

DOPRINOS UNAPREĐENJU ODRŽIVOSTI SISTEMA ZA PRENOS POŠILJAKA KROZ OPTIMIZACIJU PAKOVANJA

Momčilo Dobrodolac¹, Dragan Lazarević¹, Aleksandar Trifunović¹, Đorđe Popović²

¹Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet,

m.dobrodolac@sf.bg.ac.rs, d.lazarevic@sf.bg.ac.rs, a.trifunovic@sf.bg.ac.rs

²Univerzitet u Istočnom Sarajevu – Saobraćajni fakultet Doboj,

djordje.popovic@sf.ues.rs.ba

Rezime: *Cilj ovog rada jeste da ukaže na značaj održivih pristupa i rešenja za pakovanje poštanskih pošiljaka, imajući u vidu da postoji direktna povezanost između ovog procesa i održivosti čitavog sistema za prenos pošiljaka. U radu je dat pregled doprinosa unapređenju održivosti za tri izdvojena pristupa: reciklabilna ambalaža, višekratna ambalaža i precizno dimenzionisana ambalaža (real-size). Dodatno, kroz islustrativni numerički primer pokazan je značajan potencijal za unapređenje održivosti sistema za prenos pošiljaka primenom optimizovanih rešenja pakovanja.*

Ključne reči: *održivost poštanskog sistema, optimizovana rešenja pakovanja, reciklabilna ambalaža, višekratna ambalaža, real-size ambalaža*

1. Uvod

Sistemi za prenos pošiljaka predstavljaju ključne subjekte u sektoru uslužnih delatnosti, jer za širok spektar poslovnih i privatnih korisnika obezbeđuju različite vrste poštanskih i logističkih usluga. Nudioci usluga nastoje da istovremeno ispune zahteve korisnika i ostvare što veći nivo profitabilnosti. Tehnološki proces prenosa pošiljaka obuhvata više uzastopnih faza, među kojima je dostava u okviru uručenja jedna od tehnološki i finansijski najzahtevnijih [1], [2]. Dobro organizovana dostava jedan je od bitnijih segmenata pri prenosu pošiljaka i iz razloga što je reč o fazi koja podrazumeva direktan kontakt sa korisnicima. Da bi optimizovali dostavu, poštanski operatori pribegavaju različitim rešenjima. Jedno od predloženih rešenja jeste ponuda usluge sa unapređenom vremenskom dostupnošću. Takođe, u praksi je sve više prisutno uvođenje samouslužnih mašina koje su dostupne korisnicima 24 časa dnevno, 7 dana u nedelji [3], [4]. Pored dostave, kao najzahtevnije faze, poštanski operatori kontinuirano teže optimizaciji celokupnog procesa prenosa pošiljaka, kako u pogledu smanjenja troškova, tako i u pogledu podizanja kvaliteta usluge. U dostupnoj literaturi mogu se pronaći brojna istraživanja koja se bave unapređenjem funkcionisanja poštanskih sistema, najčešće kroz analizu postojećeg stanja i identifikaciju pravaca daljeg razvoja [5].

Pored ekonomske održivosti, koja ima direktan interni uticaj na kompaniju, poštanski operatori su danas pod sve većim pritiskom da očuvaju i unaprede održivost i u društvenoj i u ekološkoj dimenziji. Društveni aspekt podrazumeva pre svega obezbeđivanje teritorijalne, vremenske i ekonomske dostupnosti poštanskih usluga za korisnike, kao i inkluziju različitih društvenih slojeva i grupa u poštanski sistem. Uticaji čoveka na životnu sredinu su različitog porekla, vrste i intenziteta, ali u mnogim oblicima izazivaju značajne negativne posledice. Njihovo ublažavanje ili eliminisanje predstavlja izuzetno aktuelan zadatak na globalnom nivou. Jedan od najznačajnijih negativnih uticaja odnosi se na emisiju štetnih gasova, nastalu kao produkt sagorevanja fosilnih goriva u transportu. Korišćenje fosilnih goriva predstavlja rastući problem, jer doprinosi visokom nivou emisije CO₂ i zahteva adekvatne korektivne mere i društvenu pažnju [6], [7]. Posebno je važno istaći da u logističkim i poštanskim sistemima i sam način pakovanja pošiljaka može imati indirektan, ali značajan uticaj na životnu sredinu: neadekvatne ili prevelike ambalaže povećavaju zapreminu i masu pošiljke, smanjuju iskorišćenost transportnog prostora i posledično dovode do angažovanja dodatnih resursa, a samim tim i većih emisija štetnih gasova. Ostaci korišćene ambalaže, doprinose zagađenju životne sredine. Dodatno, jasan je i negativan aspekt po pitanju uvećanja troškova. U skladu sa navedenim, fenomen koji se razmatra se može sagledati sa dva nezavisna stanovišta - kao problem pakovanja pošiljaka i iskorišćenja tovarnog prostora transportnog sredstva, odnosno kao problem iskorišćenja i korišćenja ambalaže za pošiljke. U oba slučaja, adekvatna rešenja mogu delovati pozitivno na održivost čitavog sistema za prenos pošiljaka. Kada govorimo o unapređenju iskorišćenja tovarnog prostora, zasniva se na primeni različitih algoritama, koji rešavaju zadatak koji je u literaturi poznat kao 3D bin packing problem. Cilj je da se što efikasnije rasporede, odnosno spakuju poštanske pošiljke u ograničen prostor kao što su tovarni prostor poštanskog vozila ili kontejnera, kako bi se smanjio broj tura, odnosno povećala efikasnost čitavog procesa prenosa [8].

