

## **Dr. sc. Marko Šundov**

Docent  
Stano-uprava d.o.o.  
E-mail: markosundov2@gmail.com  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2735-1623>

## **Dr. sc. Tomislav Galović**

Redoviti profesor  
Ekonomski fakultet u Rijeci  
E-mail: tomislav.galovic@efri.uniri.hr  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0891-796X>

## **Igor Arapović, univ. spec. oec.**

Doktorand  
Ekonomski fakultet u Rijeci  
E-mail: igor.arapovic@hep.hr  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0284-1845>

# **GOSPODARENJE OTPADOM U FUNKCIJI PROSTORNE UČINKOVITOSTI I SIGURNOSTI URBANIH MIKROZAJEDNICA**

UDK / UDC: 628.4:711.4

JEL klasifikacija / JEL classification: Q53, R14, R52, O18

DOI: 10.17818/EMIP/2025/20

Pregledni rad / Review

Primljeno / Received: 12. veljače 2024. / February 12, 2024

Prihvaćeno / Accepted: 31. ožujka 2025. / March 31, 2025

### ***Sažetak***

*Sve snažniji utjecaj klimatskih i geopolitičkih promjena na migracije stanovništva determiniraju intenzitet i obujam urbanizacije. Predviđanja ukazuju da će do 2050. godine u urbanim središtima živjeti 68,4% ukupnog stanovništva na planetu Zemlji (cca 6,68 milijardi). Sve ovo potvrđuje nužnost uspostavljanja efikasnih procesnih modela kojima će se omogućiti održivi život i razvoj unutar urbanih prostora. Ovim radom želi se ukazati na važnost efikasnog upravljanja procesom gospodarenja otpadom na prostornu učinkovitost i sigurnost kako cijelog urbanog prostora tako i njegovih mikrolokalieta, tj. urbanih mikrozajednica ili kotareva. Na primjeru grada Splita izvršit će se analiza utjecaja postojećeg modela prikupljanja otpada na prostornu učinkovitost urbanih mikrozajednica (kotareva) na temelju neposrednog utjecaja na prometnu infrastrukturu, tj. na prostor predviđen za promet u mirovanju (parkirna mjesta). Temeljna hipoteza glasi: upravljanje procesima odvoza otpada u neposrednoj je korelaciji s rastom prihoda učinkovitim upravljanjem gradskim prostorom. Primjena rezultata ovog rada, u sinergiji sa suvremenim IT rješenjima,*



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

*pridonijet će kreiranju učinkovitih procesa gospodarenja otpadom i upravljanja prometnom infrastrukturom u gradu Splitu.*

***Ključne riječi: urbanizacija, urbani prostor, urbane mikrozajednice, gospodarenje otpadom, prometna infrastruktura.***

## 1. UVOD

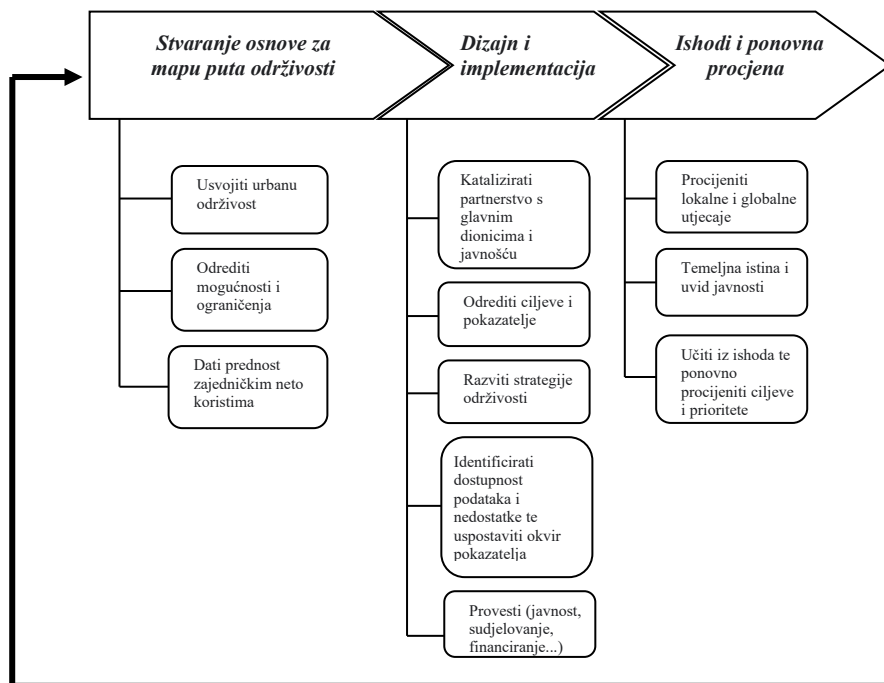
Posljednjih godina istraživanja su se fokusirala na inovativne pristupe u gospodarenju otpadom, uključujući digitalne tehnologije, cirkularnu ekonomiju i participativne modele upravljanja, kako bi se poboljšala prostorna učinkovitost i sigurnost urbanih područja.

Gradovi su najveći potrošači globalnih resursa i najveći proizvođači otpada. To ih čini ključnim elementom koncepta održivog razvoja (Lucertini & Musco, 2020). Koncentracija ljudi, ulaganja i resursa u gradovima ima potencijal i za pozitivne i za negativne posljedice. Unatoč sinergiji za kreativnost, inovacije, ekonomski razvoj i socijalnu dobrobit i dobrobit zajednice, gradovi također mogu doživjeti nerazmjerne razine onečišćenja zraka i vode, gubitka biološke raznolikosti i povećane stope koncentriranog siromaštva. Gradovi se suočavaju s izazovima koji mogu nadvladati njihove napore na postizanju održivosti. Na primjer, održiva urbana područja zahtijevaju poboljšani pristup javnim uslugama, obnovljivim, kao i konvencionalnim izvorima energije, odgovarajuće zaposlenje za stanovnike, kapitalnu ekonomsku i kulturnu jednakost, kao i sve veću otpornost na rastući utjecaj prirodnih opasnosti. Uz to, rastuće urbano stanovništvo stavlja sve veći pritisak na postojeću infrastrukturu te zahtijeva kontinuirano investiranje, dok starenje i pogoršanje infrastrukture stvara daljnji otpad i neučinkovitost unutar gradova. Održivost također mora uzeti u obzir ogromne tokove materijala, energije, financijskih resursa i otpada u gradovima i izvan njih. Unatoč tim izazovima, gradovi imaju potencijal iskoristiti svoj rast i urođenu raznolikost, postajući tako vodeći svjetski predvodnici u pogledu održivosti. Podrška i predanost nacionalnih i lokalnih vlasti određuje uspješnu provedbu rješenja za gospodarenje otpadom, posebno tehnoloških rješenja za povrat vrijednosti otpada. Stoga je potrebno prilagoditi se postojećim inicijativama, normama i praksama u uporabi resursa u lokalnim zajednicama te sukreirati relevantna znanja (Babu, Prieto Veramendi, & Rene, 2021).

Inovacije mogu pridonijeti učinkovitosti javnog sektora smanjenjem troškova i poboljšanjem kvalitete javnih usluga. Premda prevladava mišljenje da su inovacijske aktivnosti javnog sektora daleko slabije od onih u privatnom sektoru, postoji velik broj primjera inovacija u javnom sektoru. Obično se inovacije u javnom sektoru promatraju kao odgovor na rastuće proračunske pritiske i nove zahtjeve društva (Đokić, Rašić & Slijepčević, 2022). Praktičari i znanstvenici

urbane održivosti<sup>1</sup> redovito razvijaju i primjenjuju razne inovativne metode. Primjena takvih metoda i praksi dodatno zahtjeva razumijevanje da gradovi postoje u većem kontekstu ograničenih resursa planeta, stoga postizanje urbane održivosti zahtijeva prepoznavanje međusobnih veza među mjestima i povezanih učinaka akcija. Održivost urbanih područja stoga obuhvaća niz međusobno povezanih ekoloških, ekonomskih i socijalnih pitanja. Uz to, održivost urbanih područja također zahtijeva usvajanje geografskog opsega koji uključuje one ekosustave i ljude koji postoje izvan neposrednih urbanih područja, poput zaleđa i ruralnih regija, na koja utječu urbana potrošnja i zahtjevi. Mjerenje dimenzija urbane održivosti pokazalo se izazovnim, kao i definiranje koncepta, a cilj je odabrati podskup pokazatelja urbane održivosti koji pomažu u identificiranju problema i pritisaka kako bi se pružile korisne informacije za intervenciju u urbanim zajednicama (Daly, 1992). Odabrani pokazatelji predstavljaju tri dimenzije urbane održivosti okoliša, gospodarstva i društva, uključujući kvalitetu zraka, kvalitetu vode, ekološke otiske, financijsko zdravlje, infrastrukturu, obrazovanje i zdravlje zajednice. Ovi pokazatelji ne djeluju izolirano, nego sinergijski.

