produžava mu se „životni vek“ na taj način što postaje sirovina ili drugi oblik inputa u narednom procesu proizvodnje. Na taj način se snižavaju troškovi inputa i povećava konkurentnost. Ukoliko se otpad ne može preraditi on se trajno odlaže.

1. MATERIJAL I METODE / MATERIALS AND METHODS

Dominantna metoda ovog rada je desk research ali i metode komparacije koje su se bazirale nakon proučavanja i analize knjiga, naučnih radova i druge naučne građe te stručnih i naučnih tekstova koji se odnose na novi model cirkularne ekonomije, a dostupni su na internetu. Pored ovih navedenih metoda, korišćene su indukcija i dedukcija kao metode prilikom donošenja zaključaka. U analizi oba ekonomska modela, polazilo se od pojedinačnog slučaja ka opštem ili od opšteg stava ka pojedinačnom.

Osnovna hipoteza od koje su autori krenuli jeste da je linearni model ekonomije naneo mnogo štete životnom okruženju, te da je krajnje vreme iz teorija preneti u praksu model cirkularne ekonomije. Izvedena hipoteza je da je „životni ciklus“ otpada mnogo kraći u linearnom ekonomskom modelu nego u cirkularnom modelu ekonomije.

U radu su priložena i dva grafikona koja ilustruju i osnovne karakteristike oba modela proizvodnje. Prvi grafikon prikazuje karakteristiku linearnosti u linearnom konceptu ekonomske proizvodnje. Drugi

grafikon pokazuje kružni (ciklični) oblik cirkularnog koncepta proizvodnje sa svim tipovima otpada. Iz drugog grafikona je uočljiva pretpostavka druge odnosno izvedene hipoteze.

2. REZULTATI I DISKUSIJA / RESULTS AND DISCUSSION

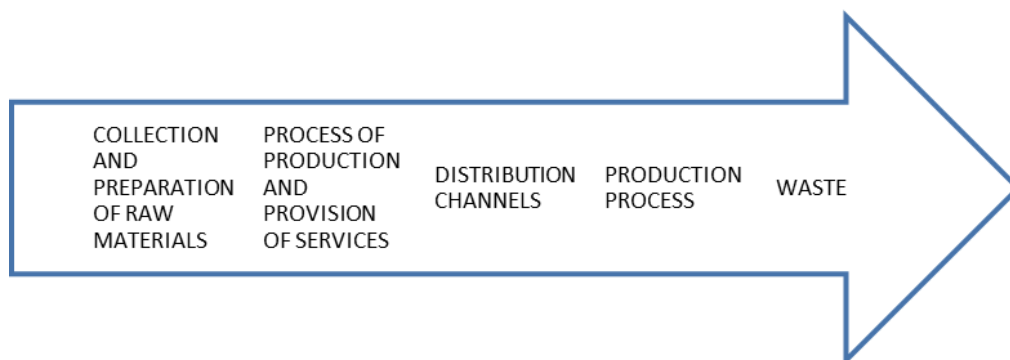
2.1. Karakteristike linearnog modela ekonomije / Characteristics of the linear model of economy

Kao što je već napomenuto, osnovni princip linearne ekonomije je „uzmi, proizvedi, konzumiraj i baci“, te se otpad doživljava kao ostatak proizvodnje koji svoje postojanje završava kao smeće u okruženju. Mogli bi reći da je otpad predmet ili materijal kog vlasnik smatra neupotrebljivim i namenu da ga se trajno oslobodi tj. odloži ga. Otpad može da se podeli na čvrst i opasan otpad, koji se dalje deli na četiri velike grupe (Munitlak Ivanović, Mitić, 2019):

- Komunalni otpad: sastoji se od stambenog i poslovnog otpada. Poreklo je mahom u urbanim sredinama.
- Industrijski otpad: je rezultat procesa proizvodnje. Sa stanovišta uticaja ove vrste otpada na životnu sredinu može se izvršiti dalja podela na opasan (hazardni) i neopasan otpad.
- Proizvodno procesni industrijski otpad: kao i industrijski otpad nastaje tokom proizvodnje, ali ova vrsta otpada prema svojim karakteristikama nije opasna po zdravlje stanovništva ili životnu sredinu.
- Medicinski otpad: je posledica aktivnosti zdravstvenih ustanova. Kao i klasičan industrijski otpad, medicinski otpad može biti opasan ili neopasan (Sremac, Smiljanić, 2021).