U ovom radu, fokus je usmeren na pregled održivih rešenja ambalaže, sa ciljem podizanja svesti ka unapređenju održivosti i sagledavanju efekata u poštanskim sistemima. Prikazani su rezultati analize doprinosa unapređenju održivosti poštanskog sistema, za tri izdvojena rešenja održive ambalaže: reciklabilna ambalaža, višekratna ambalaža i precizno dimenzionisana ambalaža (real-size). Dodatno, prikazan je ilustrativni numerički primer kroz koga se može sagledati uticaj optimizovanih rešenja pakovanja.

2. Pregled literature i iskustava iz prakse

Istraživačke studije u oblasti korišćenja održive ambalaže obuhvataju skup različitih tema. Istraživanja se uglavnom bave različitim vidovima optimizacije ambalaže, kao što su prilagođavanje dimenzija pakovanja, standardizacija, sastav materijala za izradu i reciklaža, višekratna ambalaža u logistici i sl. U literaturi se mogu pronaći brojna istraživanja koja se odnose na korišćenje reciklirane ambalaže, što je već duže vreme tendencija u logističkim lancima [9], [10]. Jedan od istaknutih trendova se odnosi i na koncept višekratne i povratne ambalaže. U nastavku je kratak prikaz pojedinih istraživanja, koji se odnose na korišćenje višekratne ambalaže u različitim oblastima logistike. Prethodno je potrebno definisati razliku odnosno povezanost između povratne i višekratne ambalaže. Višekratna ambalaža se može koristiti više puta, bez obaveznog povratka istom pošiljaocu ili operatoru. Sa druge strane, višekratna ambalaža koja se

vraća nazad u sistem (pošiljaocu, operatoru...) radi ponovne upotrebe je povratna ambalaža, pri čemu je od velikog značaja organizacija povratne logistike. Naime, svaka povratna ambalaža je višekratna, ali nije svaka višekratna ambalaža automatski i povratna.