Slika 1. Putokaz urbane održivosti



Izvor: Ferrão (2016)

<sup>1</sup> Urbana održivost jest postupak kojim se može postići mjerljivo poboljšanje kratkotrajne i dugoročne dobrobiti ljudi, postignuto djelovanjem na okolišnoj (potrošnja resursa s utjecajem na okoliš), ekonomskoj (učinkovitost korištenja resursima i ekonomski povrat) i socijalnoj (socijalna dobrobit i zdravlje) dimenziji.

Potrebe za istraživanjem novih granica u znanosti i razvoju koje mogu dodatno doprinijeti putevima do urbane održivosti uključuju dublje razumijevanje urbanog metabolizma<sup>2</sup> (Ostrom, 2009). Upravljanje kompromisima između ekološke, ekonomske i socijalne dimenzije održivosti – iako ima za cilj maksimiziranje ukupnih neto koristi u odnosu na troškove – važan je dio procesa održivosti. Zbog specifičnosti mjesta i određenih problema s kojima se suočavaju urbana središta, rješenja će vjerojatno ovisiti o situaciji. Međusobno učenje o upravljanju takvim višedimenzionalnim problemima ovisit će o razvoju i analizi baze podataka koja bilježi ove specifičnosti na mnogim mjestima i u situacijama. Istodobna akcija u više sektora i međusobno povezane dimenzije mogu olakšati prijelaz gradova na održivost. Bez obzira na preciznu definiciju, gradovi širom svijeta prihvaćaju koncept urbane održivosti, uključujući rješavanje izazova brzog rasta stanovništva i njegovih utjecaja na ograničene prirodne resurse.

## 2. URBANI PROCESI I PROSTORNA UČINKOVITOST

Učinkovito gospodarenje otpadom oslanja se na suradnju mnogih subjekata. Istraživanja pokazuju da se može promicati očuvanje materijalne vrijednosti na temelju gospodarskih ciklusa boljom razmjenom podataka o otpadu te poboljšanim dijalogom i suradnjom između ključnih dionika (Salmenperä, Pitkänen, Kautto & Saikku, 2021). Gradovi svojom kompleksnom procesnom interakcijom predstavljaju kontinuirani izvor sukoba. Stoga je uspostava efikasnih prometnih, komunalnih, opskrbnih i sigurnosnih sustava temeljni čimbenik za dugoročno održivi razvoj grada. Dinamika i potrošačke navike suvremenog pojedinca neupitno prijete kvaliteti življenja u urbanim središtima, a jedan je od potencijalno najvećih sukoba determiniran procesima gospodarenja otpadom i upravljanja prometnom infrastrukturom. Nedostatak prostora te koncentracija velikog broja stanovnika na određenoj mikrolokaciji zahtijeva holistički (cjeloviti) pristup pri rješavanju ovog problema.

Stoga u rješavanju ovih kompleksnih problema ekonomija znanja ima ključnu ulogu. Obilježja ekonomije znanja jesu prijelaz s ekonomije kojom dominira materijalna imovina u onu koja se temelji na nematerijalnoj, „znanjem intenzivnoj“ imovini, koja se primarno sastoji od ljudskog kapitala i inovacija. U ekonomiji znanja znanje postaje najvažniji čimbenik u ekonomskom razvoju, a znanjem intenzivna imovina smatra se temeljem gospodarskog rasta, konkurentske prednosti u globalnom ekonomskom natjecanju, ali i čimbenikom ljudskog razvoja i kvalitete života (Mršić-Radas & Petković, 2021).

Kompleksnost međuodnosa internih i eksternih procesa urbanih središta te kontinuirane ugroze (pandemije, migracije stanovništva, klimatski poremećaji, onečišćenja i sl.) jasno ukazuje na potrebu definiranja i implementacije ključnih

---

<sup>2</sup> Urbani je metabolizam multidisciplinarna i integrirana platforma koja ispituje materijalne i energetske tokove u gradovima kao složene sustave u obliku različitih društvenih, ekonomskih i okolišnih sila.

processa kojima se nastoji uspostaviti veća razina urbane održivosti, a neki su od najznačajnijih

1) *procesu opskrbe hranom* (za cilj imaju smanjenje ovisnosti o globalnim opskrbnim lancima hranom razvojem urbano-ruralnog povezivanja, čime se značajno umanjuje dužina opskrbnog lanca, a time i potencijalna ugroza generirana prekidom globalnih trgovinskih tokova)

2) *procesu gospodarenja otpadom* (za cilj imaju organizirati cjelovito i efikasno gospodarenje otpadom, čime se umanjuje pritisak na održivi razvojni potencijal urbanog prostora i mogućnost različitih zdravstvenih ugroza na stanovništvo)

3) *procesu urbane sigurnosti* (za cilj imaju osigurati visoku razinu zaštite stanovnika urbanih središta od različitih zdravstvenih, klimatskih, elementarnih i sličnih nepogoda uspostavom „stres testa“ unutar kojeg se simulacijskim scenarijima predviđaju možebitne ugroze)

4) *procesu opskrbe energijom* (za cilj imaju osigurati primarnu i alternativnu mrežu napajanja urbanih središta energijom neophodnom za nesmetano funkcioniranje svih vitalnih procesa u normalnom i izvanrednom stanju)

5) *procesu gospodarenja vodnim resursima* (za cilj imaju osigurati opskrbu urbanog središta potrebnom količinom pitke vode te uspostavljanje efikasne mreže gospodarenja oborinskim i otpadnim vodama koje zbog klimatskih promjena i potkapacitiranosti postojeće infrastrukture mogu značajno ugroziti prostorni potencijal i same stanovnike)

6) *procesu mobilnosti* (za cilj imaju efikasno i učinkovito prometno umrežavanje unutar prostora urbanih središta).

Svi navedeni procesi obuhvaćeni su prostorom, tj. definirani specifičnostima prostora na kojem se odvijaju. Stoga je nužno pojedine procese modelirati sukladno s optimalnim prostornim rješenjima te ih ugraditi u njihove specifičnosti. Zbog toga dugoročna održivost urbanih središta nije ostvariva bez uspostavljanja snažnije suradnje s prostorom u okruženju (Portney, 2002).

Svaki proces urbanih središta u zahvatu je s prostorom te na njega može djelovati dvojako:

- aksimizirajući razvojni potencijal urbanog prostora
- inimizirajući prostornu učinkovitost urbanih središta.

Intenzivne i kompleksne promjene u okruženju nameću potrebu uspostavljanja metrike kojom se omogućava kontinuirana prilagodba procesa te zadržava razvojni potencijal urbanog prostora (Mori & Christodoulou, 2012). Određivanje urbanih procesnih vrijednosti nije jedinstveno i usko je povezano sa specifičnošću pojedinog prostora (geografskom, demografskom, gospodarskom, socijalnom, kulturološkom, povijesnom i sl.) te se ne može jednoobrazno primjenjivati na sva urbana središta.

### 3. DEFINIRANJE PROCESNIH VRIJEDNOSTI URBANIH SREDIŠTA

Urbani procesi generiraju različite vrijednosti spram prostora i svojim međudjelovanjem generiraju vrijednosti shodno obuhvatu svog utjecaja te vrše kontinuirani pritisak na prostor urbanih središta (Satterthwaite, 1992). Prostorna determiniranost ima ključni utjecaj na metriku urbanih procesa te strukturiranje varijabli koje se mjere. Modeliranje procesa unutar urbanih središta za cilj ima kreiranje urbanog metabolizma koji osigurava dugoročno održivi rast i razvoj. Prostorna ograničenost i sve snažnija težnja stanovništva za osobnim komoditetom predstavlja velik izazov u iznalaženju uravnoteženih procesnih rješenja kojima će se poticati provedba strategije urbane održivosti. U tom kontekstu definiranje procesnih vrijednosti, poput gospodarenja otpadom i urbane mobilnosti, predstavlja nužni uvjet u uspostavljanju održive mreže urbanih procesa.