U modelu linearne ekonomije otpad nastao nakon proizvodnje ili potrošnje će biti trajno odložen ne uzimajući u obzir da li otpad spada u grupu opasnih ili neopasnih i bez obzira da li se otpad može dalje reciklirati ili je to nemoguće. Ovaj način pristupa proizvodnji i otpadu koji se odlaže u životnu sredinu nije održiv i treba ga što pre napustiti. Slika 1 pokazuje linearni ekonomski model gde se vidi da je otpad završio svoj životni ciklus čim se završio proizvodni proces.

Savremena globalna proizvodnja je uglavnom linearnog tipa. Ekološke krize i klimatske promene koje se intenziviraju još uvek se ne percipiraju kao poslednja opomena prirode čovečanstvu. Koncept linearne ekonomije je prihvaćen kao optimalan model, jer napredne tehnologije čine da sirovine iz životne sredine budu jeftinije i lakše dostupne (Munitlak Ivanović, 2020).



Slika 1: Proces proizvodnje u linearnom ekonomskom modelu

Figure 1: Production process in a linear economic model

Izvor / Source: Munitlak Ivanović (2019, p. 10)

Pitanje na koje treba dati odgovor je u kom momentu koncept linearne ekonomije prestaje biti optimalan i kada ga treba zameniti cirkularnim modelom. U XX veku, posebno do sredine istog, linearni koncept proizvodnje je bio prihvatljiv. Međutim, populacija je nakon 1955. godine rasla za preko milijardu stanovnika na svakih 10 godina, u razdoblju nazvanom "Baby boom" period. Ubrzan rast stanovništva (...) nedostatak hrane, uslovio je veliki pritisak na resurse, besumučnu eksploataciju i agresiju na prirodu. (Vujić i dr., 2017). Sa pomenutim demografskim kretanjima koja su se intenzivirala u XXI veku, kada se populacija zbog ekonomske ili sirovinske oskudice ili političkih dešavanja kreće ka brzo rastućim tržištima i ekonomijama, dotadašnji način proizvodnje zahteva promene (Arsić i dr., 2019).

Rastuća potrošnja zahteva veću količinu inputa kako bi se zadovoljila rastuća tražnja čima se vrši pritisak na cene sirovina i energenata. Ovim bi koncept koji podržava ponovnu upotrebu otpada kao nove sirovine mogao biti rešenje (Živanović i dr., 2019). Ovo ukazuje da bi tekuća i buduća proizvodnja trebalo da se okrene ka novom modelu ekonomije - cirkularnom modelu. Sustainable Europe Research Institute (SERI) je objavio numerički podatak, koji su kasnije u svojim istraživanjima potvrdili autori Cachada i Baiardi, a koji govori da je čak 21 milijarda tona materijala utrošena u procesu proizvodnje, pri čemu ona nije ugrađena u finalne proizvode. Naime ta 21 milijarda tona predstavlja gubitke nastale u proizvodnji jer sirovine nisu bile podobne ili su u pitanju rezultati neefikasnosti, problemi sa skladištenjem, nepotrebni gubici energije i slično (Cachada et al. 2018; Baiardi, 2020).

Dugoročno je neodrživa eksploatacija prirodnih resursa radi stvaranja novih upotrebnih vrednosti, ako se preostali resursi iz procesa proizvodnje ne prerađuju, već se odmah odbacuju (otpad), jer zalih prirodnih neobnovljivih resursa imaju svoj kapa-

citet. Ekonomska kriza iz 2008. godine kao i ekonomske posledice koje će neminovno uslediti nakon trenutnog sukoba Ukrajine i Rusije, kao i česte ekološke krize izazvane klimatskim promenama, intenziviraju potrebu za promenom tekućeg modela u cirkularni model ekonomije.