U radu [11], autori su se bavili razvojem modela zatvorenog lanca snabdevanja za povratnu transportnu ambalažu izrađenu od samozaceljujućih polimera, sa ciljem unapređenja ekonomske i ekološke održivosti. Model koristi višekriterijumski pristup koji istovremeno maksimizuje profit i minimizuje emisije, uz primenu metaheurističkih metoda. U istraživanju [12] analizira se upotreba povratne ambalaže u automobilskom lancu snabdevanja i određuje optimalan broj povratne ambalaže u uslovima neizvesne tražnje i promenljivih vremenskih odrednica povratne logistike. Korišćenjem simulacionih eksperimenata i analize osetljivosti, utvrđeno je da je veća početna nabavka povratne ambalaže isplativija kada su operacije dugotrajnije, dok se korist smanjuje kada je period poslovanja kratak i neizvesnost velika. U istraživanju [13] se ide i korak dalje u eksploatacionom smislu, gde se analizira slučaj kompanija koje iznajmljuju višekratnu ambalažu. Naime, rad analizira upravljanje višekratnom ambalažom iz perspektive ovih kompanija, pri čemu se predlaže strategija deljenja za optimizaciju svakodnevnih procesa distribucije i rutiranja. Na osnovu studije slučaja jedne kineske kompanije, razvijen je okvir za podršku odlučivanju koji optimizuje tokove i rute vozila. Empirijski rezultati pokazuju da predloženi pristup smanjuje troškove transporta za 28,1% i istovremeno donosi ekološke i društvene koristi kroz kraće putne distance. Kada je reč o upravljanju povratnom ambalažom, u radu [14] korišćena je FlexSim simulacija i pokazano je da uvođenje povratne ambalaže i njen dobro organizovan prenos unapređuje efikasnost poslovanja i smanjuje troškove. Brojna istraživanja su posvećena uticaju povratne ambalaže na unapređenje održivosti u okviru logističkih sistema, naročito nakon ekspanzije e-trgovine [15]. Kada je reč o prenosu pošiljaka i višekratnoj ambalaži, istraživanja se uglavnom vezuju za prenos ekspres pošiljaka. U istraživanju [16], navodi se da prenos ekspres pošiljaka u Kini, kao i svuda u svetu, doživljava ekspanziju i da je samo u 2021. godini broj dostava iznosio preko 108 milijardi. Zbog rastuće potražnje za ambalažom i pratećih pritisaka na životnu sredinu, široka primena višekratne poštanske ambalaže postala je ključna za promovisanje koncepta „reduce, reuse, recycle“ (3R). U studiji je sprovedena analiza životnog ciklusa i izvršeno poređenje ekološkog uticaja višekratne ambalaže sa tradicionalnom ambalažom. Definisano je pet scenarija, uključujući klasične plastične kese i kartonske kutije, kao i višekratne kese i kutije. Rezultati su pokazuju da korišćenje višekratnih ambalažnih kesa, smanjuje negativan ekološki uticaj za 59% u odnosu na put spaljivanja otpada i 26% u odnosu na recikliranje plastičnih kesa. Višekratne ambalažne kutije imaju 63% manji negativni ekološki uticaj u odnosu na tradicionalne kartonske kutije. Rezultati studije pokazuju i da bi se smanjilo zagađenje i emisije gasova sa efektom staklene bašte, višekratne kutije i kese treba upotrebiti najmanje pet odnosno petnaest puta. U radu [17], autori takođe navode da e-trgovina značajno doprinosi zagađenju životne sredine usled velike količine ambalažnog otpada. Kao odgovor, takođe se predlaže primena višekratne ambalaže. Takođe, navodi se da se široka primena višekratne ambalaže suočava i sa značajnim izazovima, pre svega visokim početnim investicionim troškovima i reciklažom. Kako bi se ovi izazovi prevazišli, poboljšala efikasnost korišćenja resursa i smanjila neusklađenost između ponude i potražnje, deljenje zaliha (inventory sharing) ističe se kao efikasna mera. Ističe se da upravo deljenje višekratne ambalaže između operatora olakšava prevazilaženje

problema visokih početnih ulaganja i složenog procesa reciklaže, čime se podstiče šira primena i održivost ovog koncepta. Studija [18] se bavi razvojem modela za uporednu analizu emisija CO₂ kod jednokratne i višekratne ambalaže za prenos pošiljaka, koji je potom primenjen na dva sistema višekratne ambalaže trenutno dostupnih na tržištu. Rezultati pokazuju da postoje značajne razlike u izračunatim emisijama CO₂ analizirane jednokratne i višekratne ambalaže, gde višekratna ambalaža već nakon nekoliko upotreba postaje bolja opcija.

U nastavku su prikazani primeri iz prakse poštanskih operatora, uključujući i kompaniju Amazon, i njihova rešenja na polju održive ambalaže za prenos pošiljaka.

U okviru kompanije DHL, navode da globalno tržište održivog pakovanja očekuje da dostigne 418,6 milijardi dolara do 2027. godine, dok 85% potrošača navodi da održivo pakovanje utiče na njihove odluke o kupovini i korišćenju usluga. Regulatorni pritisci takođe rastu, jer vlade širom sveta uvode strože zahteve. Održivo pakovanje podrazumeva smanjenje uticaja na životnu sredinu tokom celog životnog ciklusa proizvoda – od nabavke i proizvodnje, do dostave i odlaganja. To znači upotrebu materijala i dizajna koji smanjuju otpad, emisije i zadržavaju resurse u opticaju što je duže moguće. Postoji više vrsta održivog pakovanja, uključujući reciklabilno, kompostabilno, biorazgradivo, višekratno, minimalističko i pakovanje sa recikliranim sadržajem. Ovakva rešenja pomažu da se smanji ekološki uticaj, privuku ekološki osvešćeni potrošači, umanju otpad i optimizuje upotreba prostora tokom transporta. Iako održivo pakovanje može delovati skuplje na početku, dugoročno donosi uštede kroz lakše materijale, manju količinu korišćenih materijala, izdržljivost višekratnih rešenja i izbegavanje kazni povezanih sa novim propisima. Kompanija nudi rešenja za optimizaciju pakovanja i pouzdane izvore održivih materijala eksternim partnerima, kako bi se prevazišle barijere poput cene, performansi materijala, skalabilnosti i dostupnosti.¹