#### 3.1. Procesne vrijednosti gospodarenja otpadom

Proces gospodarenja otpadom u urbanim središtima ima četiri ključne faze na koje treba sustavno djelovati te ih kontinuirano poboljšavati (Huang, Pan & Kao, 2011), a to su:

- upravljanje strukturom i volumenom potencijalnog otpada koji ulazi u urbani prostor
- upravljanje prikupljanjem i distribucijom nastalog otpada unutar urbanog prostora
- upravljanje oporabom i zbrinjavanjem nastalog otpada unutar urbanog prostora
- plasman sirovine/proizvoda nastalog oporabom otpada iz urbanog prostora.

Gustoća stanovništva, prostorna ograničenost te rastuće potrošačke navike kontinuirano vrše pritisak na urbana središta, a najbolji je pokazatelj količina generiranog otpada po stanovniku na metar kvadratni urbanog prostora. Manja prostorna površina s većom gustoćom stanovnika ograničava manipulacijski prostor za prikupljanje komunalnog otpada te istovremeno nameće potrebu povećanog intenziteta prikupljanja i distribucije. Kako bi se izradio optimalni model prikupljanja i distribucije komunalnog otpada, potrebno je definirati strukturu i obujam procesnih varijabli (Larsen, Merrild Møller, & Christensen, 2010). Procesne vrijednosti gospodarenja otpadom u urbanim središtima obuhvaćaju sljedeće varijable:

- a) volumen prikupljenog otpada po stanovniku  $\left(\frac{t}{br.}, \frac{kg}{br.}\right)$
- b) trošak prikupljanja otpada po stanovniku  $\left(\frac{eur}{br.}\right)$
- c) intenzitet (učestalost) prikupljanja otpada  $\left(\frac{br.}{tjedan}, \frac{br.}{mjesec}\right)$
- d) broj mjesta odlaganja i prikupljanja otpada na broj stanovnika  $\left(\frac{br.}{stanovnika}\right)$ .

Cjelovitim sagledavanjem svih faza procesa gospodarenja otpadom stvaraju se preduvjeti za izradu dugoročno održivog modela upravljanja otpadom u urbanim središtima. Parcijalni pristup dugoročno ugrožava prostorni potencijal urbanog prostora te prostora u neposrednom okruženju urbanih središta.

### 3.2. Procesne vrijednosti urbane mobilnosti

Urbana mobilnost kao proces obuhvaća niz aktivnosti i rješenja koja za cilj imaju uspostavu nesmetanog protoka ljudi i roba unutar urbanog prostora. U sklopu tog procesa jednu od važnih uloga ima uspostava efikasnog sustava „prometa u mirovanju“, tj. rješavanje problematike parkirnih mjesta za osobna vozila (Martinić, Dadić & Peko, 2005). Trend kontinuiranog povećanja osobnih vozila u urbanim središtima nameće potrebu istovremenog dvosmjernog djelovanja i to spram:

- razvoja infrastrukture nužne za uspostavu efikasnog procesa urbane mobilnosti
- uspostave učinkovitog i sigurnog sustava urbane mobilnosti.

Prostorna opterećenost različitim urbanim procesima zahtijeva jasno definiranje procesnih vrijednosti „prometa u mirovanju“, a one su definirane sljedećim varijablama:

- a) broj parkirnih mjesta na broj stanovnika  $\left(\frac{br.}{stanovnika}\right)$
- b) vrijednost parkirnog mjesta  $\left(\frac{eur}{br.}\right)$
- c) površina parkirnog mjesta  $\left(\frac{m^2}{br.}\right)$ .

Urbana mobilnost svojim obuhvatom djeluje na široku paletu urbanih procesa tvoreći mrežu interakcija koje mogu rezultirati različitim utjecajem na prostor, tj. na prostorni potencijal urbanih središta. „Promet u mirovanju“ kao neizostavni dio urbane mobilnosti pod izravnim je utjecajem niza urbanih procesa koji svojim djelovanjem značajno determiniraju njegovu strukturu i prostorni obuhvat. Zbog toga je neophodno jasno definirati i analizirati točke procesno-prostorne interakcije kako bi se ponudila optimalna i dugoročno održiva rješenja upravljanja urbanim središtima.

## 4. TOČKE PROCESNO-PROSTORNE INTERAKCIJE

Unutar urbanog središta kontinuirano se odvijaju procesne interakcije koje generiraju faktore (čimbenike) utjecaja na određeni prostor. Stoga je prepoznavanje i evaluacija vrijednosti tog utjecaja na prostor temeljni preduvjet za implementaciju dugoročno održivih rješenja. Dijeljenjem prostora svog djelovanja, procesi urbanih središta proizvode (emitiraju) pozitivne i negativne utjecaje kako na sam prostor

tako i na druge procese unutar njega. Prostorne zone međutjecaja<sup>3</sup> procesa moraju biti prepoznate te cjelovito analizirane i strukturirane kako bi se omogućila izrada učinkovitih procesno-prostornih modela (Wilson, Tyedmers & Pelot, 2007). Potreba izrade ovakvih modela determinirana je kontinuiranom dinamikom promjena i potencijalnih ugroza koje djeluju na urbani prostor, a prepoznavanjem takvih zona i koordiniranjem aktivnosti unutar njih preduvjet su za održivi urbani rast i razvoj.

Točke procesno-prostorne interakcije smještene su u prostornim zonama unutar kojih se odvijaju međudjelovanja dvaju ili više procesa. Definiranjem takvih zona omogućava se uspostavljanje optimalne metrike neophodne za izradu procesno-prostornih modela urbanih središta.

Ako kroz navedeni fokus sagledamo međudjelovanje procesa gospodarenja otpadom i urbane mobilnosti, tada se jasno uočavaju točke procesno-prostorne interakcije u prostornim zonama. Za navedene procese interakcija se odvija korištenjem urbanog prostora, i to na temelju:

- mjesta predviđenih za odlaganje i prikupljanje otpada
- mjesta predviđenih za „promet u mirovanju“ (parkirna mjesta).

Dio procesa urbane mobilnosti koji se odnosi na „promet u mirovanju“ izravno je u sukobu s procesom gospodarenja otpadom u segmentu odlaganja i prikupljanja. Pojedine vrijednosne varijable gospodarenja otpadom i prometa u mirovanju iskazuju se spram vremenskog intervala i broja korisnika pojedinog procesa.

Vrijednost prostora koji se koristi od strane pojedinih procesa potrebno je svesti na zajednički prepoznatljivu metriku iz koje se može iščitati utjecaj njihova međudjelovanja. Kad govorimo o vrijednosti prostora kojim se koristi proces gospodarenja otpadom, tada se ona iskazuje s obzirom na volumen generiranog otpada te broj stanovnika koji gravitira mjestu predviđenom za odlaganje i prikupljanje otpada. Shodno tome definiraju se mjesta za odlaganje i prikupljanje otpada u urbanom prostoru. Površina tih mjesta predstavlja potencijalnu točku sukoba u prostornoj zoni međudjelovanja s procesom urbane mobilnosti iskazanom u broju i površini predviđenih za „promet u mirovanju“, tj. parkirna mjesta. Mjesta predviđena za odlaganje i prikupljanje otpada te „promet u mirovanju“ definiraju prostornu zonu međudjelovanja procesa gospodarenja otpadom i urbane mobilnosti.

Aktivnosti planiranja održivosti usmjerene na jednu prostornu razinu vjerojatno će imati utjecaja na druge razine. Kreatori urbanih politika trebaju prepoznati veze između različitih zona međudjelovanja relevantnih za pojedine procese održivosti te integrirati planiranje i strategije na svim prostornim razinama kako bi osigurali učinkovitost politike (Lerner, 1998).

---

<sup>3</sup> Prostorna zona međutjecaja (međudjelovanja) procesa predstavlja dio urbanog središta na kojem dolazi do preklapanja (doticaja) određenih procesnih aktivnosti koje mogu imati pozitivan i negativan učinak na same stanovnike i njihove aktivnosti.

## 5. IZRADA TEORIJSKOG MODELA PROSTORNE INTERAKCIJE PROCESA GOSPODARENJA OTPADOM I URBANE MOBILNOSTI

Modeliranjem mreže urbanih procesa stvaraju se preduvjeti učinkovitog upravljanja prostorom kao ključnim resursom za dugoročno održivi razvoj urbanih središta. Prelazak na kružna gospodarstva, ondje gdje se resursi koriste učinkovito, proizvodi su dizajnirani za nadogradnju, popravljivost, trajnost, proizvodnost i mogućnost recikliranja, stoga je prevencija ili smanjenje otpada podržano promjenama paradigmi u društvenom ponašanju (Mastos, Nizamis, Vafeiadis, Alexopoulos, Ntinis, Gkortzis, Papadopoulos, Ioannidis, & Tzouvaras, 2020).