U modelu cirkularne ekonomije kako sirovine, tako i proizvodi imaju duži rok trajanja, a na kraju životnog ciklusa se popravljaju ili recikliraju. Suština je da se bar deo utrošenog materijala ponovo koristi. Kao posledica navedenog manje otpada se odlaže u velike vodene površine, baca se manje hrane i intenzivnije se koristi u obliku biorazgradivog otpada, kao kompost ili oblik energije. Sve ovo ima pozitivan uticaj na stvaranje novih radnih mesta na lokalnom nivou (Drljača, Buntak, 2019).

2.2. Karakteristike cirkularnog modela ekonomije/ Characteristics of the circular model of economy

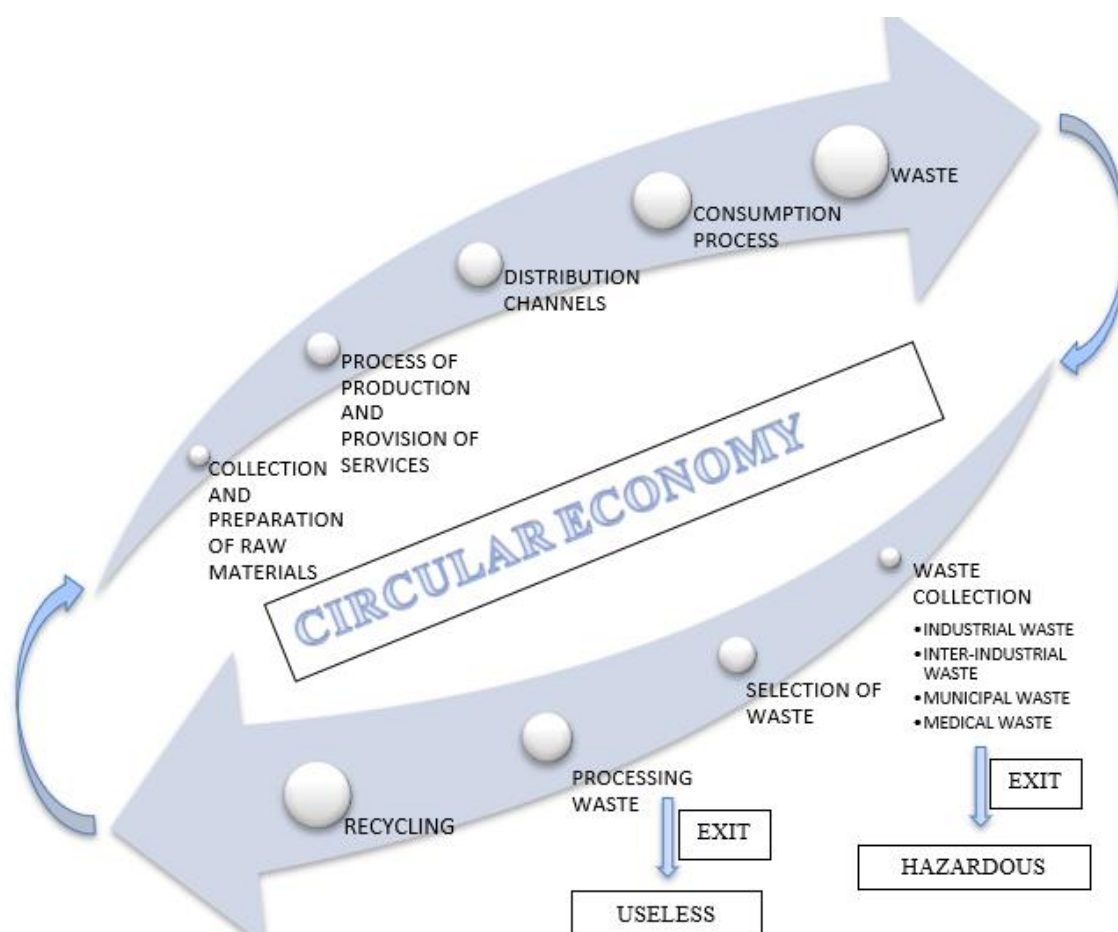
Iz dosada navedenih prikaza koncepta cirkularne ekonomije, može se reći da ovaj model ekonomije prati kružno kretanje supstance u prirodi. Odnos prema procesima proizvodnje i potrošnje je drugačiji, jer se nusproizvodi procesa proizvodnje ili potrošnje koriste ponovo kao inputi ili energija u novom proizvodnom procesu. Da bi se neopasan otpad (output jednog ciklusa i istovremeno input drugog proizvodnog ciklusa) koristio ponovo, neophodno je da se napravi distinkcija između otpada i smeća. Otpad nije samo smeće koje zagađuje životnu sredinu nego se tretira kao materijalni i sirovinski resurs koji utiče na nižu proizvodnu cenu konačnog proizvoda i time poboljšava konkurentnost proizvođača (Trstenjak, 2019; Rončević, 2019). Na taj način cirkularna ekonomija može imati pozitivan uticaj na generalni porast konkurentnosti. U ovom modelu ekonomije, proizvod kome je uvećana vrednost u procesu proizvodnje (dodata vrednost) ima duži vek upotrebe pre nego što postane smeće, čime se materijalni resursi racionalnije i duže koriste.