Kompanija FedEx aktivno razvija i koristi održiva pakovanja kao deo svoje strategije smanjenja emisija i unapređenja ekološke odgovornosti. Kompanija nudi ambalažu koja je u potpunosti reciklabilna, kao i proizvode izrađene od recikliranog sadržaja, čime doprinosi smanjenju upotrebe primarnih resursa. Poseban akcenat stavlja se na višekratna pakovanja, uključujući i scenario povratnog toka ambalaže, čime se smanjuje količina otpada i ukupni ekološki otisak. FedEx insistira na optimalnoj upotrebi materijala, dizajnirajući pakovanja sa minimalnom potrebnom količinom materijala (*right-size your packaging*) kako bi se smanjila masa, zapremina i potrošnja resursa, uz održavanje potrebnog nivoa zaštite sadržaja tokom transporta. Kompanija kroz svoj *Packaging Lab* omogućava korisnicima besplatna testiranja performansi pakovanja, čime osigurava da održiva ambalaža zadovoljava tehnološke i logističke zahteve u realnim uslovima prenosa. Sve ove aktivnosti deo su šire strategije FedEx-a usmerene ka postizanju neutralnosti emisija CO₂ do 2040. godine, u kojoj održivo pakovanje predstavlja jedan od ključnih elemenata.²

Kompanija UPS (*United Parcel Service*) je takođe posvećena unapređenju cirkularne ekonomije kroz održive prakse pakovanja. To podrazumeva smanjenje otpada, povećanje mogućnosti reciklaže i upotrebu obnovljivih materijala. Kompanija takođe radi na unapređenju svojih sistema reverzne logistike kako bi omogućila bolju ponovnu

¹ <https://www.dhl.com/discover/en-global/logistics-advice/sustainability-and-green-logistics/sustainable-packaging-in-logistics>

² <https://www.fedex.com/en-us/shipping/packing/supplies/sustainable-packaging.html#explorepackaging>

upotrebu ambalaže i efikasnije vraćanje materijala u tok reciklaže. Kina je postala prva država u okviru UPS mreže koja je uvela biorazgradive kese za pakovanje u svoje poslovanje, koje se razgrađuju u roku od 180 dana putem kompostiranja. Cilj kompanije je da zaključno sa ovom godinom 100% ambalaže bude reciklabilno.

Kompanija Amazon svakodnevno isporučuje veliki broj pošiljaka, pri čemu im je prioritet brza i bezbedna dostava sa što manje ambalaže. U cilju smanjenja otpada, koriste naučno zasnovane pristupe kako bi obezbedili ambalažu odgovarajućih dimenzija, reciklabilnu i skalabilnu. Strategija pakovanja, zasnovana je na četiri principa:

- Izbegavanje dodatne ambalaže, tako što proizvode šalju u originalnoj fabričkoj ambalaži kada god je to moguće - *Ships in Product Packaging* pristup. Koristeći mašinsko učenje, identifikuje se sve veći broj artikala pogodnih za ovaj pristup. U 2024. godini 12% svih paketa globalno, isporučeno je bez dodatne Amazon ambalaže. Više od 1 milijarde narudžbina globalno isporučeno je bez dodatne Amazon ambalaže od 2019. Od 2015. godine, programi smanjenja ambalaže pomogli su kompaniji Amazon da izbegne više od 4 miliona tona ambalažnog materijala;
- Kada je potrebna dodatna ambalaža, daje se prednost lakšim, kompaktnijim rešenjima. Koristi se i veštačka inteligencija za identifikovanje dodatnih mogućnosti optimizacije. U Evropi su instalirane automatske mašine za pakovanje koje kreiraju ambalažu po meri svake porudžbine. Ove mašine koriste senzore za merenje tačnih dimenzija proizvoda i formiraju prilagođenu papirnu kesu ili kutiju, u zavisnosti od nivoa potrebne zaštite. To znači manje praznog prostora, manje upotrebljenog materijala i ambalažu koju je lakše reciklirati. Mašina direktno nanosi transportnu etiketu, čineći pakovanje spremnim za trenutnu otpremu;
- Daje se prednost materijalima koji se mogu reciklirati u domaćinstvima i istovremeno se radi na smanjenju jednokratne plastike. 100% ambalažnog materijala u Evropi i Indiji može se reciklirati u domaćinstvu, dok je u SAD i Kanadi 99,7% poštanskih koverata zamenjeno reciklabilnim papirnim alternativama;
- Kontinuirana saradnja sa partnerima iz javnog i privatnog sektora kako bi se razvila i primenila održivija ambalažna rešenja i unapredila globalna infrastruktura za reciklažu.

Strategija optimizacije i unapređenja reciklaže obuhvata i ambalažu za Amazon uređaje³⁴.