Ovi pomaci ne odnose se samo na usvajanje novih tehnologija nego i na njegovanje načina razmišljanja koji cijeni očuvanje resursa i ekološku odgovornost za sadašnje i buduće generacije (Zhang, Li, Wan, Skitmore & Sun 2020). Kako bi se realizirala optimalna rješenja, neophodno je izraditi teorijski model koji je determiniran sljedećom hipotezom: *Intenzivnim i ciljanim prikupljanjem komunalnog otpada stvaraju se preduvjeti za učinkovitijim iskorištavanjem urbanog prostora na temelju efikasnije urbane mobilnosti iskazane povećanjem prostornog potencijala, tj. povećanjem broja parkirnih mjesta.*

Pri izradi teorijskog modela procesno-prostorne interakcije potrebno je sagledati mogućnost istovremene realizacije dvaju osnovnih ciljeva:

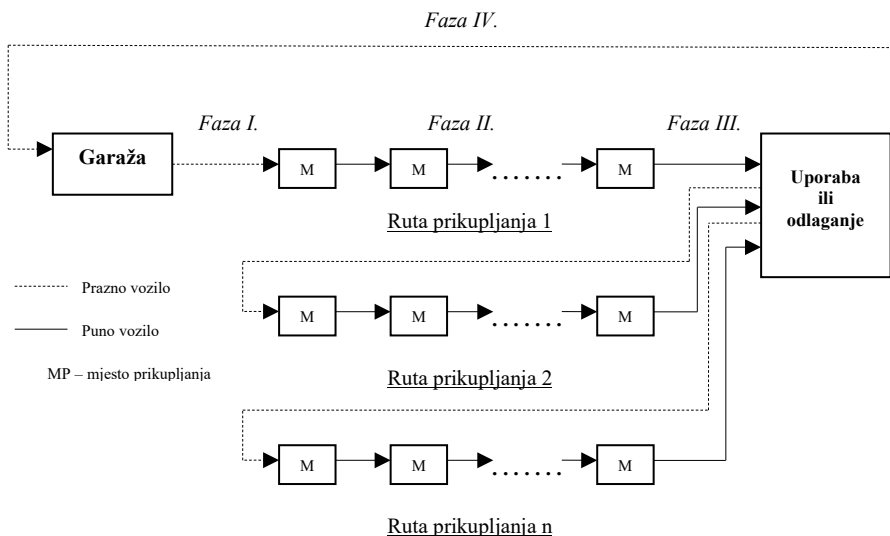
- efikasno gospodarenje otpadom
- povećanje učinkovitosti prostornog potencijala.

Ostvarivost obaju ciljeva potrebno je analizirati na temelju financijske isplativosti povećanja parkirnog prostornog potencijala urbanih mikrozajednica, i to smanjenjem mjesta za odlaganje otpada, uz povećanje intenziteta njegova prikupljanja.

Gospodarenje otpadom multidisciplinarna je djelatnost koja uključuje stvaranje, skladištenje i sakupljanje, transport, obradu i odlaganje otpada. Skupljanje i transport otpada može generirati do 70% troškova sustava gospodarenja otpadom (Greco, Allegrini, Del Lungo, Gori Savellini & Gabellini, 2015; Tavares, Zsigraiova, Semiao & Carvalho, 2009). Pravilna procjena i praćenje troškova prikupljanja otpada ključni su za određivanje isplativosti sustava gospodarenja otpadom (Huang et al., 2011; Jacobsen, Buysse & Gellynck, 2012).

Troškovi koji se pojavljuju u cjelokupnom procesu gospodarenja otpadom mogli bi se kategorizirati u sedam glavnih kategorija: početni, operativni, pozadinski, sanacijski, kontingentni, ekološki i socijalni (United States Environmental Protection Agency [EPA], 1997).

Slika 2. Faze procesa prikupljanja i transporta otpada



*Izvor: Bošković, Jovičić, Jovanović & Simović (2013)*

Cjeloživotni ciklus aktivnosti gospodarenja otpada obuhvaćen je prvim trima kategorijama. Početni troškovi uključuju početna ulaganja u potrebnu opremu za prikupljanje i transport otpada. Operativni troškovi jesu troškovi svakodnevnog zbrinjavanja komunalnog otpada, dok su pozadinski troškovi i troškovi sanacije odlagališta otpada na kraju njihova vijeka trajanja. Budući da se naša analiza usredotočuje na postupak prikupljanja otpada, uzeli smo u obzir samo troškove koje taj proces uključuje. Pri analizi troškova prikupljanja otpada u urbanim središtima krenuli smo od tipične sheme prikazane na Slici 2. Osnovne aktivnosti u procesu prikupljanja i transporta komunalnog otpada mogu se podijeliti u četiri različite faze aktivnosti (Bošković, Jovičić, Jovičić, Milašinović & Milovanović, 2013).

## 6. ANALIZA UTJECAJA GOSPODARENJA OTPADOM NA PRIHODOVNU ISKORISTIVOST PARKIRNOG PROSTORA

Na početku radnog dana vozilo kreće iz garaže i putuje do mjesta sakupljanja. Ovo je *prva faza* u procesu prikupljanja i transporta otpada. *Druga faza* počinje ulaskom u područje prikupljanja. Vozilo se zaustavlja na prvome mjestu prikupljanja (MP – mjesto prikupljanja), iskrcava kante za otpad i zatim nastavlja do drugog MP-a prema unaprijed utvrđenoj ruti. Duljina rute prikupljanja određena je brojem MP-ova koje vozilo može servisirati prije nego što se napuni do posljednjeg kapaciteta. Nakon što je vozilo potpuno napunjeno, druga je faza završena.

Potpuno napunjeno vozilo vozi do postrojenja za obradu ili odlaganje, što predstavlja *treću fazu* procesa prikupljanja. Nakon istovara vozila, vozi se natrag do prvog MP-a druge rute prikupljanja. Svaka ruta prikupljanja počinje na isti način i završava iskrcavanjem prikupljenog otpada. Na kraju radnog dana vozilo se vraća natrag u garažu, što predstavlja *četvrtu fazu* procesa prikupljanja i transporta otpada.

Troškovi prikupljanja otpada po mjestu prikupljanja (MP) godišnje izračunavaju se kao:

$$C_{MP} = \frac{C_{vy}}{N_{MP}} \quad (1)$$

gdje je:

$C_{vy}$  [€/godina] – godišnji trošak prikupljanja po vozilu

$N_{MP}$  [-] – broj opslužnih mjesta prikupljanja.

Trošak naplate po vozilu godišnje izračunava se kao:

$$C_{vy} = [(1 + b_v) \cdot C_{cv}] + N_{wb} \cdot C_{cwb} + C_{ov} \quad (2)$$

gdje je:

$b_v$  [-] – rezervna stopa za vozilo za prikupljanje

$C_{cv}$  [€/vozilo godina] – kapitalni trošak vozila amortiziran tijekom njegova ekonomskog vijeka

$N_{wb}$  [-] – broj kanti za otpad koje vozilo može servisirati rijekom jednog prikupljanja

$C_{cwb}$  [€/godina] – godišnji kapitalni trošak po kanti za otpad

$C_{ov}$  [€/vozilo godina] – godišnji operativni trošak vozila za prikupljanje.

Broj mjesta prikupljanja (MP-ova) koje vozilo može servisirati prije nego što se popuni definira se sljedećom jednadžbom:

$$N_{MP} = \frac{U_c \cdot V_c \cdot F_c}{W_{mix} / \rho_{mix}} \quad (3)$$

gdje je:

$U_c$  [-] – faktor iskorištenosti vozila (upotrebljiv po ukupnom kapacitetu vozila)

$V_c$  [m<sup>3</sup>] – kapacitet vozila za prikupljanje

$F_c$  [-] – učestalost prikupljanja otpada tjedno

$W_{mix}$  [kg] – tjedna stopa stvaranja otpada

$\rho_{mix}$  [kg/m<sup>3</sup>] – ukupna gustoća mješanog otpada.