Koncept cirkularne ekonomije je neophodno sprovesti zbog očuvanja životne sredine ali i zbog ušteda u troškovima, jer redukcija za novim sirovinama može smanjiti troškove inputa u milionima ili milijardama dolara, što zavisi od veličine i privrednog intenziteta. Benefiti ovog koncepta ekonomije se mogu detektovati kako na mikro nivou tako i na makro nivou. Evropska unija bi mogla na godišnjem nivou u automatizovanom i mašinskoj industriji uštedeti 400-600 milijardi dolara godišnje (Sariatli, 2017).

Ovaj model bi trebalo koristiti gde proizvodno-tehnički zahtevi to omogućavaju. U slučajevima gde je otpad toksičan ili opasan, cirkularni model ne može da se primenjuje. Kao i u svim oblastima,

menadžeri i donosioci odluka moraju posedovati (pored razvijene ekološke svesti), odlična znanja o procesima proizvodnje da bi znali kada i kako se linearni model može zameniti cirkularnim modelom. U ovoj oblasti ne postoji standardizacija tako da odluke koje se odnose na izbor linearna vs. cirkularna proizvodnja zavise od dobrog poznavanja tehnologije i procesa.

Na narednoj slici šematski je prikazan koncept cirkularne proizvodnje, sa povratnom spregom koja pokazuje upotrebu otpada u novom proizvodnom ciklusu, naglašavajući u kom slučaju odnosno sa kojom vrstom otpada je moguće primeniti cirkularni ekonomski model.



Slika 2: Proces proizvodnje u cirkularnom ekonomskom modelu
 Figure 2: Production process in a circular economic model
 Izvor / Source: Munitlak Ivanović (2019, p. 12)

Kao novi koncept, cirkularna ekonomija je jedna od reakcija na ekonomsku krizu iz 2008. godine, jer predstavlja novi koncept upravljanja otpadom. Otpad se sakuplja i prerađuje, nema negativan uticaj na životnu sredinu i ponovo se koristi kao sirovina u procesu proizvodnje. Svaki proces koji omogućava

reciklažu, regeneraciju, korišćenje vrednih svojstava otpada kao ulaza ili izvora energije, direktnu ponovnu upotrebu, smanjenje količine i zapremine otpada pre trajnog odlaganja smatra se obradom otpada. To znači da reciklaža i prerada nisu isti pojmovi, odnosno da je reciklaža metod prerade otpada (Parise

et al., 2015; Yan et al., 2015). Deo otpada koji se ne može preraditi odlazi se trajno i bezbedno. Ovaj proces je prikazan na slici 2.