3. Analiza doprinosa unapređenju održivosti izdvojenih rešenja

U nastavku će biti prikazani rezultati analize doprinosa unapređenju održivosti poštanskog sistema, za tri izdvojena rešenja održive ambalaže: reciklabilna ambalaža, višekratna ambalaža i precizno dimenzionisana ambalaža (*real-size*). Važno je naglasiti

³ <https://www.aboutamazon.eu/news/sustainability/how-amazon-is-reducing-packaging-in-europe-and-why-it-matters>

⁴ <https://www.aboutamazon.eu/news/sustainability/how-amazon-is-reducing-packaging-in-europe-and-why-it-matters>

da se ovi pristupi međusobno dopunjuju. Poželjno je da višekratna i real-size ambalaža budu izrađene od reciklabilnih materijala, čime se dodatno povećava njihov pozitivan efekat na smanjenje otpada, troškova i ukupnog negativnog ekološkog uticaja. Analiza je strukturirana u skladu sa tri dimenzije održivosti – ekološkom, ekonomskom i društvenom, pri čemu je cilj sistematično sagledavanje direktnih i indirektnih efekata svakog od navedenih pristupa. Stavovi i mišljenja prikazani u narednim tabelama su rezultat procene autora, uzimajući u obzir relevantnu literaturu, primere dobre prakse i profesionalno iskustvo u oblasti poštanskih i logističkih sistema.

Tabela 1. Pregled doprinosa unapređenju održivosti – reciklabilna ambalaža

Dimenzija održivosti	Karakteristike i aktivnosti	Efekti i doprinos održivosti
Ekološka	Ambalaža izrađena od papira, kartona ili plastike koja se lako reciklira; Upotreba recikliranog materijala; Sortiranje i odlaganje u postojeće tokove reciklaže.	Manja potreba za primarnim sirovinama; Manje otpada koji nije podložan reciklaži ili se teško reciklira; Niže emisije CO ₂ ; Jačanje cirkularne ekonomije.
Ekonomska	Neretko niža cena nabavke u odnosu na višekratnu ambalažu; Brza primena bez velikih infrastrukturnih promena; Korišćenje potencijalnih subvencija i olakšica za nabavku reciklabilnih materijala.	Smanjeni troškovi odlaganja otpada; Bez troškova povratne logistike; Potencijalno niži ukupni troškovi zahvaljujući nižim cenama materijala, subvencijama, olakšicama i bonusima.
Društvena	Transparentno i lako razumljivo održivo rešenje; Upoznavanje korisnika usluga sa materijalima koji se koriste; Promocije i uputstva za odlaganje ambalaže.	Visok stepen prihvatanja od strane korisnika, jer znaju da doprinose očuvanju životne sredine; Podsticanje navika pravilnog odlaganja otpada; Smanjenje zagađenja u urbanoj sredini; Pozicioniranje poštanskog operatora kao ekološki odgovornog; Podizanje svesti u društvu o značaju procesa reciklaže i zaštite životne sredine.

Tabela 2. Pregled doprinosa unapređenju održivosti – višekratna ambalaža

Dimenzija održivosti	Karakteristike i aktivnosti	Efekti i doprinos održivosti
Ekološka	Kutije, kese, koverta i torbe namenjene višestrukoj upotrebi; Uspostavljanje povratnog toka ambalaže (prikupljanje, čišćenje, ponovna distribucija); Smanjenje proizvodnje jednokratnih pakovanja.	Značajno smanjenje količine ambalažnog otpada; Ukupno niže emisije CO ₂ u odnosu na jednokratnu ambalažu nakon određenog broja ciklusa upotrebe; Smanjenje negativnih efekata uništavanja ambalažnog otpada.
Ekonomska	Viši početni trošak proizvodnje, ali raspodeljen na veći broj ciklusa upotrebe; Povratna logistika; Veća otpornost ambalaže smanjuje oštećenja sadržaja.	Dugoročne uštede kroz višestruku upotrebu; Smanjenje troškova reklamacija usled manje oštećenja pošiljaka; Dobro organizovana povratna logistika, može imati pozitivan uticaj na troškove.
Društvena	Ekološka posvećenost operatora; Bolja zaštita pošiljke; Edukacija o značaju ponovne upotrebe ambalaže.	Smanjenje otpada u lokalnim zajednicama; Povećano poverenje u kompaniju; Pozicioniranje poštanskog operatora kao ekološki odgovornog; Podizanje svesti u društvu o značaju ponovne upotrebe ambalaže.