Prema prikazanim jednadžbama izračunava se trošak prikupljanja otpada po pojedinim kotarevima grada Splita, što je prikazano na primjeru *Blatine-Škrape*. Iz jednadžbe (2) potrebno je definirati sljedeće varijable:

a)  $b_v = 0,1$

b)  $C_{cv} = (1 + e) \cdot C_v \cdot CRF = (1 + 10) \cdot 133.00,00 \cdot 0,1524 = 225.594,00$  [€/vozilo godina]

gdje je:

$e$  [-] – administrativna stopa

$c_v$  [€] – cijena vozila

$CRF$  [-] – faktor povrata kapitala

$$c) \quad N_{wb} = \frac{NMP}{a_{wb}} = \frac{16}{3} = 5,33$$

gdje je:

$a_{wb}$  [-] – prosječan broj kanti po MP-u (mjestu prikupljanja)

$$d) \quad C_{cwb} = (1 + e) \cdot C_{vwb} \cdot CRF = (1 + 10) \cdot 300,00 \cdot 0,1524 = 502,92 \text{ [€/godina]}$$

gdje je:

$C_{vwb}$  [€] – trošak kante

$$e) \quad C_{ov} = (1 + f) \cdot \left\{ (1 + a) \cdot \left[ (1 + b_w) \cdot (S_w \cdot N_w \cdot S_d) \cdot W_h \cdot N_{wD} \cdot \frac{365}{7} \right] + C + [d \cdot (N_w + 1)] \right\} = (1 + 0,1) \cdot \left\{ (1 + 0,24) \cdot \left[ (1 + 0,05) \cdot (6 \cdot 2 \cdot 7) \cdot 8 \cdot 7 \cdot \frac{365}{7} \right] + 15.000,00 + [500,00 \cdot (2 + 1)] \right\} = 369.440,16 \text{ [€/vozilo godina]}$$

gdje je:

$f$  [-] – operativna stopa;  $S_d$  [€/h] – stopa plaće vozača po satu

$a$  [-] – granična stopa naknade;  $W_h$  [-] – dnevno radno vrijeme

$b_w$  [-] – rezervna stopa za prikupljače;  $N_{wD}$  [-] – radni dani po tjednu

$S_w$  [€/h] – stopa plaće po satu po radniku;  $C$  [€/vozilo godina] – godišnji troškovi rada i održavanja vozila

$N_w$  [-] – broj skupljača po vozilu;  $d$  [€/radnik godina] – svi ostali troškovi.

Nakon dobivenih rezultata vraćamo se u jednadžbu (2) te izračunavamo godišnji trošak prikupljanja otpada po vozilu  $C_{vy}$  [€/godina]:

$$C_{vy} = [(1 + b_v) \cdot C_{cv}] + N_{wb} \cdot C_{cwb} + C_{ov} = [(1 + 0,1) \cdot 225.594,6] + 5,33 \cdot 502,92 + 369.440,16 = 620.274,64 \text{ [€/godina]}$$

Konačno se dobiveni rezultat unosi u jednadžbu (1) kako bi se dobio iznos troška prikupljanja otpada po mjestu prikupljanja otpada na godinu  $C_{MP}$  [€/godina], iz čega slijedi:

$$C_{MP} = \frac{C_{vy}}{NMP} = \frac{620.274,64}{16} = 38.767,164 \text{ [€/godina]} .$$

Smanjenjem broja opslužnih mjesta prikupljanja ( $N_{MP}$ ) sa šesnaest na petnaest, ukupan troška prikupljanja otpada po mjestu prikupljanja otpada na godinu  $C_{MP}$  [€/godina] iznosi 41.340,588 [€/godina]. Razlog povećanja troška po mjestu prikupljanja, uz smanjenje broja mjesta prikupljanja, sadržan je u činjenici da prostorni obuhvat promatrane lokacije (konkretno se radi o kotaru Blatine-Škrape) ne smanjuje značajno troškove prikupljanja po vozilu na godinu  $C_{vy}$  [€/godina]. Iz tog razloga, a uz pretpostavku zadržavanja identičnog iznosa  $C_{vy}$  [€/godina], imamo povećanje troška prikupljanja otpada po mjestu prikupljanja ( $N_{MP}$ ) u iznosu od 2.573,423 [€]. Isti

modalitet izračuna primjenjuje se i na ostale promatrane lokacije, tj. kotareve (Bol, Grad, Gripe, Kman...) u ovoj analizi. S obzirom na to da troškovi procesa gospodarenja otpadom variraju ovisno o njihovoj strukturi (npr. trošak odlaganja miješanog komunalnog otpada je 125 €/t, a zbrinjavanje odvojenog putem uporabitelja za plastiku je 250 €/t, staklo 150 €/t, tetrapak 200 €/t i biootpad 300 €/t), u radu ćemo simulirati scenarije prikupljanja miješanog komunalnog otpada. Prikupljanje otpada ima značajan udio u ukupnim troškovima te se različitim tehnološkim rješenjima, kao što su npr. višenamjenska komunalna vozila (istovremeno odvojeno prikupljaju različite vrste otpada), visoko rezolucijske kamere (fiksne ili instalirane na dronovima), autonomna vozila (polurobotizirana vozila s jednim članom posade) i sl., nastoji efikasnije upravljati procesima gospodarenja otpadom u urbanim središtima.

Dimenzioniranje ponude parkirnih površina obuhvaća proračunavanje, odnosno utvrđivanje broja potrebnih mjesta za parkiranje u funkciji određenog objekta ili sadržaja. Za navedene proračune ne postoje standardni obrasci za pojedinu vrstu sadržaja zbog specifičnosti svakog pojedinog objekta ili njegova sadržaja te okruženja u kojem se nalaze. Utvrđivanje potreba za parkiranjem, odnosno broja potrebnih mjesta za parkiranje zahtijeva detaljno istraživanje važnih parametara koji u manjoj ili većoj mjeri utječu na potražnju parkiranja.

Za elementarni proračun broja parkirnih mjesta za određeno područje ili objekt postoje različite metode i načini, od složenih matematičkih i statističkih modela do iskustvenih procjena prometnih i urbanističkih stručnjaka. U ovom radu služiti ćemo se metodom „City faktora“.

Ova metoda koristi se podacima o broju stanovnika grada i stupnju motorizacije te se na temelju toga dolazi do matematičkog oblika za dobivanje potrebnog broja mjesta za parkiranje koji se iskazuje

$$P = c \cdot k \quad (4)$$

gdje je:

$P$  – prosječni broj mjesta za parkiranje

$c = \frac{1}{d}$  – city faktor (0,12 – 0,2)

$d$  – mjesni koeficijent

$k = \frac{E}{D}$  – ukupni broj motornih vozila

$E$  – broj stanovnika

$D$  – broj stanovnika na jedno vozilo.

Nakon što se definira broj parkirnih mjesta unutar određenog urbanog prostora, potrebno je odrediti pojedinačnu vrijednost, što se može definirati različitim modelima ovisno o njezinoj namjeni (dnevno naplaćivanje, mjesečni najam ili prodaja za privatno korištenje). Svaki od modela sadrži specifične varijable s obzirom na namjenu, a zbog jednostavnosti praćenja izvršiti ćemo izračun dviju vrijednosti: *fiksna vrijednost (prodaja)* i *prihodovna vrijednost (dnevno ili mjesečno naplaćivanje)*.

## 6.1. Fiksna vrijednost parkirnog mjesta ( $V_{fm}$ )

Fiksna vrijednost parkirnog mjesta ( $V_{fm}$ ) izračunava se s pomoću poredbenog modela, tj. zavisnih vrijednosti zemljišta i nekretnina unutar pojedinih urbanih zona (zone su podijeljene od 1 do 3). Svaka od urbanih zona definirana je promjenjivim tržišnim vrijednostima nekretnina te shodno tome imamo sljedeću jednadžbu:

$$V_{fm} = V_n \cdot k \cdot q \quad (5)$$

gdje je:

$V_{fm}$  – fiksna vrijednost parkirnog mjesta (€)

$V_n$  – vrijednost nekretnine u urbanoj zoni ( $\frac{\text{€}}{\text{m}^2}$ )

$k$  – koeficijent izračuna vrijednosti parkirnog mjesta (0,25 – 0,60)

$q$  – veličina parkirne površine ( $\text{m}^2$ ).