Cirkularna ekonomija ipak ima neke zajedničke elemente kao koncept linearne ekonomije. Put koji sirovina prođe u procesu polazeći kao resurs kroz proizvodnju, zatim distribuciju i potrošnju i nastanak otpada je isti u slučaju oba koncepta. Ako se rok upotrebe proizvoda ne posmatra samo kroz životni vek, već i kroz dalji životni ciklus (prateći kretanje otpada koji nastaje iz proizvoda), koncept cirkularne ekonomije se sagledava u potpunosti. Faze koje karakterišu model kružnog ekonomskog koncepta prikazane su na slici 2. Pretpostavka od koje se polazi u modelu cirkularne ekonomije je da postoji povratna sprega koja sakupljeni, prerađeni i reciklirani otpad vraća u proizvodnju kao sirovinu.

Uslov za funkcionisanje cirkularnog modela proizvodnje jeste integrisani sistem upravljanja otpadom. Svrha kreiranja takvog sistema je u minimizaciji neupotrebljivog otpada. Slika 3 pokazuje raspored i tok faza i kretanje otpada. Šematski je ovaj sistem upravljanja otpadom prikazan na slici 3. Faze nastanka otpada kreću se ovim redosledom:

1. Faza minimizacije količine čvrstog otpada na mestu gde je nastao (kraj procesa proizvodnje ili potrošnje)
2. Faza reciklaže
3. Faza transformisanja čvrstog otpada
4. Faza sanitarnog odlaganja



Slika 3: Faze procesa minimizacije neupotrebljivog otpada

Figure 3: Phases of minimizing unusable waste
Izvor / Source: Munitlak Ivanović (2019, p. 13)

Faza reciklaže se uzima u obzir tek kada se iscrpe svi načini minimiziranja otpada na mestu njegovog nastanka. Druga faza, transformacija, se primenjuje nakon postizanja maksimalno moguće reciklaže. Faza reciklaže je najvažnija u procesu prerade otpada, jer se na ovaj način redukuje potrošnja novih sirovina iz prirode i istovremeno se smanjuje količina otpada koji se mora trajno odložiti. Otpadni materijal ili neki njegovi delovi mogu se koristiti jednom ili više puta kao zamena za novi predmet rada (sirovinu) ili komercijalne proizvode. U stvari, proces reciklaže se odvija na dva načina:

1. Odvajanje korisnih i upotrebljivih delova iz integralnog čvrstog otpada i njihova prerada ili
2. Uklanjanje komponenti koje zagađuju životnu sredinu iz otpada i omogućavanje njihove ponovne upotrebe. Sve navedene faze i procesi koji su deo vodoprivrednog sistema su neophodni jer su uslov za prelazak na kružni ekonomski model.

ZAKLJUČAK / CONCLUSION

U radu se pošlo od dve hipoteze, osnovne i izvedene. Tokom rada obe hipoteze su dokazane. Hipoteza da je linearni model uzrokovao dosta štete i troškova životnom okruženju i privredi je prilikom opisa oba koncepta dokazana, i jasno je da kada postoji mogućnost zamene linearnog modela cirkularnim to treba učiniti. Ta mogućnost ne postoji uvek, jer nije svaki otpad pogodan za ponovnu upotrebu. Kroz šematske prikaze i njihovo objašnjenje dokazano je da je trajanje otpada mnogo kraće u linearnom nego u cirkularnom modelu, što je bila pretpostavka izvedene hipoteze. Kada je otpad opasan, ne postoji mogućnost da se linearni model zameni cirkularnim modelom. Da li ta mogućnost postoji ili ne, utvrdiće sistem upravljanja otpadom. Linearni model je bio masovan do i tokom XX veka a napor da se uvede cirkularna proizvodnja su počeli u XXI veku. Cirkularni ekonomski model je "kružnog" oblika odnosno postoji povratna sprega, te se smatra da ovaj oblik proizvodnje podržava cirkularna kretanja karakteristična za prirodne procese. Dilema linearni vs. cirkularni model ne bi trebalo ni da postoji, jer kada postoji mogućnost da se uvede cirkularni model to treba i učiniti, pošto ovaj model ne samo da je ekološki prihvatljiviji i podržava koncept održivog razvoja nego i privredu koja je koristi čini konkurentnijom odnosno ekonomski isplativijom.