Tabela 3. Pregled doprinosa unapređenju održivosti – precizno dimenzionisana ambalaža (*real-size*)

Dimenzija održivosti	Karakteristike i aktivnosti	Efekti i doprinosi održivosti
Ekološka	Ambalaža dimenzionisana prema dimenzijama pošiljke; Manja zapremina i masa upakovane pošiljke; Manja količina materijala za popunjavanje ambalaže.	Efikasnije iskorišćenje tovarnog prostora – manje emisije CO ₂ po pošiljci; Ušteda materijala i manje otpada.
Ekonomska	Manje potrebnog materijala.	Niži troškovi za nabavku materijala; Efikasnije iskorišćenje tovarnog prostora – niži troškovi transporta i skladištenja.
Društvena	Bolje korisničko iskustvo (kompaktniji paketi, manje otpada kod otvaranja); Edukacija o značaju racionalnog korišćenja materijala.	Viši nivo zadovoljstva korisnika; Pozicioniranje poštanskog operatora kao ekološki odgovornog; Smanjenje otpada u lokalnim zajednicama; Podizanje svesti u društvu o značaju racionalnog korišćenja materijala.

U nastavku je prikazan ilustrativni numerički primer doprinosa održivosti poštanskom sistemu u slučaju primene pristupa precizno dimenzionisane ambalaže, izraženog kroz uštedu na materijalu za izradu, odnosno otpadu. Količina ovog materijala ima direktan uticaj na količinu otpada, kao i na troškove njegove nabavke. Za kalkulaciju ovako definisanog doprinosa, izvedena je formula za određivanje relativnog smanjenja mase ambalaže:

$$r_m = \frac{m_{\text{staro}} - m_{\text{novo}}}{m_{\text{staro}}} \cdot 100\% \quad (1)$$

, gde je r_m relativno smanjenje mase ambalaže, izraženo u procentima, m_{staro} – masa prethodne (standardne) ambalaže pre uvođenja *real-size* rešenja, a m_{novo} – masa nove, precizno dimenzionisane (*real-size*) ambalaže.

Kako bi se odredio pokazatelj godišnje uštede materijala, odnosno otpada, izvedena je sledeća formula:

$$\Delta M_{\text{god}} = (m_{\text{staro}} - m_{\text{novo}}) \cdot N \quad (2)$$

, gde je ΔM_{god} godišnja ušteda materijala ili otpada (u kilogramima ili tonama), m_{staro} – masa prethodne (standardne) ambalaže pre uvođenja *real-size* rešenja, a m_{novo} – masa nove, precizno dimenzionisane (*real-size*) ambalaže i N – broj posmatranih pošiljaka na godišnjem nivou.

Na osnovu formula (1) i (2), kao i usvojene vrednosti mase prethodne (standardne) ambalaže pre uvođenja *real-size* rešenja ($m_{\text{staro}} = 60$ g), koja je usklađena sa zvaničnim informacijama poštanskih operatora za koverat dimenzija 270×350 mm, kao i mase nove, precizno dimenzionisane *real-size* ambalaže (usvojena vrednost $m_{\text{novo}} = 50$ g), izračunati su pokazatelji koji ilustruju doprinos unapređenju održivosti poštanskog sistema. Analizirane su ekspres pošiljke u domaćem saobraćaju, kojih je prema podacima

Svetskog poštanskog saveza za 2023. godinu bilo 11.967.142⁵. Za potrebe ovog proračuna usvojena je pretpostavka da se navedena *real-size* ambalaža može primeniti kod 30% pošiljaka, što iznosi $N = 3.590.143$ pošiljke.

Na osnovu podataka u navedenom primeru, relativno smanjenje mase ambalaže iznosi:

$$r_m = 16,7\%,$$

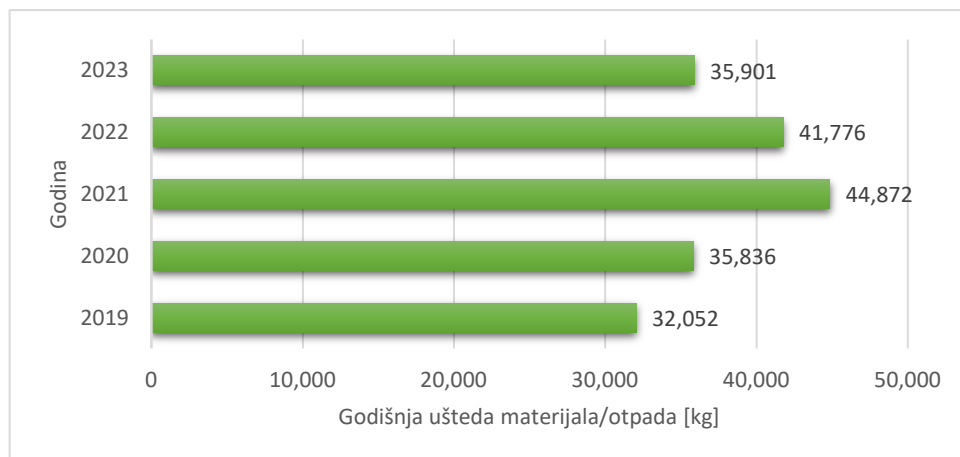
dok godišnja ušteda materijala ili otpada iznosi:

$$\Delta M_{\text{god}} = 35.901 \text{ kg},$$

odnosno približno 36 t.