Tablica 1. Analiza fiksnih vrijednosti parkirnih mjesta prema urbanim zonama grada Splita

Urbana mikrozonajenica (gradski kotar)	Urbana zona (1 – 3)	Vrijednost nekretnine (€/m <sup>2</sup> )	Veličina parkirne površine (m <sup>2</sup> )	Koeficijent izračuna	Fiksna vrijednost (€)
Blatine-Škrape	1	3.700,00	11,50	0,60	25.530,00
Bol	2	3.500,00	11,50	0,50	20.125,00
Grad	1	5.000,00	11,50	0,60	34.500,00
Gripe	1	3.700,00	11,50	0,60	25.530,00
Kman	2	2.700,00	11,50	0,50	15.525,00
Kocunar	2	2.500,00	11,50	0,50	14.375,00
Lokve	2	3.000,00	11,50	0,50	17.250,00
Lučac-Manuš	1	3.700,00	11,50	0,60	25.530,00
Mertojak	2	3.100,00	11,50	0,50	17.825,00
Plokite	2	3.000,00	11,50	0,50	17.250,00
Pujanke	2	2.500,00	11,50	0,50	14.375,00
Split 3	2	2.900,00	11,50	0,50	16.675,00
Sučidar	2	2.500,00	11,50	0,50	14.375,00

Izvor: obrada autora

Osnovna dimenzija uzdužnog parkirališnog mjesta prema europskim normativima iznosi 5,75 x 2,00 m, a nužna je širina manevarskog prostora uz parkirališno mjesto 3,50 m. Tržišna vrijednost u urbanim zonama iznimno je varijabilna veličina, što u kombinaciji s nedostatkom prostora i povećanog broja vozila po kućanstvu dodatno pridonosi rastu fiksne vrijednosti parkirnog mjesta. U Tablici 1. prikazane su vrijednosti pojedinih varijabli ovisno o urbanim zonama smještaja te fiksna vrijednost parkirnog mjesta dobivena prema jednadžbi (5).

## 6.2. Prihodovna vrijednost parkirnog mjesta ( $V_{pm}$ )

Prihodovna vrijednost ( $V_{pm}$ ) parkirnog mjesta u urbanim središtima determinirana je cijenom parkiranja na dnevnoj razini, kao i mjesečnim najmom od strane fizičkih i pravnih osoba. Shodno dostupnim važećim cijenama uličnog parkiranja koje definira grad Split u suradnji s komunalnom tvrtkom Split parking d. o. o., u Tablici 2. dan je prikaz prihodovnih vrijednosti parkirnog mjesta po urbanim zonama na mjesečnoj i godišnjoj razini.

Tablica 2. Analiza fiksnih vrijednosti parkirnih mjesta prema urbanim zonama grada Splita

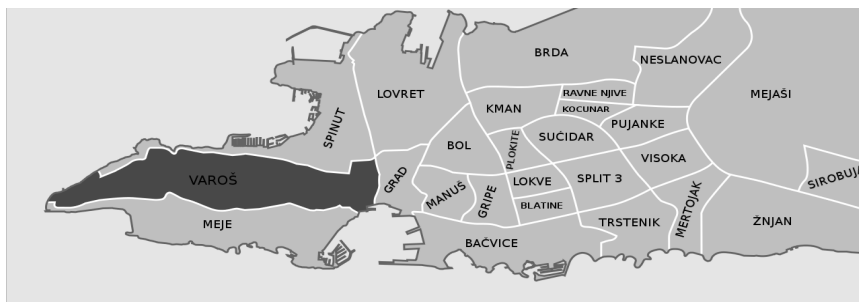
Urbana zona (1 – 3)	Mjesečna pretplata – fizičke osobe (€)	Mjesečna pretplata – pravne osobe (€)	Srednja vrijednost pretplate (€)	Godišnja vrijednost pretplate (€/god.)
1	23,23	106,18	64,70	776,46
2	13,94	46,45	30,20	362,34
3	11,95	21,24	16,60	200,00

Izvor: obrada autora

U gusto izgrađenim područjima javni prostor ima veću vrijednost s društvenoga, gospodarskog i ekološkog stajališta. Kao i mnogim drugim rijetkim zajedničkim dobrima, javnim prostorom treba upravljati cijena. Plaćeno parkiranje – ključna stavka upravljanja parkirališnim prostorom – ima najbolji omjer učinkovitosti i prihvatljivosti u odnosu na niz drugih mjera za smanjenje potrošnje energije u prijevozu i štednju goriva. Stoga, općenito govoreći, niti jedan javni prostor u središtima gradova ne bi trebalo prepustiti besplatno parkiranim automobilima.

Izračunom vrijednosti parkirnog mjesta te troškova po mjestu prikupljanja otpada (CP), stvaraju se preduvjeti za procesno-prostornu analizu isplativosti promjene dosadašnjeg modela gospodarenja otpadom unutar pojedinih urbanih mikrozajednica (gradskih kotareva) grada Splita (Slika 3.).

Slika 3. Prostorni obuhvat „urbanih mikrozajednica“ (kotareva) grada Splita



Izvor: Grad Split (2024)

U Tablici 3. prikazan je odnos pojedinih prostorno-procesnih vrijednosti za pojedina urbana područja, tj. urbane mikrozajednice. Analizirane mikrozajednice površinski obuhvaćaju 4,27 km<sup>2</sup> (19% ukupne površine) sa 101 630 stanovnika (58% ukupnog broja stanovnika), a prema dostupnim podacima na stranicama grada Splita.

Tablica 3. Procesno-prostorna analiza urbanih mikrozajednica grada Splita

Urbana mikrozajednica (Gradski kotar) (Zone 1 – 3)	Površina (km <sup>2</sup> )	Gustoća (st./km <sup>2</sup> )	Fiksna vrijednost parkirnog mjesta (€)	Broj mjesta za prikupljanje otpada	Trošak po mjestu prikupljanje otpada (€/god.)
Blatine-Škrape (1)	0,23	29,465	25.530,00	16	38.767,165
Bol (2)	0,52	22,212	20.125,00	59	10.635,339
Grad (1)	0,42	18,026	34.500,00	18	34.478,43
Gripe (1)	0,32	21,059	25.530,00	36	17.323,035
Kman (2)	0,33	17,824	15.525,00	35	17.813,189
Kocunar (2)	0,17	25,741	14.375,00	13	47.674,887
Lokve (2)	0,21	34,157	17.250,00	34	18.332,175
Lučac-Manuš (1)	0,36	19,000	25.530,00		17.813,189
Mertojak (2)	0,40	18,756	17.825,00	25	24.871,408
Plokite (2)	0,24	27,821	17.250,00	30	20.754,114
Pujanke (2)	0,40	23,755	14.375,00	25	24.871,408
Split 3 (2)	0,56	18,429	16.675,00	50	12.519,524
Sučidar (2)	0,47	22,809	14.375,00	38	16.420,119

Izvor: obrada autora prema Grad Split (2024); Split Parking (2024); Čistoća Split (2024)

Svrha ove analize za cilj ima definirati troškovnu povezanost procesa i prostora unutar određenih urbanih područja (urbanih mikrozajednica/gradskih kotareva). Stoga je razmatranje obuhvatilo trinaest urbanih mikrozajednica grada Splita čija je gustoća stanovništva iznad 15 (st./km<sup>2</sup>). Unutar tog obuhvata izračunati su troškovi po mjestu prikupljanja otpada  $TMPO$  (€/god.) te prihodovna  $V_{pm}$  (€/god.) i fiksna  $V_{fm}$  (€) vrijednost parkirnog mjesta. Prema dobivenim rezultatima, jasno se uočava razlika vrijednosti pojedinog parkirnog mjesta, što je izravna posljedica prostorne pozicioniranosti, tj. definiranih prometnih zona koje determiniraju svoj prihodovni potencijal na godišnjoj razini. Troškovi po mjestu prikupljanja otpada ( $TMPO$ ) također variraju te su vezani uz gustoću stanovništva, tj. količinu generiranog otpada na godišnjoj razini. Intenzitet prikupljanja otpada, odnosno učestalost prikupljanja tjedno ( $UPT$ ) u izravnoj je korelaciji s gustoćom stanovništva i generiranom količinom otpada. Simulacijski scenarij prostorne transformacije mjesta za prikupljanje otpada (MP) u mjesto za parkiranje (PM) zahtijeva intenziviranje učestalosti prikupljanja otpada tjedno ( $UPT$ ).

Pojedino urbano područje (urbana mikrozajednica) s obzirom na obujam generiranog otpada zahtijevat će različito povećanje učestalosti prikupljanja pa će

samim time i troškovno opterećenje pojedinog mjesta za prikupljanje otpada (MP) biti drugačije. Postojeće prostorne površne MP-a svojim obuhvatom generiraju potencijal dvaju parkirnih mjesta (PM) te povećavaju prihodovni potencijal tog prostora za dvostruki iznos od vrijednosti parkirnog mjesta na tom urbanom području. Tablica 4. pokazuje troškovno-prihodovne promjene uslijed transformacije mjesta za prikupljanje otpada (MP) u mjesto za parkiranje (PM).