Zahvalnica / Acknowledgements

Istraživanja je finansiralo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Ev.br. 451-03-68/2022-14/200125).

The authors acknowledge financial support of the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia (Grant No. 451-03-68/2022-14/200125).

LITERATURA / REFERENCES

- [1] Arsić, Lj., Đokić, N., Premović, J., Grbić, A. (2019). Uticaj prirodnih i tehnoloških katastrofa na povećanje broja "ekoloških izbeglica". *Ecologica*, 24(96), 463-469.
- [2] Baiardi, D. (2020). Do sustainable energy policies matter for reducing air pollution?. *Energy Policy*, 140, 111364.
- [3] Bilgaev, A., Dong, S., Li, F., Cheng, H., Sadykova, E., Mikheeva, A. (2020). Assessment of the current eco-socio-economic situation of the Baikal region (Russia) from the perspective of the Green economy development. *Sustainability*, 12 (9), 3767.
- [4] Blanuša, A., Petrović, S., Žikić, S., Trifunović, D. (2022). Uticaj lokalne samouprave na održivi razvoj agrarnog potencijala. *Ecologica*, 29(105), 1-7.
- [5] Cachada, A., Rocha-Santos, T., Duarte, A. C. (2018). Soil and pollution: an introduction to the main issues. In: *Soil pollution* (pp. 1-28). Academic Press.
- [6] Drijača, M., Buntak, K. (2019). Generic model of integrated management system. In: *63rd European Congress of Quality Rediscovering Quality*, Lisbon, Portugal.
- [7] Munitlak Ivanovic, O. (2019). Ecological responsibility and sustainable development as preconditions for development of the concept of circular economy. In: *Green Business: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 1-16). IGI Global.
- [8] Munitlak Ivanović, O., Mitić, P. (2019). Impact of natural disasters on sustainable development through model of linear and circular economy. Međunarodna naučna konferencija: *Uticaj prirodnih i tehnoloških katastrofa na životnu sredinu i privredu*, Zbornik apstrakata, Naučno-stručno društvo za zaštitu životne sredine Srbije „Ecologica“, Beograd, Srbija, 107-108.
- [9] Munitlak Ivanović, O. (2020). Razvoj pametnih gradova – primer četvrte industrijske revolucije, *Ecologica*, 27(97), 15-21.
- [10] Parise, M., Closson, D., Gutiérrez, F., Stevanović, Z. (2015). Anticipating and managing engineering problems in the complex karst environment. *Environmental Earth Sciences*, 74(12), 7823-7835.
- [11] Rončević, T. (2019). *Problemi s odlaganjem komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj* (Doctoral dissertation, Polytechnic of Sibenik. Administrative Law).
- [12] 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), 31-34.
- [13] Sremac, S., Smiljanić, S. (2021). Pakovanje opasnih materija u propisanu ambalažu. *Ecologica*, 28(101), 22-28.
- [14] Trstenjak, M. (2019). *Logistika reciklaže* (Doctoral dissertation, University North. University centre Varaždin. Department of Technical and Economic Logistics).
- [15] Yan, J., Gorai, P., Ortiz, B., Miller, S., Barnett, S. A., Mason, T., ... & Toberer, E. S. (2015). Material descriptors for predicting thermoelectric performance. *Energy & Environmental Science*, 8(3), 983-994.
- [16] Vujić, M., Madžgalj, J., Stojanović, B. (2017), Teorije populacionog progresa do koncepta održivog razvoja, *Ecologica*, 24(87), 521-527.
- [17] Živanović, B., Cvejić, A., Aćimović, Ž. (2019). Rizici finansiranja proizvodnje u poslovnom bankarstvu Republike Srbije. *Ecologica*, 26(96), 535-560.