Potrebno je još jednom naglasiti da je za proračun ovog pokazatelja uzeto u obzir samo 30% ekspres pošiljaka u domaćem saobraćaju. Stoga bi ukupne uštede bile značajno veće ukoliko bi se analiza proširila i na druge vrste pošiljaka i ambalaže. Dodatno, razlika između m_{staro} i m_{novo} u mnogim slučajevima može biti i veća, što bi dodatno povećalo ukupne uštede materijala i otpada.

Na osnovu dostupnih podataka Svetskog poštanskog saveza o broju ekspres pošiljaka u domaćem saobraćaju za petogodišnji interval od 2019. – 2023. godine, zadržavajući ostale parametre iz prethodnog primera (vrsta ambalaže, m_{staro} , m_{novo} , 30% od broja ekspres pošiljaka u domaćem saobraćaju) dobijeni su pokazatelji godišnje uštede materijala ili otpada i prikazani su na narednoj slici.



Slika 1. Godišnje uštede materijala/otpada za period od 2019. – 2023. godine

Na osnovu dobijenih rezultata, jednostavno je zaključiti da bi u skladu sa definisanim parametrima, ukupne uštede u materijalu/otpadu za analiziranih pet godina iznosile 190.437 kg (≈ 190 t). Kao što je u ranijoj diskusiji navedeno, uštede bi mogle biti znatno veće ukoliko bi se u obzir uzeli svi realni pokazatelji.

⁵ http://pls.upu.int/pls/ap/ssp_report.CreateReport2020

4. Zaključak

Uvođenje različitih rešenja održive ambalaže i optimizacije pakovanja u sisteme za prenos pošiljaka predstavlja veoma važan korak ka unapređenju održivosti čitavog sistema. Zahvaljujući ovakvom pristupu i implementaciji različitih rešenja, moguće je bolje planirati resurse, ostvariti ekonomske uštede, doprineti očuvanju životne sredine, što sve posredno ima pozitivan uticaj i na društvo u celini. Istovremeno, odgovornim ponašanjem, kompanija se bolje pozicionira na tržištu i kod korisnika ostvaruje dodatno poverenje. Sa druge strane, različita rešenja koja se mogu implementirati zahtevaju i određene dodatne aktivnosti, poput planiranja programa reciklaže, organizovanja povratne logistike, nabavku opreme i obuku kadrova za precizno pakovanje i sl. U radu je dat kratak pregled doprinosa unapređenju održivosti za tri izdvojena rešenja održive ambalaže: reciklabilna ambalaža, višekratna ambalaža i precizno dimenzionisana ambalaža (real-size). Dodatno, na islustrativnom numeričkom primeru, pokazan je značajan potencijal za unapređenje održivosti kroz optimizaciju pakovanja.

Buduća istraživanja mogu doprineti razvoju održivijih rešenja, što će dodatno oblikovati globalnu logistiku i odgovoriti na rastuće zahteve savremenog tržišta.

Literatura

- [1] M. Moshref-Javadi, S. Lee, and M. Winkenbach, "Design and evaluation of a multi-trip delivery model with truck and drones," *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 136, p. 101887, Apr. 2020, doi: 10.1016/J.TRE.2020.101887.
- [2] D. Lazarević, Đ. Popović, M. Y. Çodur, and M. Dobrodolac, "Fuzzy Logic Approach for Evaluating Electromobility Alternatives in Last-Mile Delivery: Belgrade as a Case Study," *Energies 2024, Vol. 17, Page 6307*, vol. 17, no. 24, p. 6307, Dec. 2024, doi: 10.3390/EN17246307.
- [3] A. Seghezzi, C. Siragusa, and R. Mangiaracina, "Parcel lockers vs. home delivery: a model to compare last-mile delivery cost in urban and rural areas," *Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag.*, vol. 52, no. 3, pp. 213–237, Mar. 2022, doi: 10.1108/IJPDLM-03-2020-0072.
- [4] D. Lazarević, M. Dobrodolac, M. Dobrodolac, and D. Marković, "Implementation Of Mobile Parcel Lockers In Delivery Systems-Analysis By The Ahp Approach", doi: 10.7708/ijtte2023.13(1).04.
- [5] D. Lazarević, M. Dobrodolac, L. Švadlenka, and B. Stanivuković, "A model for business performance improvement: a case of the postal company," *J. Bus. Econ. Manag.*, vol. 21, no. 2, pp. 564–592, Feb. 2020, doi: 10.3846/JBEM.2020.12193.
- [6] T. Peng, S. Zhou, Z. Yuan, and X. Ou, "Life Cycle Greenhouse Gas Analysis of Multiple Vehicle Fuel Pathways in China," *Sustain. 2017, Vol. 9, Page 2183*, vol. 9, no. 12, p. 2183, Nov. 2017, doi: 10.3390/SU9122183.
- [7] D. Lazarevic, L. Švadlenka, V. Radojicic, and M. Dobrodolac, "New Express Delivery Service and Its Impact on CO2 Emissions," *Sustain. 2020, Vol. 12, Page 456*, vol. 12, no. 2, p. 456, Jan. 2020, doi: 10.3390/SU12020456.
- [8] S. Martello, D. Pisinger, and D. Vigo, "The Three-Dimensional Bin Packing Problem," <https://doi.org/10.1287/opre.48.2.256.12386>, vol. 48, no. 2, pp. 256–267, Apr. 2000, doi: 10.1287/OPRE.48.2.256.12386.
- [9] H. Yan, L. Wu, X. Yi, D. D. Wang, and X. Li, "Discussion on Green Express