Tablica 4. Troškovno-prihodovna analiza transformacije mjesta za prikupljanje otpada (MP) u parkirna mjesta (PM)

Urbana mikrozaonica (Gradski kotar) (Zone 1 – 3)	Broj novih parkirnih mjesta	Prihodovna vrijednost parkirnih mjesta (€/god.)	Fiksna vrijednost parkirnog mjesta (€)	Broj smanjenja mjesta za prikupljanje otpada	Trošak po mjestu prikupljanje otpada <sup>1</sup> (€/god.)	Trošak po mjestu prikupljanje otpada <sup>2</sup> (€/god.)	Razlika troškova (2-1) (€/god.)
Blatine-Škrape (1)	2	1552,92	51.060,00	1	38.767,165	41.340,588	2.573,423
Bol (2)	2	724,68	40.250,00	1	10.635,339	10.815,816	180,477
Grad (1)	2	1552,92	69.000,00	1	34.478,43	36.496,712	2.018,282
Gripe (1)	2	724,68	51.060,00	1	17.323,035	17.813,189	490,154
Kman (2)	2	724,68	31.050,00	1	17,813,189	18.332,175	518,986
Kocunar (2)	2	724,68	28.750,00	1	47.674,887	51.633,825	3.958,938
Lokve (2)	2	724,68	34.500,00	1	18.332,175	18.882,616	550,441
Lučac-Manuš (1)	2	1552,92	51.060,00	1	17.813,189	18.332,175	518,986
Mertojak (2)	2	724,68	35.650,00	1	24.871,408	25.900,732	1.029,324
Plokite (2)	2	724,68	34.500,00	1	20.754,114	21.463,992	709,878
Pujanke (2)	2	724,68	28.750,00	1	24.871,408	25.900,732	1.029,324
Split 3 (2)	2	724,68	33.350,00	1	12.519,524	12.771,603	252,079
Sučidar (2)	2	724,68	28.750,00	1	16.420,119	16.859,375	439,26

<sup>1</sup> – vrijednosti prije transformacije MP-a u PM

<sup>2</sup> – vrijednosti nakon transformacije MP-a u PM

Izvor: obrada autora

Povećanjem efikasnosti prikupljanja otpada korištenjem suvremenih IT rješenja stvaraju se preduvjeti povećanja troškovno-prihodovne učinkovitosti u upravljanju prostornim potencijalom. Izvršenom analizom transformacije mjesta za prikupljanje otpada (MP) u mjesto za parkiranje (PM) unutar trinaest urbanih mikrozaonica (gradskih kotareva) grada Splita uočava se značajan potencijal u povećanju prihoda učinkovitijim iskorištavanjem parkirnih mjesta uz istovremeno smanjenje troškova odvoza komunalnog otpada. Iz Tablice 4. vidljiv je značajni porast prihoda povećanjem parkirnog kapaciteta za dva parkirna mjesta (PM), što je postignuto smanjenjem jednog mjesta za prikupljanje otpada (MP) uslijed uspostave efikasnijeg modela odvoza otpada.

Ovisno o urbanim zonama, svako pojedino parkirno mjesto generira određenu vrijednost koja može biti prihodovna  $V_{pm}$  (€/god.) i fiksna  $V_{fm}$  (€).

Ovisno o modelu koji želi primijeniti, grad može s pomoću najma novoformiranih parkirnih mjesta na godišnjoj razini ostvariti prihod u iznosu od 11.905,56 (€/god.), a njihovom prodajom jednokratno uprihoditi 517.730,00 (€). Ako tome dodamo i godišnju uštedu u smanjenju troškova prikupljanja otpada uslijed smanjenja broja mjesta za prikupljanje otpada (MP) u iznosu od 14.269,55 (€), više je nego očita opravdanost uspostave modela efikasnog upravljanja otpadom u urbanim središtima.

Iz svega navedenog jasno se uočava snažna povezanost upravljanja procesima odvoza otpada s rastom prihoda učinkovitim upravljanjem gradskim prostorom (prostorom za ulično parkiranje), čime je potvrđena temeljna hipoteza ovog rada.

## 7. ZAKLJUČAK

Holistički pogled, usredotočen na razumijevanje strukture i ponašanja sustava unutar urbanih središta, zahtijeva izgradnju i upravljanje transdisciplinarnim alatima i metrikama. Ovaj se zahtjev odnosi na vertikalno upravljanje na svim razinama uprave, od lokalne do državne, i vodoravno među različitim urbanim procesima i prostorima. Upravljanje kompromisima između triju dimenzija održivosti (ekološke, gospodarske i socijalne), uz maksimizaciju neto koristi u odnosu na troškove, sastavni je dio procesa održivosti. Kako urbani infrastrukturni sustavi i njihovo funkcioniranje postaju visoko međusobno povezani i međuovisni zbog svoje složene i dinamične prirode, postalo ih je gotovo nemoguće izolirati i tražiti rješenja za probleme s pojedinačnim infrastrukturnim sustavima koja ne utječu na druge. Tradicionalni silosni pristup planiranja, projektiranja i rada infrastrukturnih sustava pojedinačno i izolirano potencijalno propušta goleme prilike da se infrastruktura učini održivijom i otpornijom. Zapravo, može stvoriti nepotrebne ranjivosti i smanjiti sigurnost rada i življenja u urbanim središtima. Doista, rješenje za kritični problem u jednom infrastrukturnom sustavu može stvoriti probleme u drugom koji može sam stvoriti probleme za drugi sustav, stvarajući tako negativnu spiralu. Porast potreba za parkiranjem i nedovoljan raspoloživi prostor dovode do neregularnog parkiranja, koje u velikom dijelu ovisi o veličini grada, raspoloživom prostoru za parkiranje, visini naplate, ali i discipliniranosti vozača. Zbog svega toga efikasno upravljanje prostornim potencijalom u urbanim središtima značajno podiže razinu sigurnosti za same stanovnike.

Urbana održivost stoga zahtijeva horizontalnu i vertikalnu integraciju na više razina upravljanja, vodeći se četirima načelima: planet ima biofizičke granice, ljudski i prirodni sustavi usko su isprepleteni i okupljaju se u gradovima, urbana nejednakost potkopava napore na održivosti, a gradovi su vrlo povezani. Sveobuhvatna strategija koja uključuje ova načela, usredotočujući se na interakciju između urbanih i globalnih sustava, može pružiti okvir svim dionicima koji su uključeni u donošenje odluka, uključujući lokalne i regionalne vlasti, privatni sektor i nevladine organizacije. Znanost također može doprinijeti tim putovima daljnjim istraživanjem i razvojem nekoliko ključnih aspekata urbanih područja, uključujući urbani metabolizam, otkrivanje granica pokazatelja, razumijevanje

različitih skupova podataka i daljnjim istraživanjem procesa donošenja međusobno povezanih odluka.

Identificiranje i razumijevanje međuovisnosti između urbanih infrastrukturnih sustava ključno je za razvoj održivih i otpornih gradova. Kvar jednog sustava može imati kaskadne utjecaje na druge sustave, što dovodi do značajnih ekonomskih, društvenih i ekoloških posljedica. Ovaj članak identificirao je i kvalitativno analizirao potencijalne utjecaje i međuovisnosti između infrastrukture gradskog prometa i otpada. Predstavljene uvidi i znanje mogu pomoći urbanističkim planerima i dionicima da donesu bolje informirane odluke. Promet i otpad kritične su infrastrukture u gradu; međutim, međuovisnosti ovih sustava u prošlosti nisu bile detaljno analizirane te su stoga potrebna daljnja istraživanja s ciljem boljeg kvantificiranja međuovisnosti i stvaranja dubljeg razumijevanja pristupa integracije.

Recentna istraživanja u EU-u naglašavaju važnost inovativnih, participativnih i digitalnih pristupa u gospodarenju otpadom kako bi se postigla veća prostorna učinkovitost i sigurnost urbanih mikrozajednica. Provedeno istraživanje može doprinijeti raspravi naglaskom na lokalne kontekste, ekonomsku analizu i interdisciplinarni pristup. Analizom lokalne studija slučaja na primjeru grada Splita daje zanimljivu perspektivu za ostale zemlje EU-a u svrhu učinkovitijeg gospodarenja otpadom. Rezultati studije mogu biti posebice interesantni za urbane mikrozajednice ostalih gradova i regija EU-a u prilagođavanju EU standarda i pristupe u gospodarenju otpadom. Nadalje, ekonomska analiza učinkovitosti gospodarenja otpadom (poput troškova i koristi implementacije pametnih sustava ili cirkularnih modela) relevantno je u svrhu pružanja praktičnih uvida za donositelje odluka. Istraživanje može doprinijeti ovoj raspravi fokusom na lokalne kontekste, ekonomsku analizu i interdisciplinarni pristup, čime će ponuditi vrijedne uvide za akademsku i stručnu zajednicu.

**Doprinosi autora:** Konceptualizacija, M. Š. i T. G.; metodologija, M. Š.; software, M. Š.; validacija, T. G.; formalna analiza, M. Š. i T. G.; istraživanje, I. A., M. Š., T. G.; resursi, M. Š. i T. G.; čuvanje podataka, I. A., M. Š. i T. G.; pisanje – priprema izvorne radne verzije, M. Š., T. G. i I. A.; pisanje – pregled i Priređivanje, M. Š., T. G. i I. A.; vizualizacija, I. A.; nadzor, M. Š. i T. G.; upravljanje projektom, T. G.; financiranje, T. G.

**Financiranje:** Ovo istraživanje financirano je u okviru projektne linije ZIP UNIRI Sveučilišta u Rijeci, za projekt ZIP UNIRI Sveučilišta u Rijeci za projekt ZIP-UNIRI-2023-9 i projektne linije UNIRI projekti iskusnih znanstvenika za projekt uniri-iskusni-drustv-23-84.

**Sukob interesa:** Nema.

## LITERATURA

- Babu, R., Prieto Veramendi, P. M., & Rene, E. R. (2021). Strategies for resource recovery from the organic fraction of municipal solid waste. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2021.100098>
- Bošković, G., Jovičić, N., Jovičić, G., Milašinović, M., & Milovanović, D. (2013). Methodology for reduction of GHG emission from municipal waste collection and transport. *International Journal for Quality Research*, 7 (4), 641-652.
- Bošković, G., Jovičić, N., Jovanović, S., & Simović, V. (2016). Calculating the costs of waste collection: A methodological proposal. *Waste Management & Research*, 34 (8), 775-783. <https://doi.org/10.1177/0734242X16654980>
- Daly, H. E. (1992). Allocation, distribution, and scale: Towards an economics that is efficient, just, and sustainable. *Ecological Economics*, 6 (3), 185-193. [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(92\)90024-M](https://doi.org/10.1016/0921-8009(92)90024-M)
- Dodman, D. (2009). Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories. *Environment and Urbanization*, 21 (1), 185-201. <https://doi.org/10.1177/0956247809103016>
- Dokić, I., Rašić, I., & Slijepčević, S. (2022). Inovacije u javnom sektoru: Jačanje otpornosti lokalnih i regionalnih jedinica u Hrvatskoj na krizu. *Ekonomski misao i praksa*, 32 (1), 114.
- Ferrão, P. (2016). *Committee on Pathways to Urban Sustainability: Challenges and Opportunities*. Washington, DC: National Academies Press.
- Global Cities Institute (2015). *Cities and Sustainable Infrastructure*. GCIF Policy Snapshot No. 3. Cities and Sustainable Infrastructure Series, No. 1. Global Cities Indicators Facility and ENGIE. [http://www.cityindicators.org/Deliverables/Cities%20and%20Sustainable%20Infrastructure%20Policy%20Snapshot%20-%20Web\\_7-17-2015-956388.pdf](http://www.cityindicators.org/Deliverables/Cities%20and%20Sustainable%20Infrastructure%20Policy%20Snapshot%20-%20Web_7-17-2015-956388.pdf)
- Greco, G., Allegrini, M., Del Lungo, C., Gori Savellini, P., & Gabellini, L. (2015). Drivers of solid waste collection: Empirical evidence from Italy. *Journal of Cleaner Production*, 106, 364-371. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.011>
- Huang, Y. T., Pan, T. C., & Kao, J. J. (2011). Performance assessment for municipal solid waste collection in Taiwan. *Journal of Environmental Management*, 92 (4), 1277-1283. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.12.002>
- Jacobsen, R., Buysse, J., & Gellynck, X. (2012). Cost comparison between private and public collection of residual household waste: Multiple case studies in the Flemish region of Belgium. *Waste Management*, 33 (1), 3-11. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.08.015>
- Larsen, A. W., Merrild, H., Møller, J., & Christensen, T. H. (2009). Waste collection systems for recyclables: An environmental and economic assessment for the municipality of Aarhus (Denmark). *Waste Management*, 30 (5), 744-754. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.10.021>
- Lerner, S. (1998). David Crockett. In *Eco-Pioneers: Practical Visionaries Solving Today's Environmental Problems* (Chapter 12). Cambridge, MA: MIT Press.
- Lucertini, G., & Musco, F. (2020). Circular urban metabolism framework. *One Earth*, 2, 138-142. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.02.004>
- Martinić, I., Dadić, I., & Peko, I. (2005). Promet u mirovanju u sustavu prostornog uređenja. *Traffic and Transportation*, 17 (2), 113-119.

Mori, K., & Christodoulou, A. (2012). Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI). *Environmental Impact Assessment Review*, 32 (1), 94-106. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2011.06.001>

Mršić-Radas, A., & Petković, K. (2021). Inovacijska politika u Hrvatskoj između industrijske ekonomije i ekonomije znanja. *Ekonomika misao i praksa*, 30 (1), 6. <https://doi.org/10.17818/EMIP/2021/1.1>

Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325 (5939), 419-422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>

Portney, K. E. (2002). *Taking Sustainable Cities Seriously: Economic Development, the Environment, and Quality of Life in American Cities*. Cambridge, MA: MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/6617.001.0001>

Zhang, Q., Li, H., Wan, X., Skitmore, M., & Sun, H. (2020). An intelligent waste removal system for smarter communities. *Sustainability*, 12 (17). <https://doi.org/10.3390/su12176829>

Salmenperä, H., Pitkänen, K., Kautto, P., & Saikku, L. (2021). Critical factors for enhancing the circular economy in waste management. *Journal of Cleaner Production*, 280. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124339>

Satterthwaite, D. (1992). Sustainable cities: Introduction. *Environment and Urbanization*, 4 (2), 3-8. <https://doi.org/10.1177/095624789200400201>

Tavares, G., Zsigraiová, Z., Semião, V., & Carvalho, M. G. S. (2009). Optimisation of MSW collection routes for minimum fuel consumption using 3D GIS modelling. *Waste Management*, 29 (3), 1176-1185. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.07.013>

Mastos, T. D., Nizamis, A., Vafeiadis, T., Alexopoulos, N., Ntinas, C., Gkortzis, D., Papadopoulos, A., Ioannidis, D., & Tzovaras, D. (2020). Industry 4.0 sustainable supply chains: An application of an IoT enabled scrap metal management solution. *Journal of Cleaner Production*, 269. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122377>

United States Environmental Protection Agency. (1997). *Full Cost Accounting for Municipal Solid Waste Management: A Handbook*. <http://www.epa.gov>

Wilson, J., Tyedmers, P., & Pelot, R. (2007). Contrasting and comparing sustainable development indicator metrics. *Ecological Indicators*, 7 (2), 299-314. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.02.009>

Grad Split (2024). <https://www.split.hr>

Split Parking (2024). <https://www.splitparking.hr>

Čistoća Split (2024). <https://www.cistoca-split.hr>

***Marko Šundov, PhD***

Assistant Professor  
Stano-uprava d.o.o.  
E-mail: markosundov2@gmail.com  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2735-1623>

***Tomislav Galović, PhD***

Full Professor  
Faculty of Economics and Business in Rijeka  
E-mail: tomislav.galovic@efri.uniri.hr  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0891-796X>

***Igor Arapović, MBA***

PhD Student  
Faculty of Economics and Business in Rijeka  
E-mail: igor.arapovic@hep.hr  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0284-1845>

## WASTE MANAGEMENT AS A FUNCTION OF SPATIAL EFFICIENCY AND SAFETY OF URBAN MICRO-COMMUNITIES

***Abstract***

*The ever-increasing impact of climate and geopolitical changes on population migration determines the intensity and volume of urbanization. Predictions indicate that by 2050, 68.4% of the total population on planet Earth will live in urban centers (cc 6.68 billion). All this confirms the necessity of establishing efficient process models that will enable sustainable life and development within urban spaces. This work aims to point out the importance of efficient management of the waste management process on the spatial efficiency and safety of both the entire urban space and its micro-localities, i.e. urban micro-communities or districts. Using the example of the city of Split, an analysis of the impact of the existing waste collection model on the spatial efficiency of urban micro-communities (neighborhoods) will be carried out through the direct impact on traffic infrastructure, i.e. on the space provided for idle traffic (parking spaces). The main hypothesis is: the management of waste removal processes is in direct correlation with the growth of income through efficient management of city space. Application of the results of this work, in synergy with modern IT solutions, will contribute to the creation of efficient waste management processes and traffic infrastructure management in the city of Split.*

***Keywords:*** urbanization, urban space, urban micro-communities, waste management, transport infrastructure

***JEL classification:*** Q53, R14, R52, O18