- Packaging,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 186, no. 4, Oct. 2018, doi: 10.1088/1755-1315/186/4/012062.
- [10] J. Mao, J. Cheng, X. Li, H. Zhao, and C. Lin, “Optimal Design of Reverse Logistics Recycling Network for Express Packaging Considering Carbon Emissions,” *Mathematics*, vol. 11, no. 4, Feb. 2023, doi: 10.3390/MATH11040812.
- [11] B. Sarkar, M. Tayyab, N. Kim, and M. S. Habib, “Optimal production delivery policies for supplier and manufacturer in a constrained closed-loop supply chain for returnable transport packaging through metaheuristic approach,” *Comput. Ind. Eng.*, vol. 135, pp. 987–1003, Sep. 2019, doi: 10.1016/J.CIE.2019.05.035.
- [12] B. Na, M. K. Sim, and W. J. Lee, “An optimal purchase decision of reusable packaging in the automotive industry,” *Sustain.*, vol. 11, no. 23, Dec. 2019, doi: 10.3390/SU11236579.
- [13] G. Liu, L. Li, J. Chen, and F. Ma, “Inventory sharing strategy and optimization for reusable transport items,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 228, Oct. 2020, doi: 10.1016/J.IJPE.2020.107742.
- [14] T. Legiędź, “Trade of return packaging in the process of delivery of raw materials on the example of Kico-Polska Sp. Z O.O.,” *Acta Logist.*, vol. 8, no. 4, pp. 309–317, Dec. 2021, doi: 10.22306/AL.V8I4.229.
- [15] A. Kawa and B. Pierański, “Green logistics in E-commerce,” *Logforum*, vol. 17, no. 2, pp. 183–192, 2021, doi: 10.17270/J.LOG.2021.588.
- [16] K. Zhou *et al.*, “A comprehensive comparison of the life-cycle environmental impacts of traditional and returnable express delivery packaging in China,” *J. Clean. Prod.*, vol. 434, Jan. 2024, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2023.140017.
- [17] H. Sun, “Inventory control for reusable express packaging with under sharing policy,” *Manag. Decis. Econ.*, vol. 45, no. 6, pp. 3677–3689, Sep. 2024, doi: 10.1002/MDE.4213.
- [18] S. Raatz, Z. Lou, T. Zimmermann, and F. Hauschke, “Assessing Reusable Packaging: The Importance of Methodological Choices in Carbon Footprint Calculation,” *Sustain.* 2024, Vol. 16, Page 4723, vol. 16, no. 11, p. 4723, Jun. 2024, doi: 10.3390/SU16114723.

Abstract: *The aim of this paper is to highlight the importance of sustainable approaches and solutions for packaging postal items, given the direct connection between this process and the overall sustainability of the postal system. The paper provides an overview of the contributions to sustainability improvement through three selected approaches: recyclable packaging, reusable packaging, and precisely dimensioned real-size packaging. Additionally, an illustrative numerical example demonstrates the considerable potential for enhancing the sustainability of postal systems through the application of optimized packaging solutions.*

Keywords: *sustainability of the postal system, optimized packaging solutions, recyclable packaging, reusable packaging, real-size packaging*

CONTRIBUTION TO IMPROVING THE SUSTAINABILITY OF THE POSTAL SYSTEM THROUGH PACKAGING OPTIMIZATION

Momčilo Dobrodolac, Dragan Lazarević, Aleksandar Trifunović, Đorđe Popović